

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное автономное профессиональное образовательное
учреждение Тюменской области

«Тюменский колледж производственных и социальных технологий»

Д. Ф. Корюкин

Решение геодезических задач по карте

Часть 1

Методические указания и задания для выполнения практических работ

Тюмень 2019

УДК 528.2/5

ББК 26.17

К 66

Корюкин Д. Ф. Решение геодезических задач по карте. Часть 1. Методические указания и задания для выполнения практических работ/ ГАПОУ ТО «ТКПСТ». – Тюмень, 2019 – 46 с.

Рецензенты: Пащенко Т.С., методист учебно-методического отдела ГАПОУ ТО «Тюменский колледж производственных и социальных технологий»; Басов С.В., директор ООО «ИСК».

В данных методических указаниях отражены основные теоретические и практические вопросы по геодезии, топографии, картографии, доступные для успешного формирования практических навыков и умений.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения специальности 08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов.

УДК 528.2/5

ББК 26.17

©Д.Ф. Корюкин, 2019

©ГАПОУ ТО «ТКПСТ», 2019

Содержание

Введение	4
1. Практическая работа № 1 Масштабы. Измерение длин линий по карте	5
1.1. Виды масштабов.....	5
1.2. Инструкционная карта по выполнению практической работы №1	10
1.3. Вопросы для самоконтроля.....	11
2.1. Практическая работа № 2 Определение географических и прямоугольных координат...	12
2.2. Географические координаты	12
2.2. Прямоугольные координаты	14
2.3. Инструкционная карта по выполнению практической работы №2	16
2.4. Вопросы для самоконтроля.....	17
3.1. Практическая работа №3 Определение по карте отметок точек, уклонов линий, заложений	18
3.2. Определение отметок точек	22
3.3. Определение крутизны ската	26
3.4. Инструкционная карта по выполнению практической работы №3	28
3.5. Вопросы для самоконтроля.....	29
4.1. Практическое занятие №4 Построение профиля местности участка трассы	31
4.2. Инструкционная карта по выполнению практической работы №4.....	33
4.3. Вопросы для самоконтроля.....	34
Заключение.....	35
Список источников.....	36
Приложение А. Образец титульного листа	37
Приложение Б. Пример топографической карты.....	38
Приложение В. Основные рамка и надписи.	39
Приложение Г. Пример оформления практической работы №1	40
Приложение Д. Пример оформления практической работы №2.....	41
Приложение Е. Пример оформления практической работы №3	43
Приложение Ж. Пример оформления практической работы №4.....	44

Введение

Одним из основных графических материалов, используемых при изысканиях, проектировании и строительстве автомобильных дорог, аэродромов, мостов и других транспортных сооружений, являются топографические планы и карты определенных масштабов. Студенты должны уметь читать топографические планы и карты и пользоваться ими для решения различных задач. Поэтому практическим занятиям *по изучению и усвоению планов и карт придается исключительно важное значение.*

Методические указания являются руководством для выполнения студентами комплекса работ по карте: изучение содержания топографических карт, определение географических и прямоугольных координат и высот (отметок) точек, уклонов линий и построение профиля.

1. Практическая работа № 1 Масштабы. Измерение длин линий по карте

Масштабом называется степень уменьшения линий на карте (S_k) относительно горизонтальных проложений (S_m) соответствующих линий на местности.

1.1. Виды масштабов

Численный масштаб

Численным масштабом называется масштаб, выраженный дробью с числителем, равным единице.

$$\frac{1}{M} = \frac{S_K}{S_M}, \quad (1)$$

при этом знаменатель дроби M показывает, во сколько раз горизонтальная проекция линии на местности уменьшена при изображении ее на карте (например, численные масштабы 1:10000, 1:25000). Чем больше знаменатель численного масштаба, тем мельче считается масштаб, и наоборот.

Если на карте масштаба $1:M$ длина линии равна a , то длина горизонтальной проекции этой линии на местности будет равна $S = aM$.

Например, длина линии на карте равна 18,2 мм, тогда

$$S = 18,2 \text{ мм} \times 10000 = 182000 \text{ мм} = 182 \text{ м.}$$

Численный масштаб обычно изображают под южной рамкой карты.

При работе с картой возникает необходимость в понятии точности масштаба карты. Известно, что невооруженный глаз человека может различать на бумаге отрезок длиной не более 0,1 мм. Горизонтальное проложение линии местности, соответствующее 0,1 мм на карте, называется *точностью масштаба* карты t .

$$t = 0,1 \text{ мм} \times M \quad (2)$$

Точность масштаба является определяющим фактором при выборе масштаба съемки, если известны минимальные размеры предметов, подлежащих изображению на карте.

Точность масштабов карт приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Точность масштабов карт

№	Масштаб карты	Точность масштаба (метры)
1	1:1 000 000	100
2	1:500 000	50
3	1:200 000	20
4	1:100 000	10
5	1:50 000	5
6	1:25 000	2,5
7	1:10 000	1
8	1:5 000	0,5
9	1:2 000	0,2

Примечание: масштабы 1:500, 1:1000 и мельче имеют топографические планы.

Например: 1:1 000 000 - 1 см на карте соответствует 1000000 см на местности (степень уменьшения в 1000000 раз);

1:200 000 - 1 см на карте соответствует 200000 см на местности;

1:50 000 - 1 см на карте соответствует 50000 см на местности;

1:100 - 1 см на карте соответствует 100 см на местности;

1:5 - 1 см на карте соответствует 5 см на местности.

Запомнить 1:1 000 000

см см
на карте на местности

Линейный масштаб

Для измерений по карте более удобно пользоваться линейным масштабом.

Линейный масштаб представляет собой линию, на которой отложены равные отрезки, называемые основанием масштаба. Масштабы, в основании которых отложены отрезки равные 2 см, называются нормальными. Первое основание делится на десять равных частей (дробное основание), затем каждая из этих частей — пополам. Оцифровка начинается с конца первого основания. Для численного масштаба 1:50000 линейный масштаб представлен на рисунке 1. Измерение длины линии производится с помощью циркуля-измерителя путем установки игл в концы измеряемой линии.

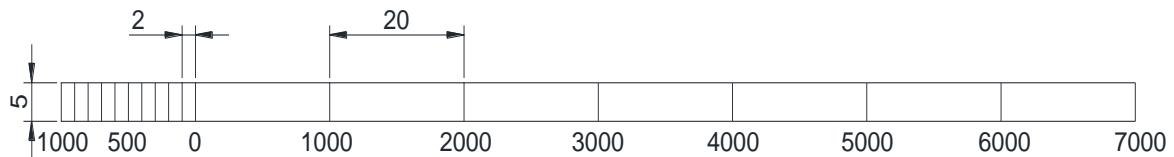


Рисунок 1 – Линейный масштаб

Для измерения линии необходимо:

- 1) Иглы ножек измерителя установить в точки, обозначающие концы заданной линии.
- 2) Не меняя раствора измерителя, приложить ножки к линейному масштабу, одну из игл приложить к концу одного из целых оснований, а другую — к дробному основанию.
- 3) Получить длину линии, сложив отсчет по правой игле измерителя, отсчет по левой игле измерителя — целая и дробная части. Десятые доли малых делений отсчитывают на глаз.

На рисунке 2 представлен пример, когда длина линии равна 4700 м:

$$4 \times 1000\text{м} + 7 \times 100\text{м} = 4700 \text{ м.}$$

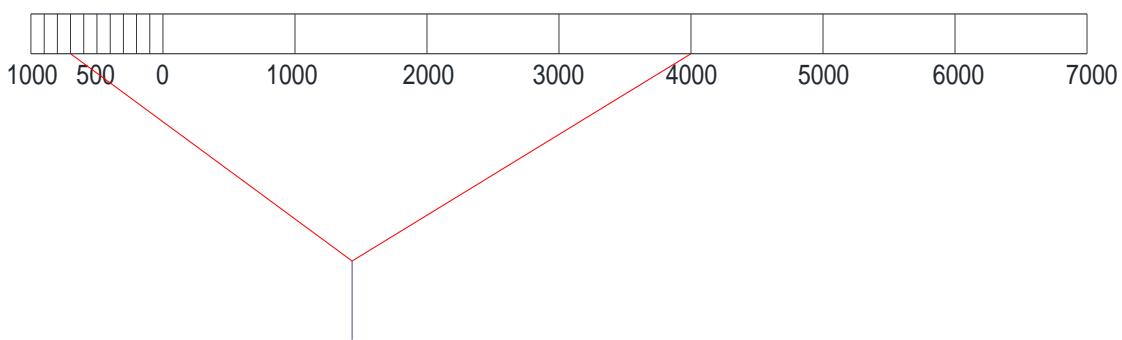


Рисунок 2 – Пример использования линейного масштаба

Поперечный масштаб

Более точно измерение длин линий по карте или плану можно выполнить с помощью поперечного масштаба.

Порядок построения нормального поперечного масштаба следующий:

1. На листе миллиметровой бумаги проводят горизонтальную линию и откладывают на ней основания длиной 2 см.
2. В полученных точках восстанавливают перпендикуляры длиной 2 см.
3. На крайних перпендикулярах откладывают 10 равных отрезков по 2 мм и проводят через концы отрезков линии параллельные основанию.
4. Нижняя и верхняя линии первого основания делятся на 10 равных отрезков, через концы которых проводятся трансверсали – наклонные линии, соединяющие концы отрезков на верхней и нижней линии, причем начало первого отрезка внизу соединяется с концом первого отрезка наверху.

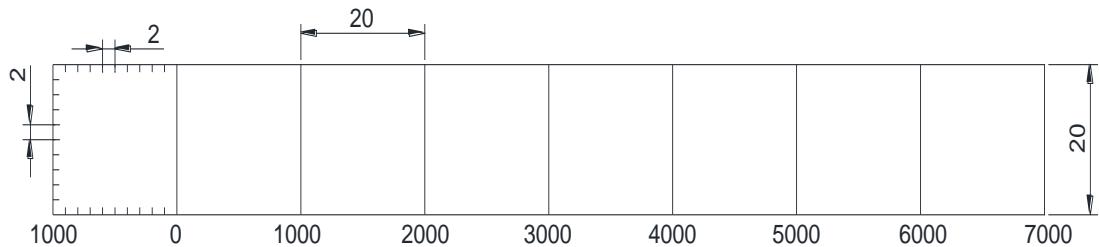


Рисунок 3 – Размеры поперечного масштаба

Для численного масштаба 1:50000 нормальный поперечный масштаб представлен на рисунке 4.

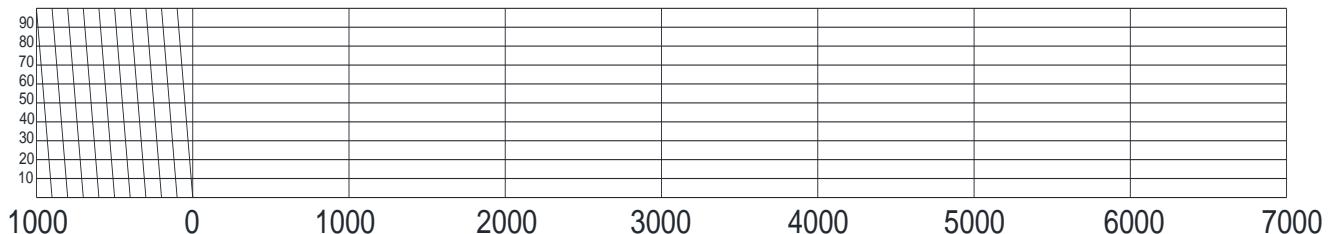


Рисунок 4 – Нормальный поперечный масштаб

Для измерения по поперечному масштабу необходимо:

1. Иглы ножек измерителя установить в точки, обозначающие концы заданной линии.
2. Не меняя раствора измерителя, приложить иглы к нижней линии, при этом одну из них приложить к концу одного из целых оснований, а другую к дробному основанию.
3. Держа ножки измерителя параллельно нижней линии, вести их вверх до тех пор, пока левая игла измерителя не окажется на пересечении горизонтальной линии и трансверсали.
4. Получить длину линии, сложив отсчет по правой игле измерителя, отсчет целых малых делений по дробной части шкалы и отсчет по горизонтальным линиям.

Например, в соответствии с рисунком 5 для карты масштаба 1:50000 длина линии равна 4750 метров:

$$4 \times 1000\text{м} + 7 \times 100\text{м} + 5 \times 10\text{м} = 4750 \text{ м.}$$

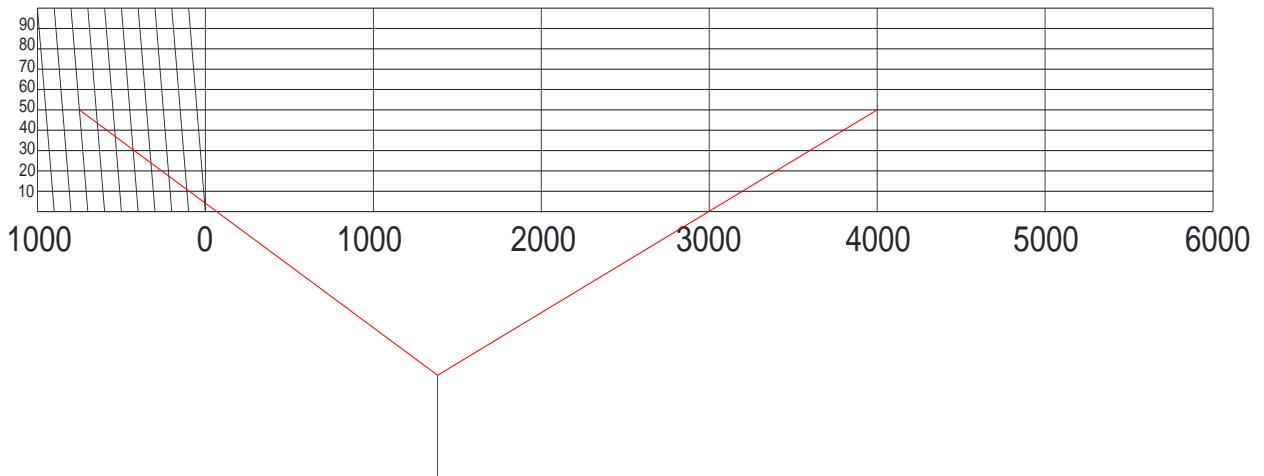


Рисунок 5 – Пример использования поперечного масштаба

1.2. Инструкционная карта по выполнению практической работы №1

Тема: Масштабы. Измерение длин линий по карте.

Цель: Научиться измерять и откладывать расстояния на планах и картах, строить линейный и поперечный масштабы.

Используемое оборудование и материалы:

- инструкционная карта и методические рекомендации;
- комплект учебных топографических карт;
- чертежные принадлежности;
- миллиметровка или бумага формата А4;
- калькулятор.

При выполнении практической работы необходимо:

- 1) Начертить рамку сплошными толстыми основными линиями: с трех сторон на расстоянии 5 мм от края листа, а слева - на расстоянии 20 мм. В правом нижнем углу чертежа поместить основную надпись (*см. приложение B*).
- 2) Построить на миллиметровой бумаге для заданного на карте численного масштаба линейный и нормальный поперечный масштаб.
- 3) Выбрать десять любых объектов и измерить между ними расстояния.

С учетом численного масштаба карты, измерения произвести с использованием:

- линейки с миллиметровыми делениями,
- линейного масштаба,
- нормального поперечного масштаба.

3) Построить таблицу и занести туда результаты измерений (см. табл. 2).

Таблица 2 – Результаты измерений

№	Объекты	Линейный масштаб	Поперечный масштаб	Численный масштаб
1	Вороново - Беличи	560	566	560
2	Волково - Федоровка	899	905	898
3	Сидорово - Малиновская	675	680	676
4	Новый - Снов	233	300	233
5	Кирпичная - Добрынино	404	408	405

Пример оформления практической работы приведен в приложении Г.

1.3. Вопросы для самоконтроля

1. Что называется масштабом карты?
2. Что называется численным масштабом?
3. Что показывает знаменатель численного масштаба?
4. Что называется линейным масштабом?
5. Как используют поперечный масштаб?
6. Чему равны основание и наименьшее деление нормального поперечного масштаба?
7. Что называется точностью масштаба?
8. Как используют линейный масштаб?

2.1. Практическая работа № 2 Определение географических и прямоугольных координат

2.2. Географические координаты

Географическая широта φ точки - это угол между направлением отвесной линии, проходящей через заданную точку, и плоскостью экватора.

Географическая долгота λ точки - это двугранный угол между плоскостью меридиана, проходящего через заданную точку и плоскостью начального (Гринвичского) меридиана.

Для определения географических координат точки на карте построена минутная рамка (рисунок 6). Ее стороны разделены на чередующиеся белые и черные отрезки, каждая равна одной минуте. Каждый минутный отрезок размечен точками по 10 секунд каждой.

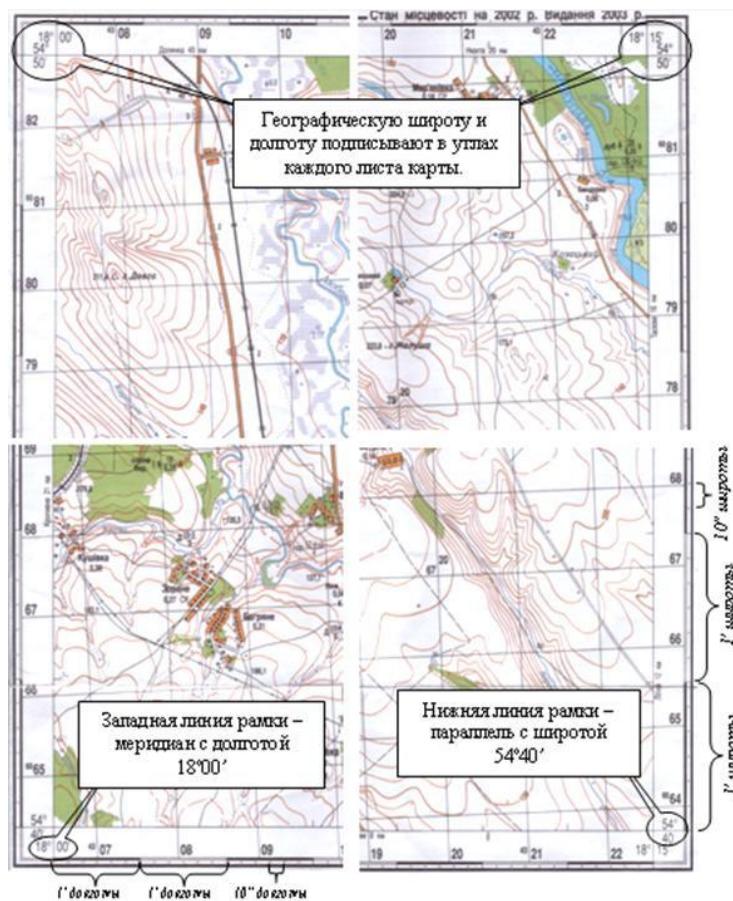


Рисунок 6 – Географические координаты

Чтобы определить широту и долготу заданной точки, необходимо опустить перпендикуляры соответственно на западный меридиан и южную параллель карты (рисунок 7). Затем к начальным значениям широты и долготы юго-западного угла рамки, подписанным на карте, прибавить число минут и секунд, подсчитанных от начальных значений ϕ и λ до опущенных перпендикуляров.

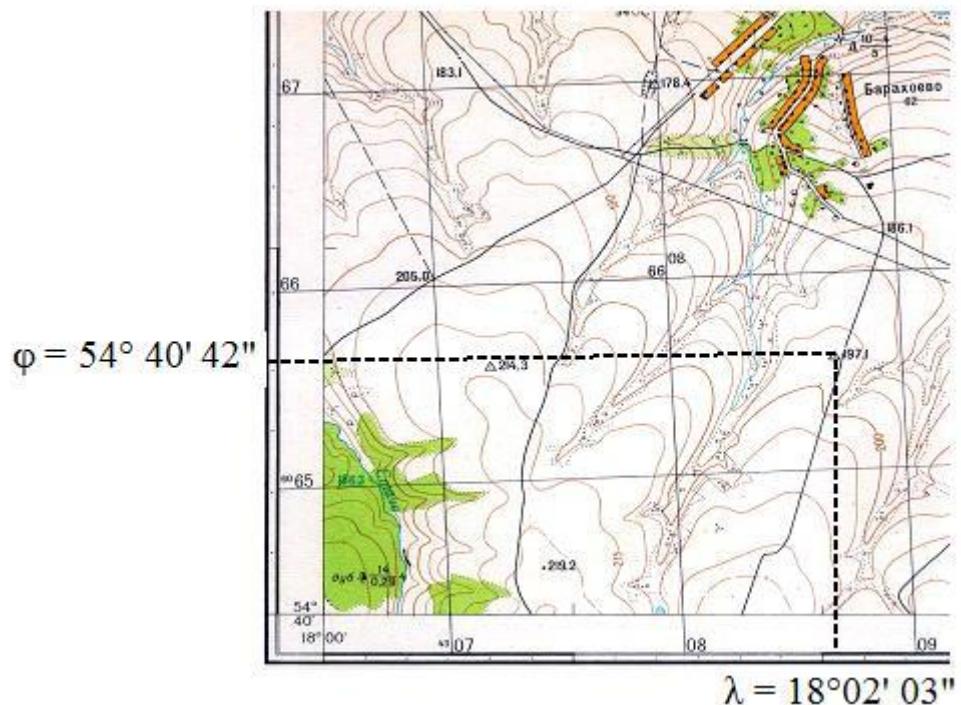


Рисунок 7 – Определение географических координат

Пример: Опустим перпендикуляры (см. рисунок 7) на западный меридиан (т.е. проведем параллель через заданную точку) и южную параллель (т.е. проведем меридиан через заданную точку). Широта юго-западного угла рамки равна $54^{\circ}40'$, долгота - $18^{\circ}00'$. Число полных минут (чередующихся черных и белых полос) до опущенного перпендикуляра на меридиан составляет 0, а секунд (число точек) - 4 и на глаз определяем десятие (2). Отметим, что $1' = 60''$ (секунд), т.е. одна секундная точка на карте равна $10''$. Тогда искомая широта равна

$$\varphi = 54^\circ 40' + 0' + 4,2 \cdot 10'' = 54^\circ 40' 42''.$$

До опущенного на параллель перпендикуляра подсчитываем число полных минут (черная и белая полосы) - 2, секунд – 0 точек и оцениваем на глаз десятые (3), вычисляем долготу:

$$\lambda = 18^\circ 00' + 2' + 0,3 \cdot 10'' = 18^\circ 02' 03''.$$

2.2. Прямоугольные координаты

Прямоугольными координатами называются линейные величины абсцисса и ордината, определяющие относительное положение заданной точки на плоскости. В равноугольной проекции Гаусса - Крюгера абсцисса точки (координата x) - это расстояние от экватора до заданной точки в метрах, ордината точки (координата y) - это расстояние от осевого меридиана зоны до заданной точки.

В геодезии в отличие от системы координат, принятой в математике, ось абсцисс расположена вертикально и параллельна осевому меридиану зоны, а ось ординат - горизонтально и параллельна линии экватора. Чтобы ординаты были всегда положительными, точка О начала координат в геодезии имеет координаты (0; 500 км). Поэтому ординаты объектов, расположенные к западу от осевого меридиана, имеют $y < 500$ км, а к востоку $y > 500$ км. Если объект (рисунок 8) имеет прямоугольные координаты (6065610, 4307260), то это значит, что $x = 6065$ км 610 м – это расстояние точки до экватора, $y = (4)307$ км 260 м, где 4 - это номер зоны в проекции Гаусса-Крюгера, а 312 км 345 м - это расстояние от осевого меридиана зоны к западу.

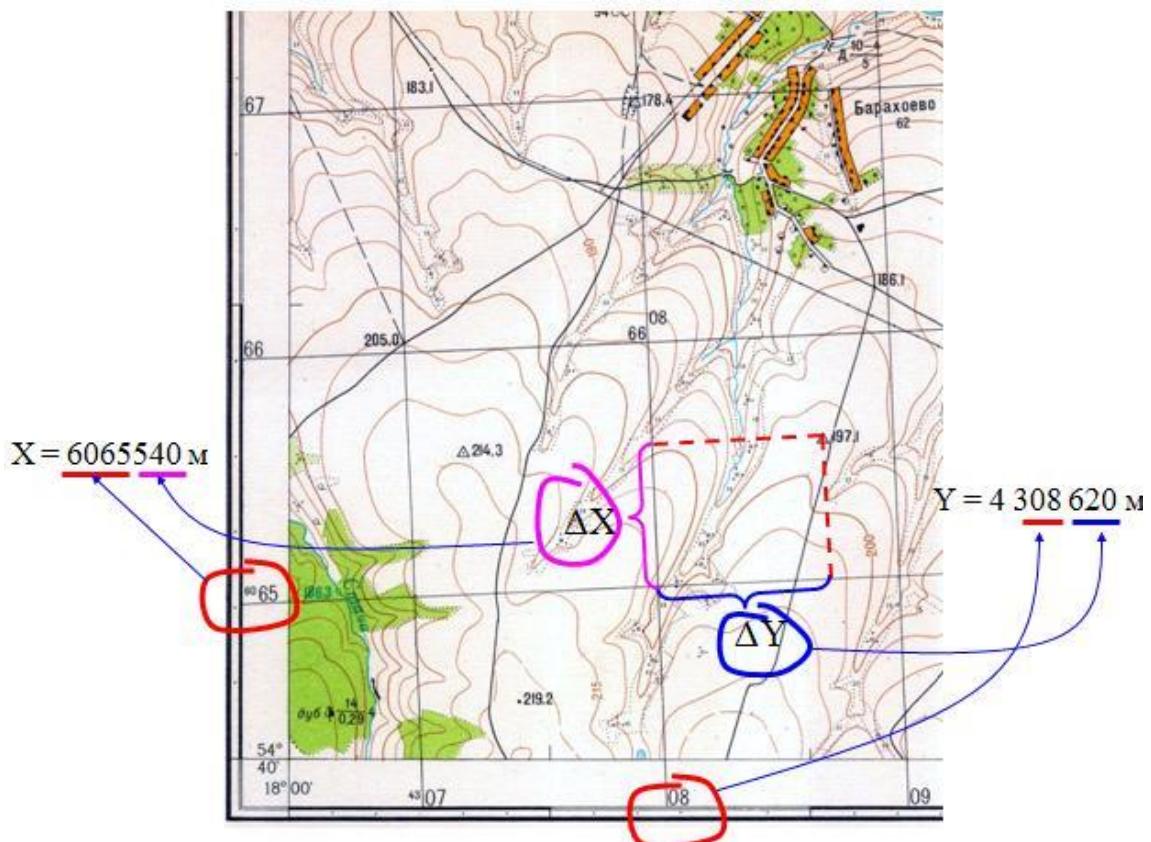


Рисунок 8 – Определение прямоугольных координат

Пример: Для определения прямоугольных координат точки (см. рисунок 8) пользуются измерителем и линейным масштабом. Искомые координаты получают по формулам:

$$x = x_0 + \Delta x; \quad (3)$$

$$y = y_0 + \Delta y; \quad (4)$$

где x_0 - оцифровка нижней километровой линии квадрата;

Δx - расстояние от ближайшей нижней (южной) километровой линии квадрата до заданной точки;

y_0 - оцифровка левой вертикальной линии квадрата;

Δy – расстояние от ближайшей левой (западной) километровой линии квадрата до заданной точки.

Чтобы найти Δx , измерителем берут раствор по перпендикуляру от точки до ближайшей нижней (южной) километровой линии и по линейному масштабу находят это расстояние в метрах. Расстояние от ближайшей южной

километровой линии, подписанной 6065 (x_0), до указанной точки получилось равным 540 м. В результате абсцисса точки с отметкой 149,7 будет равна:

$$X_{149,7} = 6065000 + 540 = 6065540$$

Для нахождения ординаты с помощью линейного масштаба измеряют расстояние в метрах по перпендикуляру от точки до ближайшей левой (западной) километровой линии ($\Delta y = 342$ м) и его величину приписывают справа к записи ближайшей левой (западной) километровой линии ($y_0 = 4312$). Тогда ордината точки с высотой 149,7 будет равна:

$$Y_{149,7} = 4308000 + 620 = 4308620$$

Запишем прямоугольные координаты точки:

$$(6065540, 4308620).$$

2.3. Инструкционная карта по выполнению практической работы №2

Тема: Определение географических и прямоугольных координат

Цель: Научиться определять географические и прямоугольные координаты по планам и картам.

Используемое оборудование и материалы:

- инструкционная карта и методические рекомендации;
- комплект учебных топографических карт;
- чертежные принадлежности;
- миллиметровка или бумага формата А4;
- калькулятор.

При выполнении практической работы необходимо:

1) Начертить рамку сплошными толстыми основными линиями: с трех сторон на расстоянии 5 мм от края листа, а сверху - на расстоянии 20 мм. В правом нижнем углу чертежа поместить основную надпись (*см. приложение B*).

2) Изучить оформление листа топографической карты, построение и оцифровку линий сетки плоских прямоугольных и географических координат.

- 3) Произвольно выбрать семь любых объектов и определить их географические и прямоугольные координаты (λ , φ , x и y).
- 4) Построить таблицу и занести туда результаты измерений (см. табл. 3). Размеры таблицы приведены в *приложении Д рис. 23.*

Таблица 3 – Географические и прямоугольные координаты

Объект	Географические координаты		Прямоугольные координаты	
	λ	φ	x	y
Вороново	18°2' 3" в. д.	54°40'10" с. ш.	6065150	4314285
Беличи	18°4' 10" в. д.	54°41'3" с. ш.	6066250	4317375
Волково	18°1' 5" в. д.	54°42'8" с. ш.	6067150	4313125
Сидорово	18°2' 25" в. д.	54°41'12" с. ш.	6066250	4315400
Снов	18°3' 40" в. д.	54°42'20" с. ш.	6067350	4316400
Кирпичный	18°1' 8" в. д.	54°43'15" с. ш.	6068255	4314285
Добрынино	18°4' 1" в. д.	54°40'5" с. ш.	6065700	4317285

Пример оформления практической работы приведен в приложении Д.

2.4. Вопросы для самоконтроля

1. Что такое географические координаты? Опишите последовательность определения географических координат точки на карте
2. Что такое прямоугольные координаты? Опишите последовательность определения прямоугольных координат точки на карте.
3. Опишите последовательность определения географических координат точки на карте.
4. Что показывает первая цифра у четырех и две первых – у пятизначных значений ординат километровой сетки, выписанных на карте?
5. Что показывают четыре цифры у четырехзначных значений абсцисс километровой сетки, выписанных на карте?

6. Что такое абсцисса точки в равноугольной проекции Гаусса - Крюгера?
7. Что такое ордината точки в равноугольной проекции Гаусса - Крюгера?

3.1. Практическая работа №3 Определение по карте отметок точек, уклонов линий, заложений

Рельеф - это совокупность неровностей земной поверхности.

Абсолютной высотой точки (или просто *высотой* H) называют отрезок отвесной линии (расстояние) от этой точки до уровенной поверхности, принятой за начало отсчета высот.

В нашей стране началом отсчета высот служит нуль Кронштадского футштока, на котором чертой отмечен средний уровень воды в Финском заливе Балтийского моря, поэтому система высот называется Балтийской. Принятая для топографической карты система высот подписывается под южной рамкой листа. Если высоту определяют относительно какой-либо уровенной поверхности, проходящей через произвольную точку, то ее называют *относительной высотой*. Разность высот двух точек называют *превышением* h между точками. Превышение между точками может быть, как положительным, так и отрицательным.

На современных топографических картах *рельеф* изображают *горизонталями*, дополненными абсолютными отметками и *бергштрихами*.

Бергштрих (указатель направления ската) — это черточка, перпендикулярная горизонтали, указывающая направление ската (рисунок 9).

Горизонталь - это линия на земной поверхности (воображаемая), проходящая через точки с одинаковыми высотами. *Горизонтали* получают

путем сечения земной поверхности горизонтальными параллельными плоскостями (уровенными поверхностями), которые отстоят одна от другой на одинаковом расстоянии. Это расстояние называется *высотой сечения рельефа* (h_c).

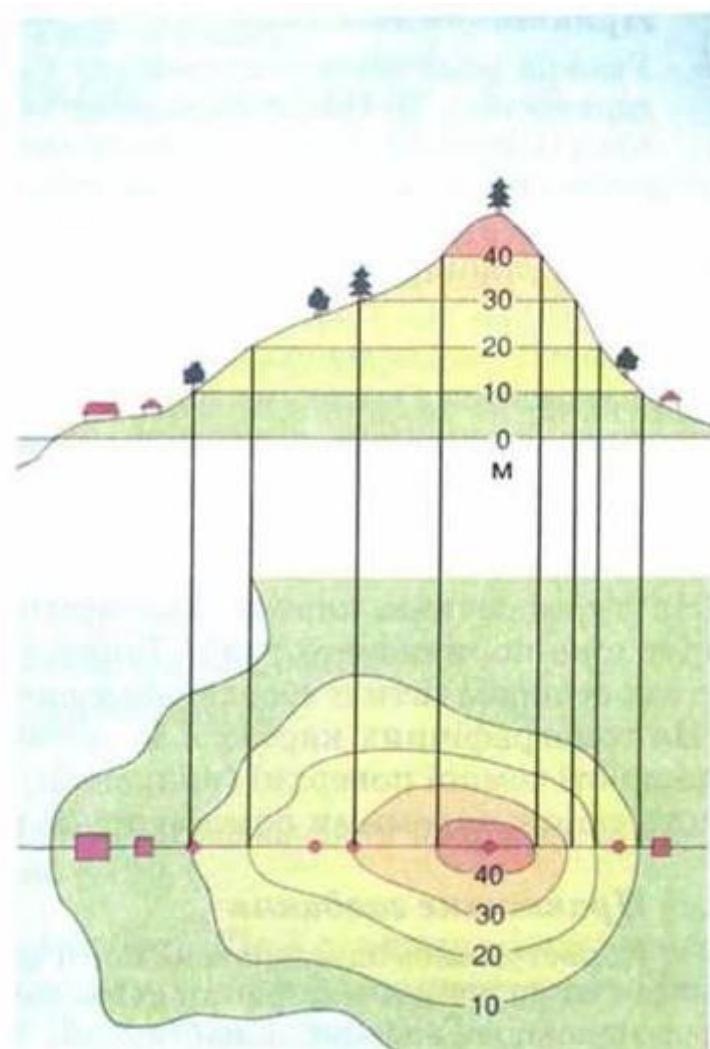


Рисунок 9 – Изображение рельефа горизонталями

Свойства горизонталей:

- 1) горизонтали – это замкнутые кривые;
- 2) горизонтали не пересекаются;
- 3) высоты горизонталей всегда кратны высоте сечения h_c ;

4) чем меньше расстояние между горизонталями, тем больше перепад высот на местности.

Из всех разнообразных неровностей земной поверхности можно выделить так называемые *основные формы рельефа* (рисунки 10 и 11). К ним относятся *гора, котловина, хребет, лощина и седловина*.

Гора (или холм) – это возвышенность конусообразной формы. Она имеет характерную точку – *вершину*, *боковые скаты* (или склоны) и характерную линию – *линию подошвы*. *Линия подошвы* – это линия слияния боковых скатов с окружающей местностью. На скатах горы иногда бывают горизонтальные площадки, называемые *уступами*.

Котловина – это углубление конусообразной формы. Котловина имеет характерную точку – *дно*, *боковые скаты* (или склоны) и характерную линию – *линию бровки*. *Линия бровки* – это линия слияния боковых скатов с окружающей местностью.

Хребет – это вытянутая и постепенно понижающаяся в одном направлении возвышенность. Он имеет характерные линии: одну линию *водораздела*, образуемую боковыми скатами при их слиянии вверху, и две линии *подошвы*.

Лощина – это вытянутое и открытое с одного конца постепенно понижающееся углубление. Лощина имеет характерные линии: одну линию *водослива* (или линию *тальвега*), образуемую боковыми скатами при их слиянии внизу, и две линии *бровки*.

Седловина – это небольшое понижение между двумя соседними горами; как правило, седловина является началом двух лощин, понижающихся в противоположных направлениях. Седловина имеет одну характерную точку – *точку седловины*, располагающуюся в самом низком месте седловины.

Существуют разновидности перечисленных основных форм, например, разновидности лощины: *долина*, *овраг*, *каньон*, *промоина*, *балка* и т. д. Иногда разновидности основных форм характеризуют особенности рельефа конкретного участка местности, например, в горах бывают *пики* – *остроконечные вершины гор*, *ущелья*, *теснини*, *щеки*, *плато*, *перевалы* и т. д.

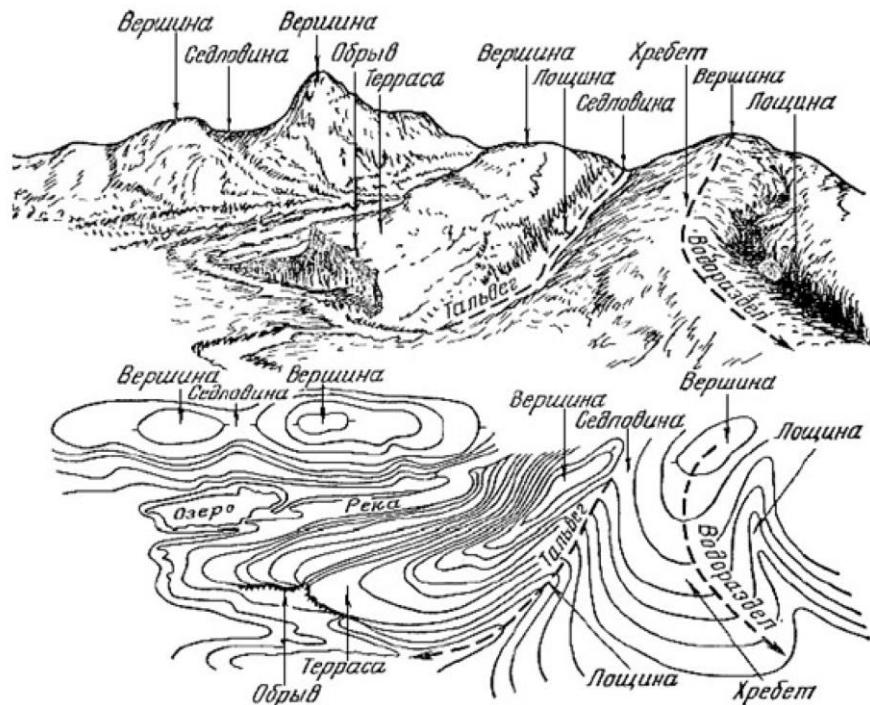


Рисунок 10 – Рельеф местности

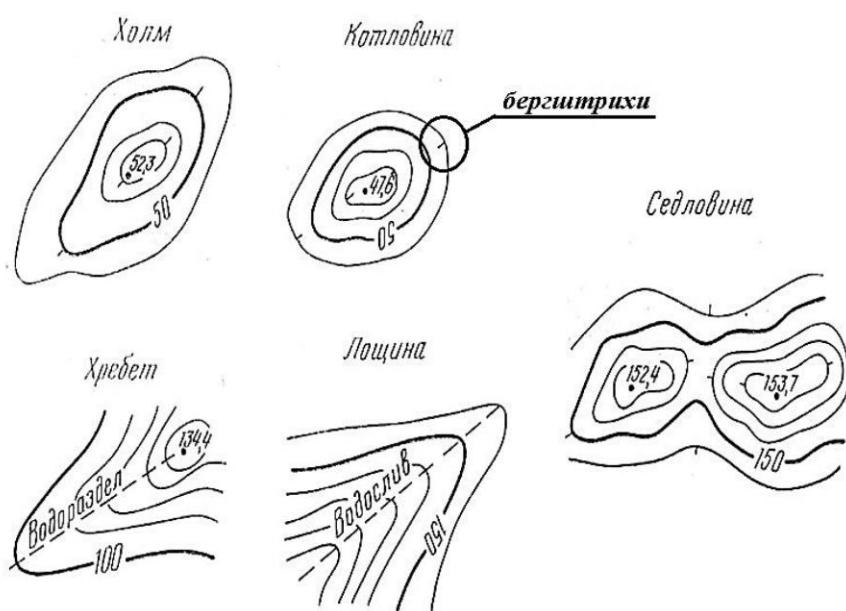


Рисунок 11 – Характерные формы рельефа

3.2. Определение отметок точек

Существуют различные варианты расположения точек.

1. Точка i расположена на горизонтали.

В этом случае отметка точки будет равна отметке горизонтали.

Пример: Определить высоту выделенной утолщенной горизонтали (рисунок 12) при высоте сечения $h_c = 2,5$ м.

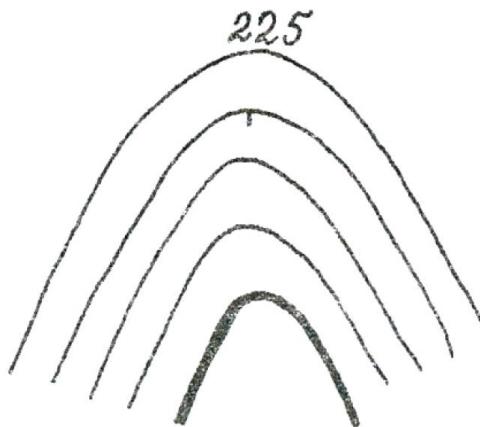


Рисунок 12 – Определение высоты горизонтали

Высоту горизонтали определяют по ближайшей подписанной горизонтали. Это горизонталь с высотой 225 м. Между ней и выделенной горизонталью четыре промежутка, а основание подписи и направление бергштриха указывают на понижение высоты местности. Поэтому высота искомой горизонтали будет равна:

$$225 \text{ м} - (2,5 \text{ м} \cdot 4) = 215 \text{ м.}$$

2. Точка i расположена между горизонталями.

В этом случае отметка точки H_i будет равна:

а) отметке ближайшей нижней горизонтали (т.е. горизонтали с меньшей отметкой H_h) плюс превышение h_h точки над этой горизонталью:

$$H_i = H_h + h_h \quad (5)$$

б) отметке ближайшей верхней горизонтали (т.е. горизонтали с большей отметкой H_b) минус превышение h_b этой горизонтали над точкой:

$$H_i = H_b - h_b \quad (6)$$

Превышение h_h точки i над нижней горизонталью вычисляется по формуле:

$$h_h = \frac{l_1}{a} h_{\text{сеч}}$$
 (7)

Превышение h_b верхней горизонтали над точкой i вычисляется по формуле:

$$h_b = \frac{l_2}{a} h_{\text{сеч}}$$
 (8)

где l_1 — расстояние от точки до ближайшей нижней горизонтали, мм;

l_2 — расстояние от точки до ближайшей верхней горизонтали, мм;

a — заложение ската, м;

h_c — высота сечения рельефа, м.

Пример: Определить отметку H_i точки i , лежащей между горизонталями (высота сечения рельефа $h_c = 2,5$ м, рисунок 13).

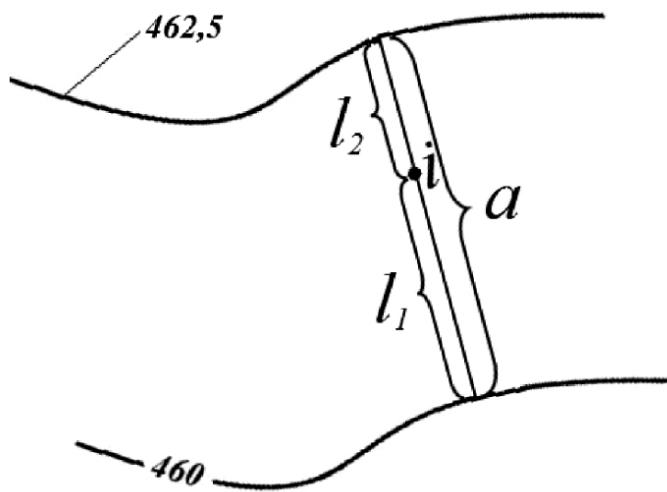


Рисунок 13 – Определение отметки точки между горизонталями

- 1) Карандашом по линейке проводят линию через определяемую точку перпендикулярно ближайшим нижней и верхней горизонталям.
- 2) Используя измеритель и линейку, измеряют длины отрезков l_1 , l_2 , а на карте: $l_1=10$ мм; $l_2=6$ мм; $a=17$ мм.

Выполняют контроль измерений. Должно выполняться условие:

$$|(l_1 + l_2) - a| \leq 0,5 \text{мм.}$$

В нашем случае $|10\text{мм} + 6\text{мм}| = 17\text{мм} \leq 5\text{мм}$ – условие выполнено.

Примечание: если условие не выполнено, то необходимо заново выполнить измерения.

3) Вычисляют превышения $h_{\text{н}}$ и $h_{\text{в}}$:

$$h_{\text{н}} = \frac{l_1}{a} h_{\text{сеч}} = \frac{10 \text{ мм}}{17 \text{ мм}} * 2,5 = 1,5 \text{ м};$$

$$h_{\text{в}} = \frac{l_2}{a} h_{\text{сеч}} = \frac{6 \text{ мм}}{17 \text{ мм}} * 2,5 = 0,9 \text{ м.}$$

4) Вычисляют дважды (с контролем) отметку точки i :

$$H_i' = H_{\text{н}} + h_{\text{н}} = 460\text{м} + 1,5\text{м} = 461,5\text{м};$$

$$H_i'' = H_{\text{в}} - h_{\text{в}} = 462,5\text{м} - 0,9\text{м} = 561,6\text{м.}$$

Выполняют контроль вычислений. Должно выполняться условие:

$$|H_i'' - H_i'| \leq 0,3\text{м.}$$

В нашем случае:

$$|H_i'' - H_i'| = |461,6 - 461,5| = 1\text{мм} \leq 0,3\text{м} – \text{условие выполнено.}$$

3. Точка расположена на вершине горы (холма) или на дне котловины.

a) Точка i расположена на вершине горы или холма (рисунок 14).

Отметка H_i точки i будет равна отметке ближайшей нижней горизонтали (т.е. горизонтали с меньшей отметкой $H_{\text{н}}$) плюс превышение $h_{\text{н}}$ точки над этой горизонталью; причем превышение $h_{\text{н}}$ принимается равным половине высоты сечения рельефа:

$$H_i = H_{\text{н}} + h_{\text{н}} = H_{\text{н}} + \frac{1}{2} h_{\text{сеч}} \quad (9)$$

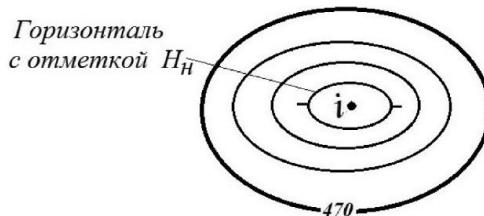


Рисунок 14 – Точка расположена на вершине горы

б) Точка i расположена на дне котловины (рисунок 15).

Отметка H_i точки i будет равна отметке ближайшей верхней горизонтали (т.е. горизонтали с большей отметкой H_e) минус превышение h_e этой горизонтали над точкой; причем превышение h_e принимается равным половине высоты сечения рельефа:

$$H_i = H_B - h_B = H_B - \frac{1}{2} h_{\text{сеч}} \quad (10)$$

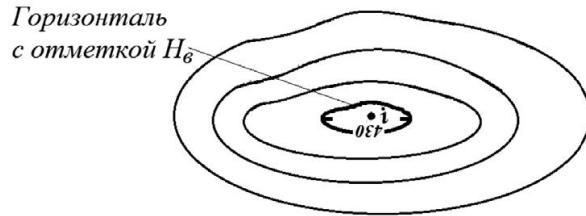


Рисунок 15 – Точка расположена на дне котловины

4. Точка i расположена на седловине.

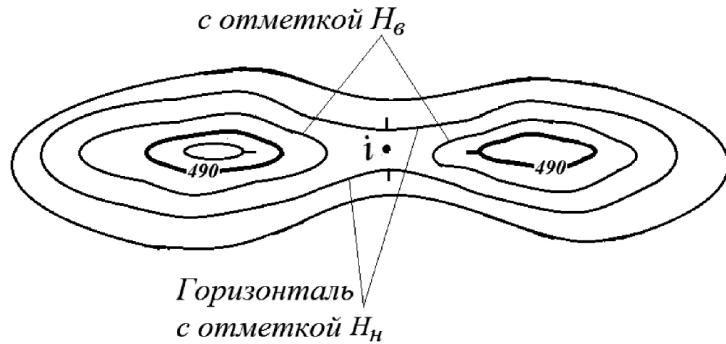


Рисунок 16 – Точка расположена на седловине

Отметку H_i точки i можно вычислить дважды (с контролем):

$$H'_i = H_h + h_h = H_h + \frac{1}{2} h_{\text{сеч}} \quad (11)$$

$$H''_i = H_B - h_B = H_B - \frac{1}{2} h_{\text{сеч}} \quad (12)$$

Расхождение отметок и не должно превышать погрешности округления (0,1м при $h_c=2,5$ м).

3.3. Определение крутизны ската

По топографической карте можно определить уклон линии на местности. Уклон i линии - это отношение превышения h между двумя точками к горизонтальному проложению S , выраженное в тысячных долях или в процентах:

$$i = \operatorname{tg} \nu = (h / S) \cdot 100\% \quad (13)$$

где: ν – угол наклона, (град.);

h – высота сечения рельефа, м;

S – горизонтальное проложение, м.

Уклон линии может быть, как положительным, так и отрицательным в зависимости от знака превышения h . Уклон линии между точками, лежащими на соседних горизонталях, равен отношению высоты сечения рельефа к расстоянию между этими горизонталями (заложение), измеренному по карте.

Уклон линии характеризует крутизну ската, которая характеризуется вертикальным углом ν и измеряется в градусах.

При работе с картой или планом угол наклона либо уклон определяют, пользуясь графиками, которые помещают под южной рамкой топографических карт и планов.



Рисунок 17 – График заложений для углов наклона

Для определения крутизны ската (например, угла наклона v) берут расстояние между точками на двух соседних основных горизонталях измерителем (измерительным циркулем). Далее прикладывают измеритель к графику заложения для углов наклона и ищут такое положение, когда игла одной ножки измерителя будет на основании графика, а другая игла второй ножки — на кривого графика (рисунок 18). При этом обе иглы должны располагаться на одном перпендикуляре к основанию графика. Производят отсчет по шкале значений угла наклона до десятых долей деления:

$$v = 1^\circ + 0,4^\circ = 1,4^\circ$$

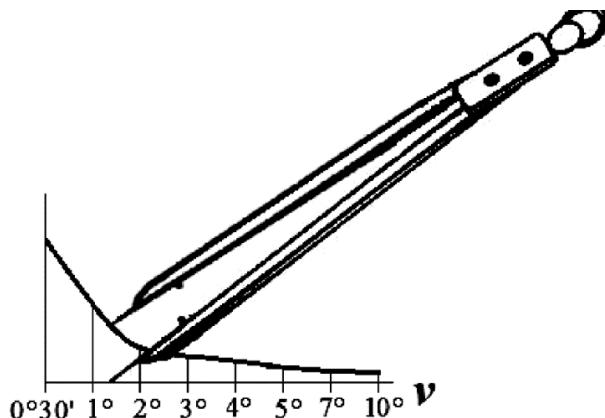


Рисунок 18 – Определение крутизны ската

Пример: Пусть требуется определить крутизну ската и уклон вдоль отрезка ab (рисунок 19 и 20). Взяв отрезок ab в раствор циркуля, перемещают нижнюю ножку циркуля вдоль основания основного масштаба заложений до тех пор, пока верхняя точка не окажется на кривой. В данном примере крутизна ската равна $3,6^\circ$.

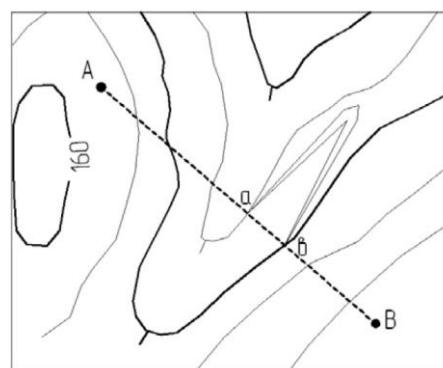


Рисунок. 19 – Изображение фрагмента карты



Рисунок 20 – График заложений для углов наклона

Определяем уклон i :

1. Измеряем на карте *горизонтальное проложение (S) отрезка ab* с помощью линейного масштаба (расстояние между двумя соседними горизонталями по заданному направлению, рисунок 19), которое получилось равным 80 м.

2. Высота сечения рельефа (h) равна 5 м.

3. Угол наклона (v) равен $3,6^\circ$, который был определен с помощью графика заложения (рисунок 20).

4. Подставляем в формулу и уклон равен:

$$i = (h / S) \cdot 100\% = (5/80) \cdot 100\% = 0,06 \cdot 100\% = 6\%$$

или

$$i = \operatorname{tg} v = \operatorname{tg} 3,6^\circ = 0,06 \text{ м}$$

Вывод: Уклон $i = 0,06$ показывает, что линия местности повышается или понижается на 6 см через каждые 5 м.

3.4. Инструкционная карта по выполнению практической работы №3

Тема: Определение по карте отметок точек, уклонов линий, заложений.

Цель: Изучить системы отсчета высот и способы изображения рельефа местности на топографических картах, научиться определять плановые очертания элементарных форм рельефа, абсолютные высоты точек на карте их относительные превышения, направление и крутизну скатов.

Используемое оборудование и материалы:

- инструкционная карта и методические рекомендации;
- комплект учебных топографических карт;
- чертежные принадлежности;
- миллиметровка или бумага формата А4;
- калькулятор.

При выполнении практической работы необходимо:

1) Начертить рамку сплошными толстыми основными линиями: с трех сторон на расстоянии 5 мм от края листа, а слева - на расстоянии 20 мм. В правом нижнем углу чертежа поместить основную надпись (*см. приложение В*).

2) Внимательно изучить топографическую карту с горизонталиями. Визуально определить формы рельефа.

3) Определить высотные отметки точек А и Б (по указанию преподавателя).

4) Определить максимальную и минимальную крутизну ската по линии между горизонталиями (по указанию преподавателя) расчетным способом и по графику заложений.

Пример оформления практической работы приведен в приложении Е.

3.5. Вопросы для самоконтроля

1. Что называется рельефом местности?
2. Перечислите основные формы рельефа, дайте определение каждой из них, укажите характерные точки и линии рельефа.
3. Что называется горизонталью и бергштрихом?
4. Что называется высотой сечения рельефа?
5. Изобразите при помощи горизонталей и бергштрихов основные формы рельефа, на полученных чертежах покажите характерные точки и линии рельефа.
6. Чем характеризуется крутизна ската местности, что называется уклоном?

7. Как определить уклон и крутизну ската?
8. Перечислите свойства горизонталей.
9. Как определить высотную отметку точки, если она расположена между горизонталями?
10. Что такое абсолютная и относительная высоты?

4.1. Практическая работа №4 Построение профиля местности участка трассы

Профиль — это уменьшенное изображение сечения земной поверхности отвесной плоскостью.

Пример: На карте задано направление AB , для которого необходимо построить продольный профиль (рисунки 21 и 22).

Построение профиля ведут в следующей последовательности:

- для построения профиля к линии AB прикладывают согнутую полоску миллиметровой бумаги, по краю которой отмечают карандашом точки пересечения линии AB с горизонтальными;
- развернув лист миллиметровой бумаги, по сгибу проводят горизонтальную линию и вычерчивают вниз таблицу (рисунок 22);
- с учётом высоты сечения и направления ската вычислить отметки (высоты) полученных точек и записать в графу «Отметки» (единицы измерения – метры). В этом случае горизонтальный масштаб профиля равен масштабу карты $M_\Gamma 1:25\ 000$;
- в графике «Расстояния» последовательно отложить отрезки равные измеренным расстояниям между точками пересечения. Расстояния подписываются, исходя из масштаба (в 1 см 250 м), т. е. расстояние между отрезками в см надо умножить на масштаб (250 м) и мы получим расстояние на местности. Например, $1,2 \text{ см} \cdot 250 \text{ м} = 300 \text{ м}$;
- определяют уклоны заданных расстояний. Например, определить уклон i от $m. A$ до $m. I$ (см. рис. 22):

$$i = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{s}, \quad (14)$$

где: H_{\max} — максимальная отметка заданного расстояния, м;

H_{\min} — минимальная отметка заданного расстояния, м;

s — горизонтальное проложение, м.

$$i = \frac{211,6 - 210}{100} = 0,016 \text{ м}$$

Переводим в промилле:

$$0,016 * 1000 = 16\%$$

- вверх от *m. A* вычерчиваем вертикальную шкалу. Вертикальный масштаб обычно берут в 10 раз крупнее горизонтального или принимают таким, чтобы рельеф был выражен. В нашем примере возьмём $M_B 1:500$;
- вычисляют условный горизонт (*УГ*) – отметку, от которой начинают построение профиля.

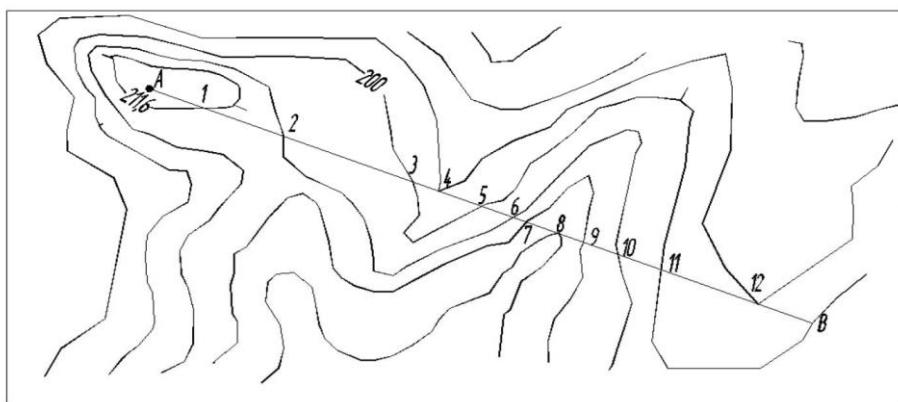


Рисунок. 21 – Изображение фрагмента карты

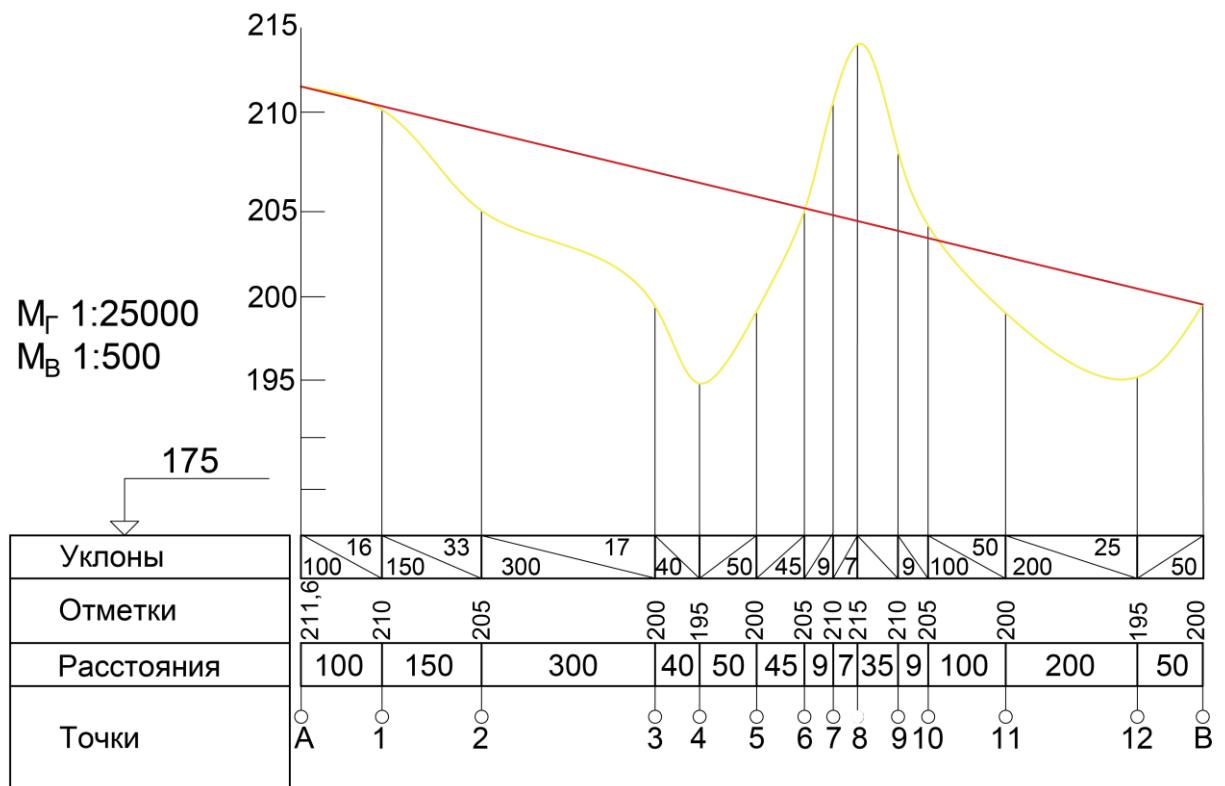


Рисунок 22 – Построенный профиль местности участка трассы

4.2. Инструкционная карта по выполнению практической работы №4

Тема: Построение профиля местности участка трассы.

Цель: Научится строить профиль местности участка трассы, нанесенного на карте.

Используемое оборудование и материалы:

- инструкционная карта и методические рекомендации;
- комплект учебных топографических карт;
- чертежные принадлежности;
- миллиметровка или бумага формата А4;
- калькулятор.

При выполнении практической работы необходимо:

- 1) Начертить рамку сплошными толстыми основными линиями: с трех сторон на расстоянии 5 мм от края листа, а сверху - на расстоянии 20 мм. В правом нижнем углу чертежа поместить основную надпись (см. *приложение В*).
- 2) В нижней левой части листа миллиметровой бумаги перед основной надписью, отступив слева по одному сантиметру, вычерчивают упрощенный штамп продольного профиля (см. *приложение Ж рис. 24*).
- 3) На карте прочерчивают линию между двумя заданными точками.
- 4) На профильной линии отмечают точки пересечения этой линии с основными и дополнительными горизонталями.
- 5) На листе миллиметровой бумаги проводят прямую линию, которая будет являться основанием профиля.
- 6) Перегибают лист по основанию профиля и совмещают основание профиля с профильной линией.
- 7) Переносят с карты на основание профиля заданные начальную и конечную точки, а также все отмеченные на профильной линии точки. Определяют и подписывают отметки этих точек.
- 8) Определяют уклоны заданных расстояний.

9) Выбирают из имеющихся отметок наименьшую отметку, округляют ее в меньшую сторону до десятков метров. Полученное число будет отметкой условного горизонта (отметкой основания профиля).

10) В имеющихся на основании профиля точках восстанавливают перпендикуляры и в выбранном вертикальном масштабе на этих перпендикулярах откладывают отрезки, равные отметкам соответствующих точек.

11) Концы перпендикуляров соединяют плавной линией.

12) Проводят прямую линию, соединяя начальную и конечную точки. Если эта линия не пересекает линию профиля, то делают вывод о наличии видимости между точками. В противном случае видимость отсутствует.

Пример оформления практической работы приведен в приложении Ж.

4.3. Вопросы для самоконтроля

1. Что называется профилем?
2. Перечислите последовательность построения профиля.

Заключение

Методические указания для выполнения практических работ «Решение геодезических задач по карте» содержат весь необходимый теоретический материал, что поможет студентам специальности 08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов освоить и читать топографические планы и карты и пользоваться ими для решения различных задач, рассмотренных в данных рекомендациях.

Список источников

1. ГОСТ 22268-76. Геодезия. Термины и определения.
2. Бородко А.В., Савиных В.П. Энциклопедия инженера кадастра в 2-х т. - Геодезкартиздат, 2008. – Т.1. – 496 с.
3. Федотов Г.А. Инженерная геодезия: Учебник. Издательство: Инфра-М, 2016.
4. Файловый архив студентов по геодезии, картографии и навигации «Studfiles». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://https://studfiles.net>

Приложение А. Образец титульного листа
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное автономное профессиональное образовательное
учреждение Тюменской области

«Тюменский колледж производственных и социальных технологий»

Практические работы

Решение геодезических задач по карте

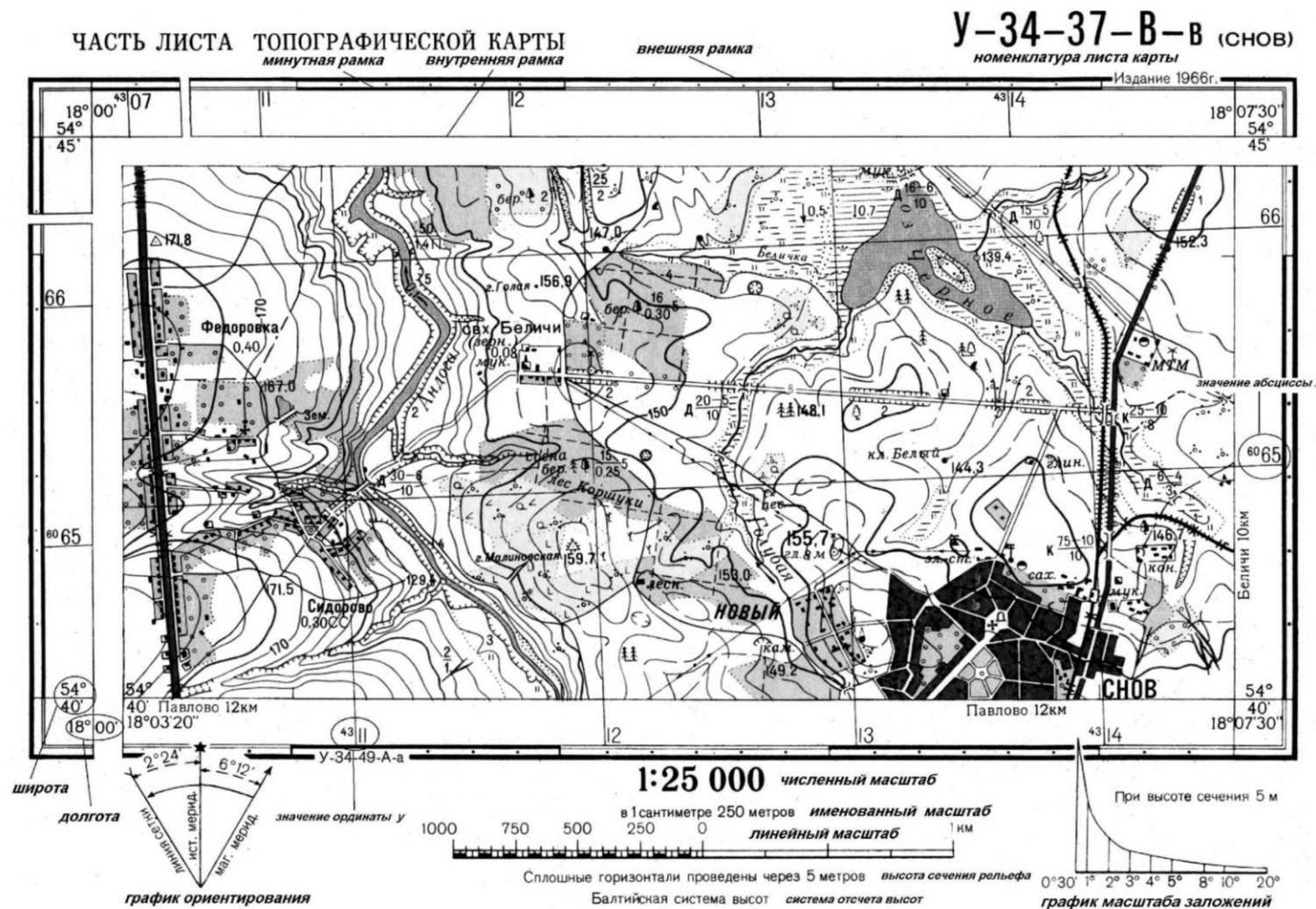
Выполнил: студент (*группа,*

Фамилия, Имя, Отчество)

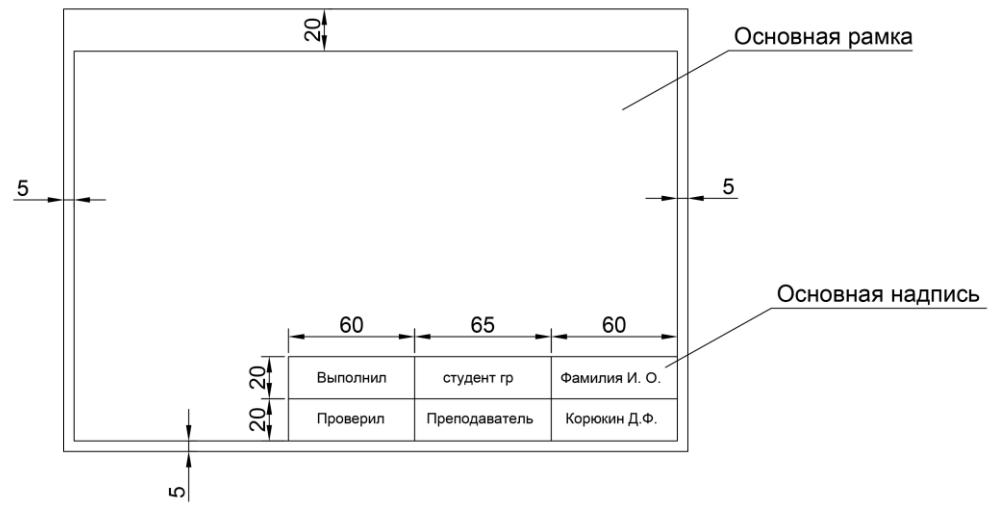
Проверил: Корюкин Д.Ф.

Тюмень (*год*)

Приложение Б. Пример топографической карты



Приложение В. Основные рамка и надписи.



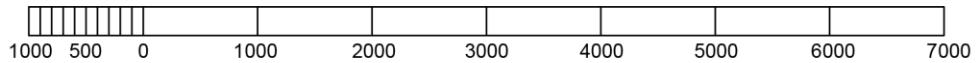
Приложение Г. Пример оформления практической работы №1

Практическая работа № 1

Численный масштаб
1:50000

Именованный масштаб
1 см 500 м

Линейный масштаб



Поперечный масштаб

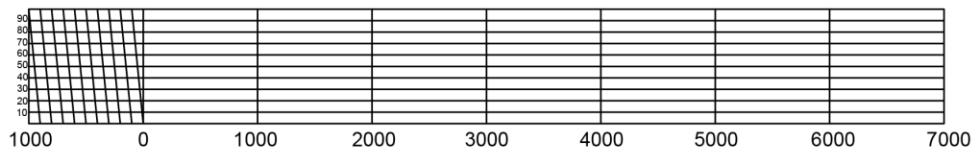


Таблица 1 - Результаты измерений

№	Объекты	Поперечный масштаб	Линейный масштаб	Численный масштаб

Выполнил	студент гр	Фамилия И. О.
Проверил	Преподаватель	Корюкин Д.Ф.

Приложение Д. Пример оформления практической работы №2

Объект	Географические координаты		Прямоугольные координаты	
	Φ	λ	X	Y

Практическая работа № 2
Определение географических и прямоугольных координат

**Место
для
расчетов**

φ - географическая широта, (град., мин., сек.)
λ - географическая долгота, (град., мин., сек.)
X - ось абсцисс, (км, м)
Y- ось ординат, (км, м)

Выполнил	студент гр	Фамилия И. О.
Проверил	Преподаватель	Корюкин Д.Ф.

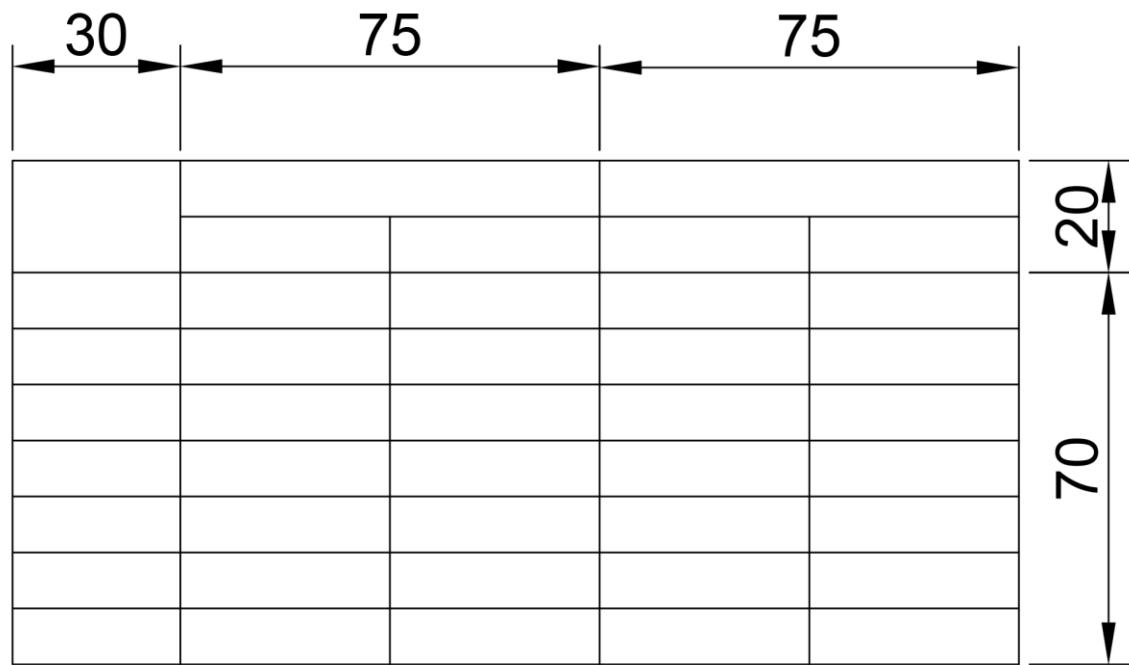
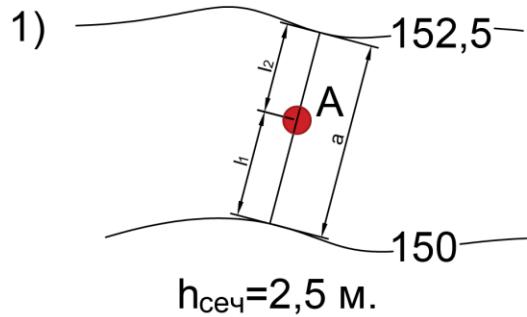


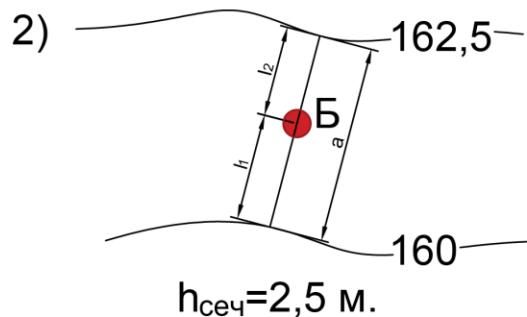
Рисунок 23 – Размеры таблицы определение географических и
прямоугольных координат

Приложение Е. Пример оформления практической работы №3

Практическая работа № 3 Определение по карте отметок точек, уклонов линий и заложений



Место
для
расчетов



Место
для
расчетов

Место для расчетов
при определении
уклонов

Выполнил

студент гр

Фамилия И. О.

Проверил

Преподаватель

Корюкин Д.Ф.

Приложение Ж. Пример оформления практической работы №4

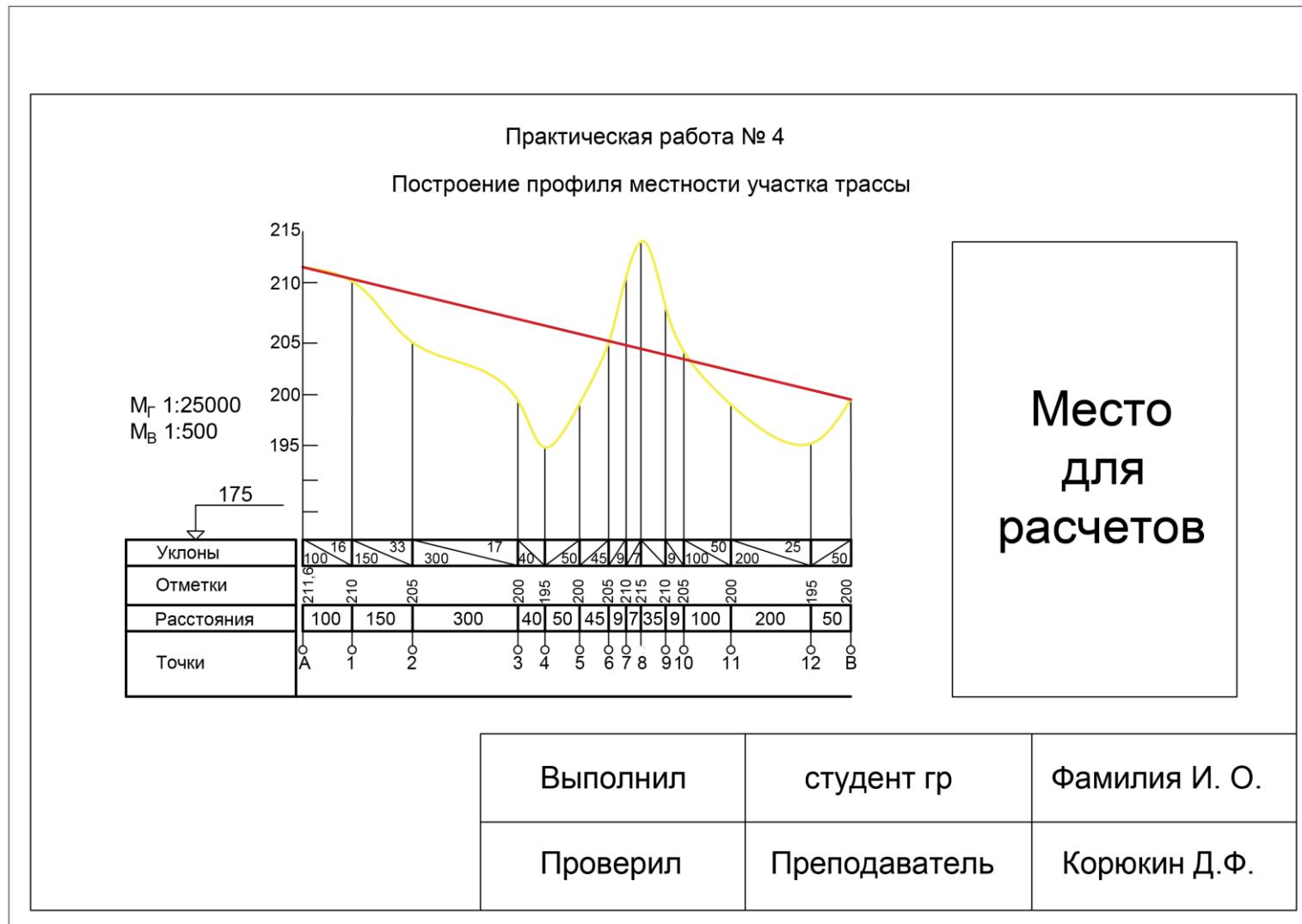




Рисунок 24 – Размеры упрощенного штампа продольного профиля