

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени И. Раззакова**

**ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА И ГОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
имени академика У. Асаналиева**

Кафедра: «Геодезия и маркшейдерское дело»

**МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ
к практическим занятиям по дисциплине
«Общая картография»
для студентов специальности 620000 «Геодезия и землеустройство»
специализация 620101 «Прикладная геодезия»**

Бишкек-2018

«РАССМОТРЕНО»
на заседании кафедры
«Геодезия и маркшейдерское дело»
прот. №2 от 09. 10. 2017 г.

«ОДОБРЕНО»
Учебно-методическим
советом Института горного дела
и горных технологии
им. академика У. Асаналиева

УДК 528.2/3 (072)

Составители: Б.А.Исаев, А.А. Нурдинова, Дуйшонбек кызы Г.

Методическое указание к практическим работам по дисциплине «Общая картография» для студентов специальности: 620000 «Геодезия и землеустройство» ИГД и ГТ им. академика У. Асаналиева; сост.: Б.А.Исаев, А. А. Нурдинова, Дуйшонбек кызы Г; – Бишкек 2018 г.-40с.

В методическом указании подробно описывается работа с топографической картой и приводится порядок построения продольного профиля линии.

Для студентов специальности «Геодезия и землеустройство».

Ил. 36, табл. 8, библиогр.6 назв.

Рецензент
Проектно-исследовательский
Центр «Минерал»
Гл. инженер - маркшейдер

Назырбеков М.

© ИГД и ГТ им. У. Асаналиева
©Б.А.Исаев, А.А. Нурдинова,
Дуйшонбек кызы Г., 2018

Введение

Картография -наука об исследовании, моделировании и отображении пространственного расположения, сочетания и взаимосвязи объектов и явлений природы и общества, является неотъемлемой частью человеческой жизни и истории.

При помощи картографии можно решить задачи по планированию территории и легко проектировать строительство и архитектуру, ввести учет о местности.

Картография развивается по новой технологии, которая работает оперативно и с малой погрешностью— это спутниковая навигация, цифровое картографирование, дистанционное зондирование Земли, аэрокосмические съемки, лазерное сканирование и др.

Чтобы спроектировать строительство сооружений, освоить природные ресурсы, разведать и добыть полезное ископаемое необходимо точные топографические карты.

Геодезия, картография, геоинформатика и спутниковые системы считаются сверхвысокими информационными технологиями.

В каждая практическая работа состоит из цели работ, краткой теоретической сведения, задании, методической рекомендации к выполнению практических работ, контрольных вопросов и рекомендуемого списка литературы.

Расположение материала совпадает с порядком изучения курса «Общей картографии», при этом предусматривается использование учебников, в которых рассматриваются теоретические основы геодезии.

В методическом указании подробно описывается работа с топографической картой и приводится порядок построения продольного профиля линии.

Практическая работа № 1

Тема: Номенклатура топографических карт

Цель работы:

1. Изучить номенклатуру топографических карт.
2. Научиться читать топографическую карту.
3. Научиться решать различные задачи с помощью топографической карты.

Краткие теоретические сведения

Карта, план и профиль местности являются графическими документами которыми изображается земная поверхность.

Степень уменьшения горизонтальных проложений линий местности при изображении на графических документах называется *масштабом* данного документа.

В общем виде масштаб записывается в виде дроби $1: M$, где M - знаменатель масштаба. Например, $1: M = 1:10\ 000$ означает, что расстояние в 1 см на карте соответствует 100 м горизонтального проложения соответствующей линии на местности.

Для того, чтобы получить номенклатуру карт любого масштаба необходимо лист карты масштаба $1 : 1\ 000\ 000$, размеры которого составляют 6° по долготе и 4° по широте.

Внутренней рамкой карты являются параллели и меридианы.

Параллелью называют след от пересечения земной поверхности плоскостью, параллельной плоскости экватора и проходящей через данную точку.

Истинным (географическим) меридианом называется след от пересечения поверхности Земли плоскостью географического меридиана.

Задание:

1. Показать на схемах в пределах листа миллионного масштаба (заданного преподавателем) расположение листов карт масштабов $1 : 500\ 000$, $1 : 300\ 000$, $1 : 200\ 000$, $1 : 100\ 000$. Указать географические координаты углов рамок трапеций, исходного и полученного масштабов, а также размеры их по широте и долготе.
2. Показать на схемах в пределах листа карты масштаба $1 : 100\ 000$ (задается преподавателем) расположение листов карт масштабов $1 : 50\ 000$, $1 : 25\ 000$, $1 : 10\ 000$, $1 : 5\ 000$, $1 : 2\ 000$. Указать номенклатуру, географические координаты углов рамок и размеры в угловой мере получаемых карт каждого масштаба.
3. Определить номенклатуру листа карты $1 : 25\ 000$ и географические координаты углов его рамок по заданным географическим координатам точки, расположенной на этом листе.

4. Определить номенклатуру листов карты, прилегающих к листу. На схеме показать координаты углов рамок всех листов.

Методические рекомендации к выполнению практических работ

Рассмотрим выполнение задания на примерах.

1. Пусть задана номенклатура листа карты масштаба 1 : 1 000 000 - N-44. По схеме расположения листов карты масштаба 1 : 1 000 000(рис.15), данной преподавателем, определяем географические координаты всех углов данного листа и подписываем их на схеме (рис.1). Размер данного листа карты масштаба 1 : 1 000 000 составляет 6° по долготе и 4° по широте. Лист карты данного масштаба является исходным для получения листов карты масштабов 1 : 500 000, 1: 300 000, 1 : 100 000.

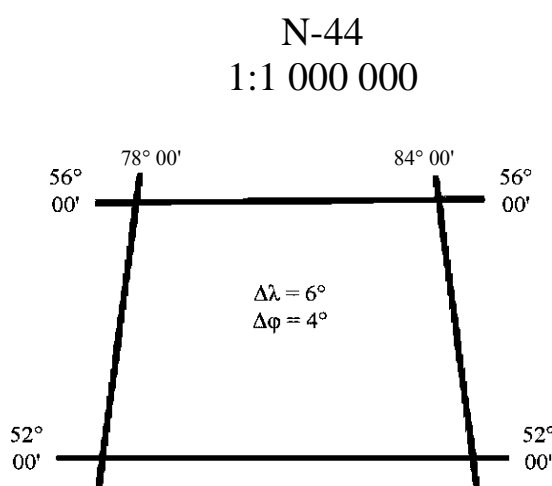


Рис. 1. Схема определения географических координат

Каждый лист обозначается заглавной буквой русского алфавита. На (рис. 2) заштрихован лист карты масштаба 1:500000 N-44-В.

Лист карты масштаба 1: 1000 000 делится на 9 частей параллелями и меридианами. Каждая часть представляет собой лист карты масштаба 1:300000, которые обозначаются римскими цифрами. На (рис. 3а) заштрихован лист карты IX-N-44. Размер одного листа 2° по долготе и 1°20' по широте (рис. 3б).

Лист карты масштаба 1 : 1 000 000 делится на 4 части (рис. 4а). Получаем 4 листа карты масштаба 1 : 500 000. Размер каждого листа равен 3° по долготе и 2° по широте (рис. 4б).

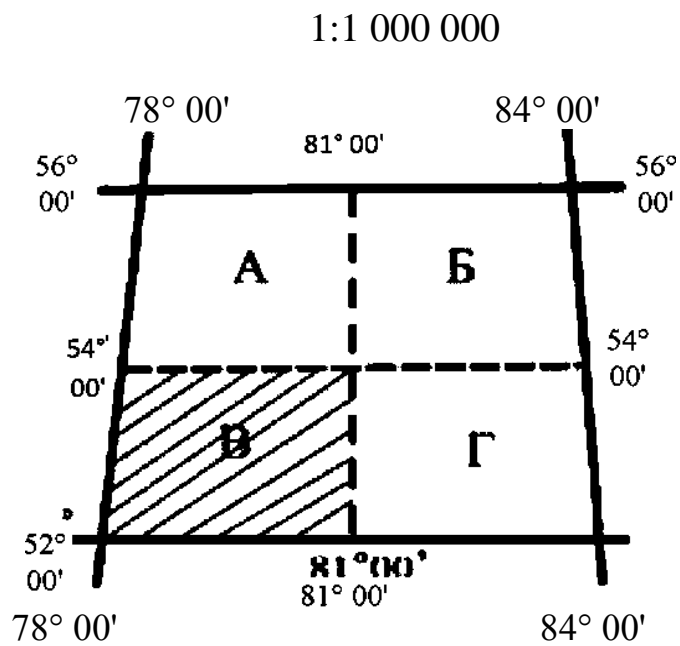


Рис. 2а. Штриховка листа карты N-44-B

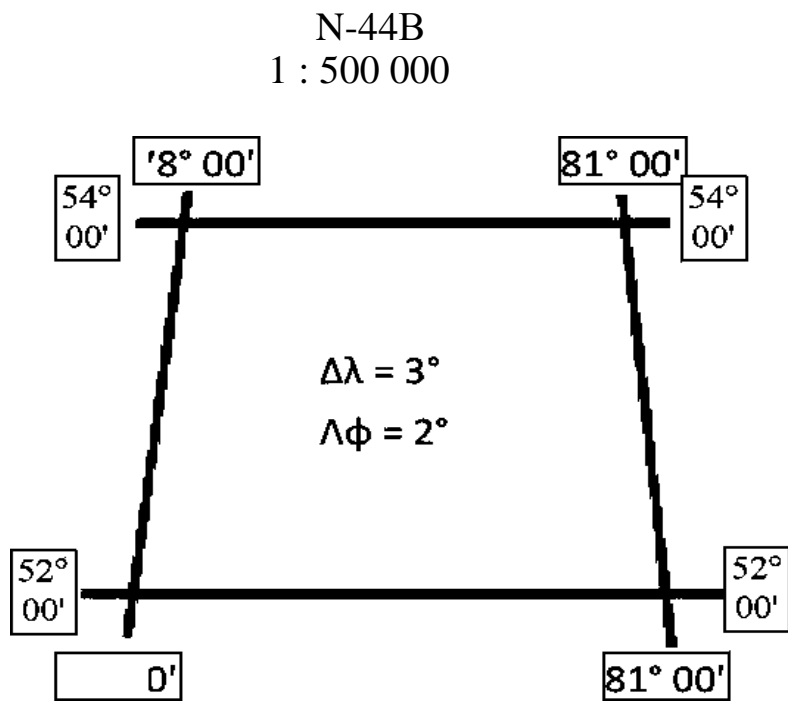


Рис.2 б. Штриховка листа карты N-44-B

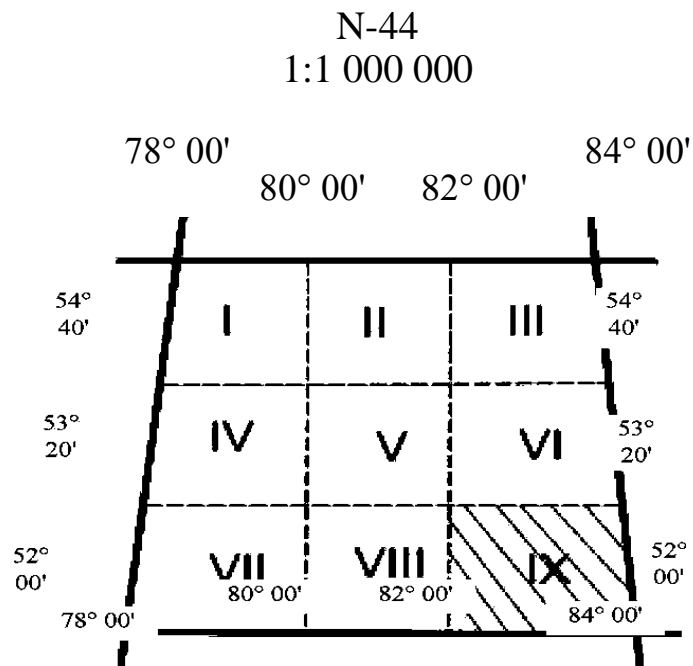


Рис.3 а. Штриховка листа карты IX-N-44

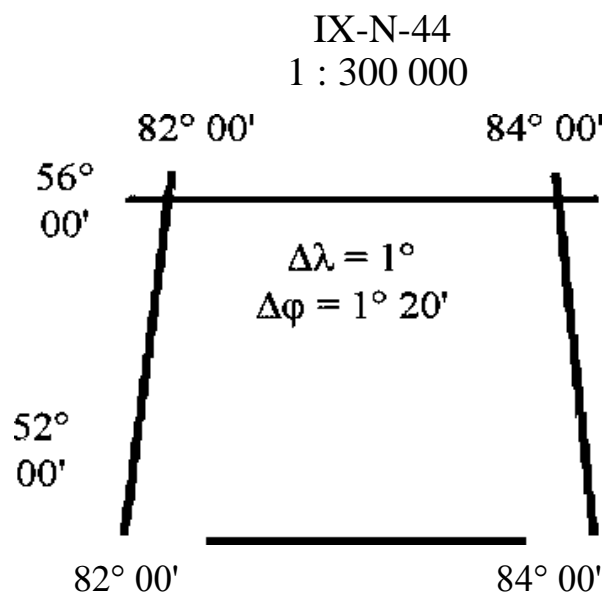


Рис.3 б. Размер листа по долготе и по широте.

N-44

1:1 000 000

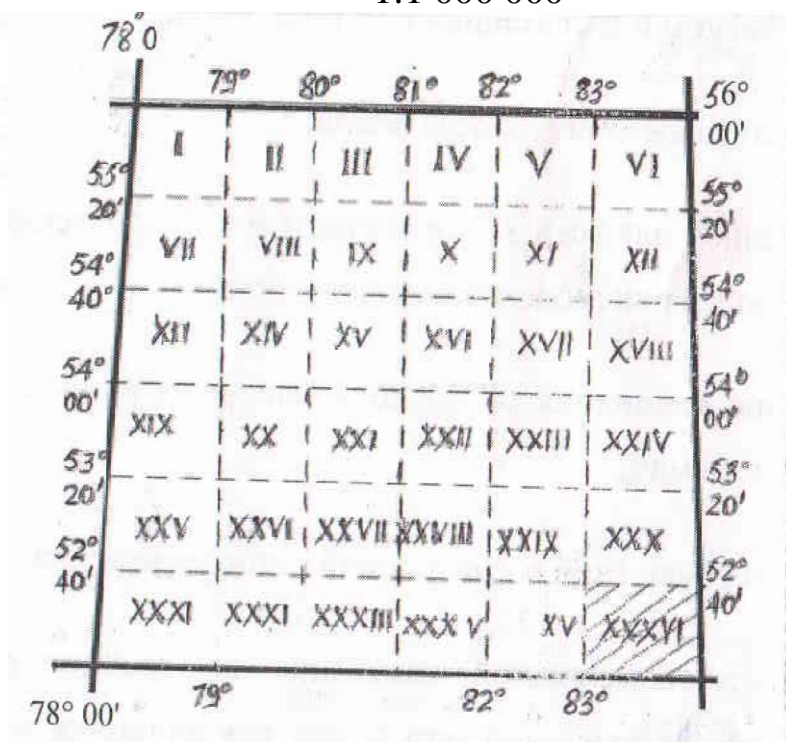


Рис.4 а. Штриховка листа карты масштаба 1 : 1 000 000

N-44-XXXVI

1 : 200 000

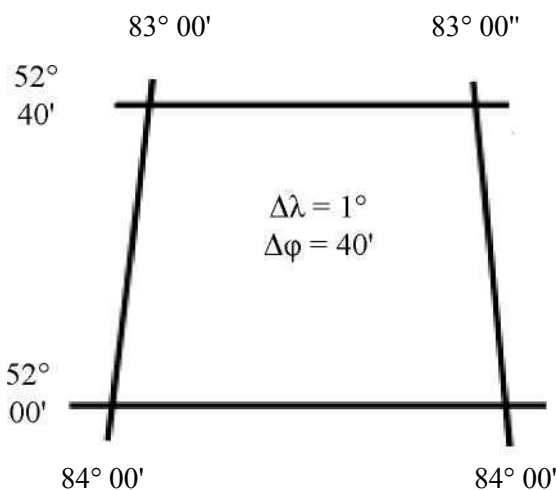


Рис.4 б. Размер листа по долготе и по широте.

1. Для выполнения этого пункта задается лист карты масштаба 1 : 100 000, который является исходным для получения последующих листов карт масштабного ряда. Пусть задан лист карты N-44-32 (рис.5а).

2. Для получения листа карты масштаба 1 : 100 000 лист карты масштаба 1 : 1 000 000 делится на 144 части. Размер листа карты масштаба 1 : 1 000 000 - 30' по долготе и 20' по широте (рис 5 б).

3. Лист карты делится параллелью и меридианом на четыре части,

каждая из которых представляет собой лист карты масштаба 1 : 50 000. Обозначаются листы карты заглавными буквами русского алфавита. Размер одного листа составляет: 15' по долготе и 10' по широте (рис.6 а, б). На рис.6а заштрихован лист карты масштаба 1 : 50 000.

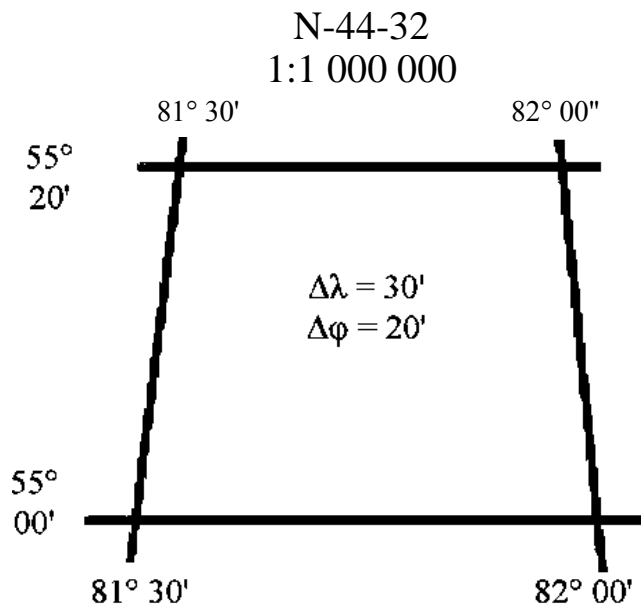


Рис.5 а. Лист карты N-44-32

N-44
1:1 000 000

78°00'	79°00'	80°00'	81°00'	82°00'	83°00'	84°00'								
56°00'	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	56°00'	
55°00'	13											24	55°00'	
	25							32				36 ;		
	37											48		
	49											60		
54°00'	61											72	54°00'	
	73											84		
	85											96		
	97											108		
53°00'	109											120	53°00'	
	121											132		
52°00'	133	13	135	13	13	13	13	13	140	14	14	14	144	52°00'
78°00'	79°00'	80°00'	81°00'	82°00'	83°00'	84°00'								

Рис.5 б. Лист карты масштаба 1:1 000 000

N-44-32

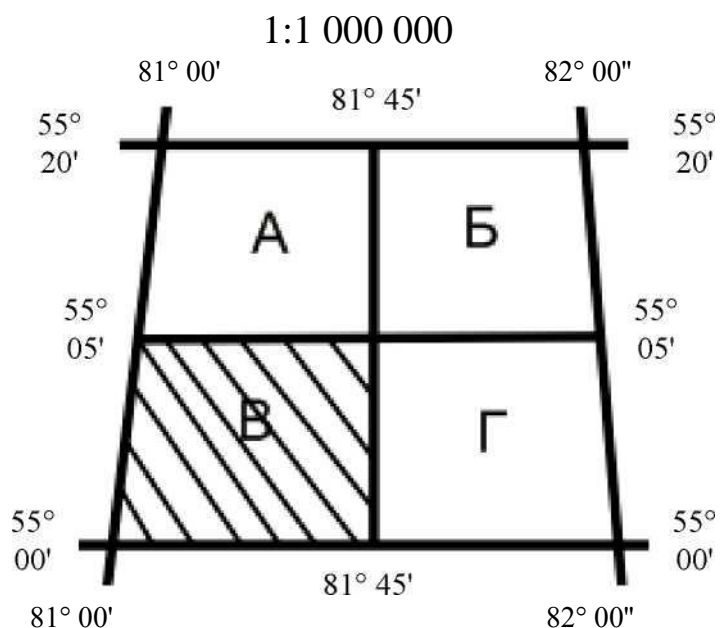


Рис.6 а. Лист карты масштаба 1:50 000

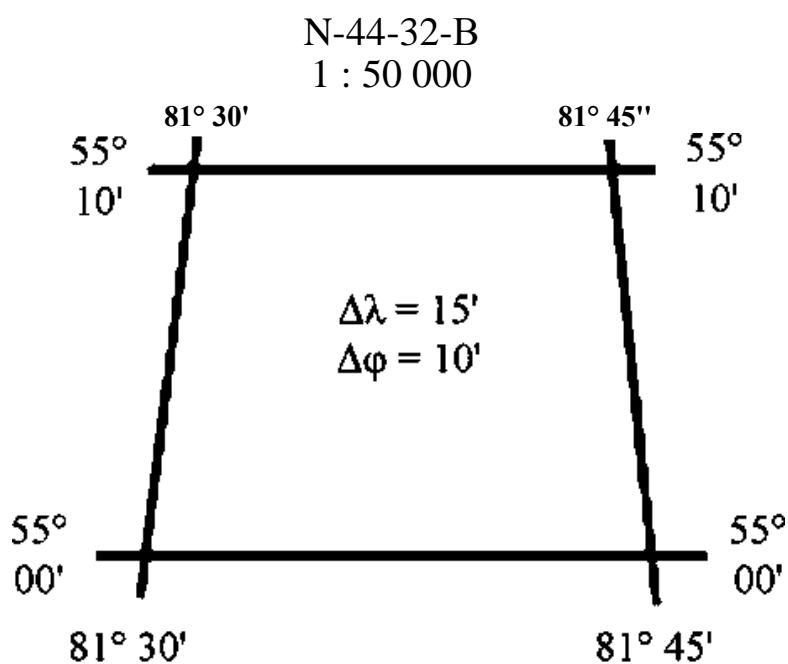


Рис.6 б. Размер листа по долготе и по широте.

Для получения листа карты масштаба 1 : 25 000 лист карты масштаба 1 : 50 000 делится на четыре части (рис.7а и рис.7б). Размер получаемого листа равен 7'30" по долготe и 5' по широте. Лист карты масштаба 1 : 25 000 обозначается малыми буквами русского алфавита. На рис.7а заштрихован лист карты масштаба 1 : 25 000 №44-32-В-в.

N-44-32-B
1 : 50 000

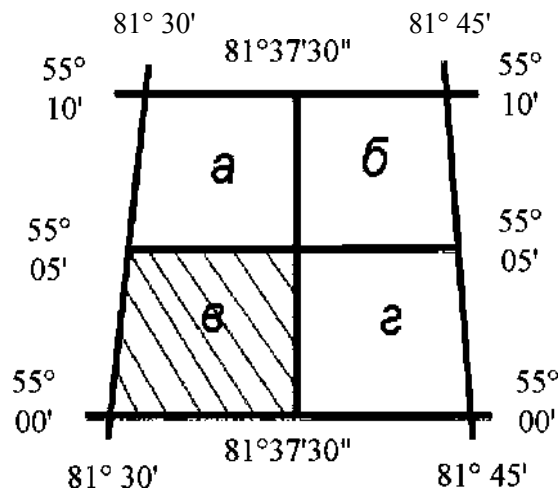


Рис.7 а. Штриховка листа карты масштаба 1:25 000

N-44-32-B-B
1 : 25 000

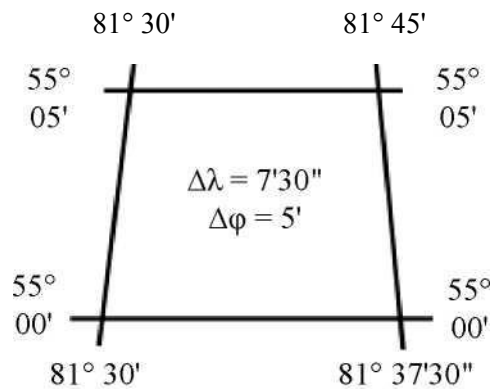


Рис.7 б. Лист карты масштаба 1 : 25 000

Для получения листа карты масштаба 1 : 10 000 лист карты масштаба 1 : 25 000 делится на четыре части (рис.8а и 8б). Размер каждого листа равен 3'45" по долготе и 2'30" по широте. Лист карты обозначается арабскими цифрами. На рис.8а заштрихован лист масштаба 1 : 10 000 N-44-32-B-B-3.

N-44-32-B -B
1 : 25 000

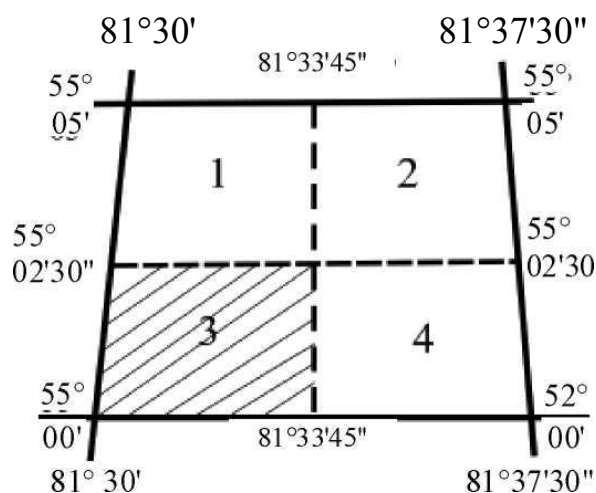


Рис.8 а. Штриховка листа карты масштаба 1:10 000

N-44-32-B-B-3
1 : 10 000

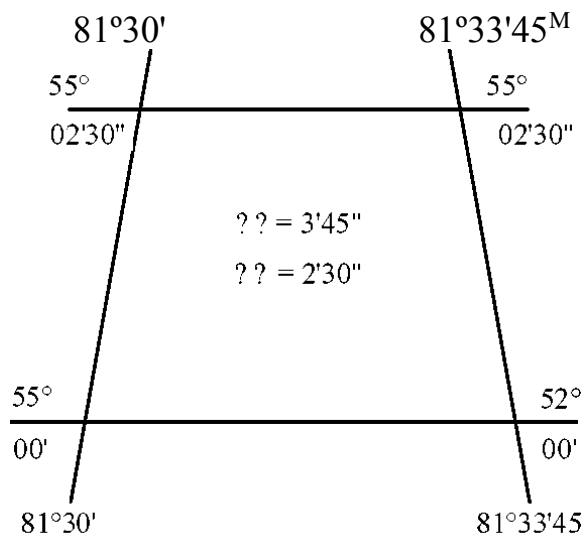


Рис.8 б. Лист карты масштаба 1 : 25 000

Исходной картой для получения карты масштаба 1 : 5 000 является лист карты масштаба 1 : 100 000, который делится параллелями и меридианами на 256 частей (рис. 9а).

Каждый лист имеет размеры: 1 '52,5" по долготе и 1'15" по широте и обозначается арабскими цифрами. На рис.9б представлен лист карты масштаба 1 : 5 000 N-44-32-(256).

Для получения номенклатуры листа масштаба 1 : 2 000 лист карты масштаба 1 : 5 000 делят на 9 частей. Каждый лист обозначается малыми

буквами русского алфавита и имеет размеры: 37,5" по долготе и 25" по широте (рис.10а и рис.10б). На рис.10а заштрихован лист карты масштаба 1:2 000 N-44-32-(256).

Таким образом, искомая номенклатура состоит из номенклатуры исходной карты с добавлением обозначения листа карты заданного масштаба.

N-44-65
1 : 100 000

	81°30'		10"										81°52'30"		82°30'			
53° 20'	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	53° 20'	
"	17															81° 32'		
-53°17' 30"	33															48	53°17' 30"	
"	49															64		
53°15'	65															80	53°15'	
	81															96		
	97															112		
	113															128		
	129															144		
	145															160		
	161															176		
	177															192		
-53°17' 30"	193																53°17' 30"	
	299															224		
	225															240		
53° 00'	241	2.5 2	243	244	245	246	247	246	249	250	251	252	253	254	255		53° 00'	
	81°30'		0										81°45'		81°52'30"		82°30'	

Рис.9а. Лист карты масштаба 1 : 100 000

N-44-32-(256)

1 : 5 000

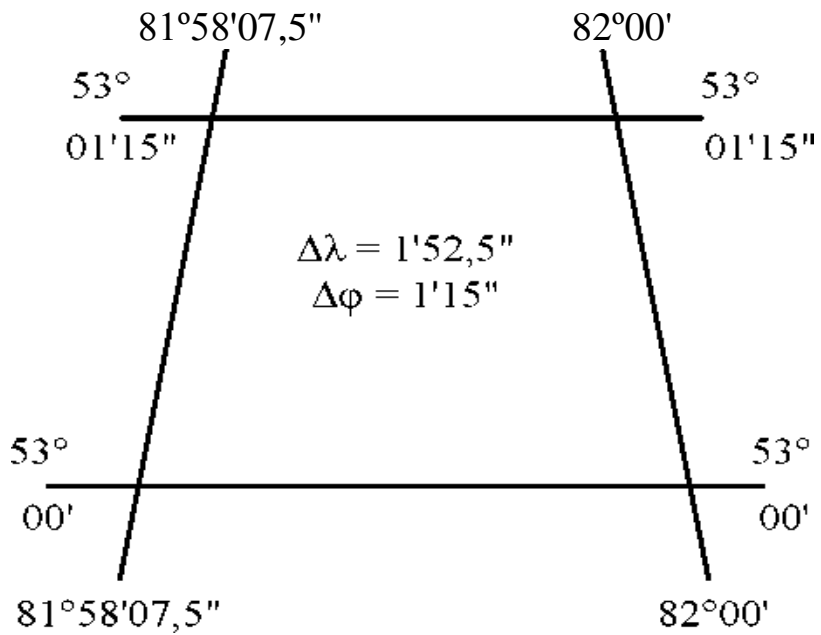


Рис. 9 б. Лист карты масштаба 1 : 5 000

N-44-32-(256-и)

1 : 5 000

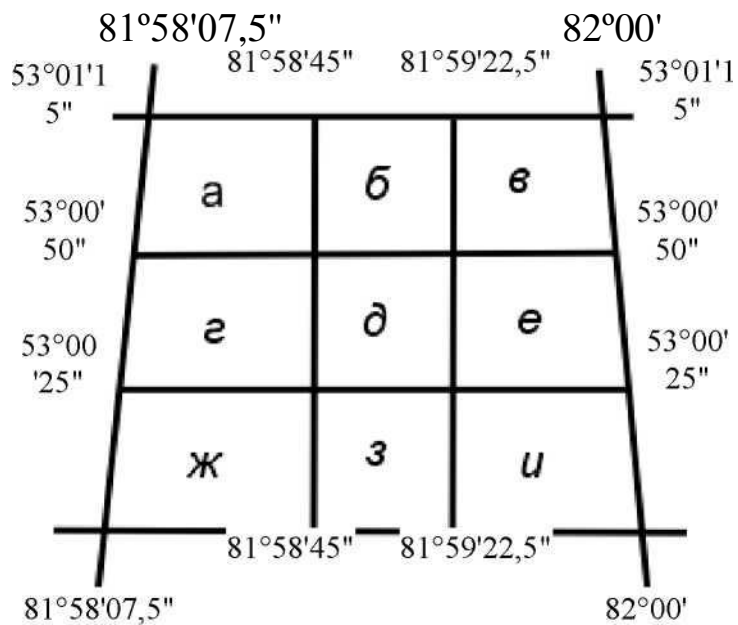


Рис. 10 а. Штриховка листа карты масштаба 1:2 000

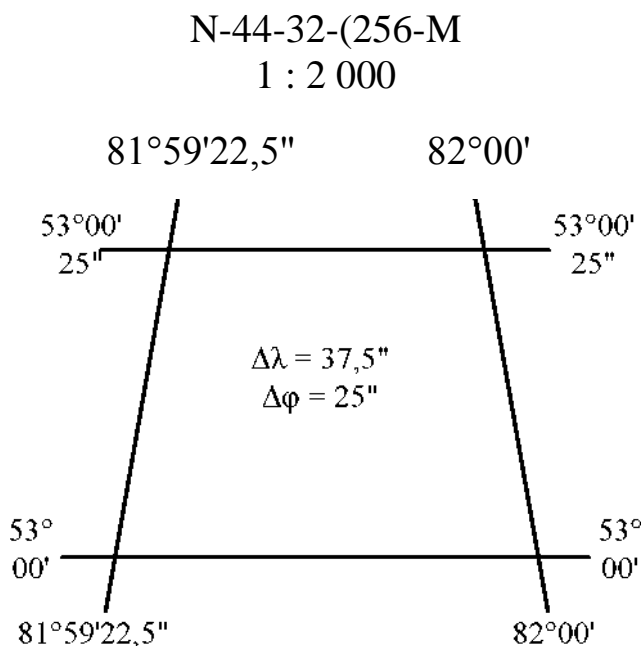


Рис.10 б. Размер листа по долготе и по широте

3. Пусть заданы географические координаты некоторой точки М $\phi_M = 54^\circ 01'$, $\gamma_M = 81^\circ 33'$. Требуется определить номенклатуру листа карты масштаба 1 : 25 000, на которой находится эта точка.

По схеме (рис.15), данной преподавателем, определяем номенклатуру листа карты масштаба 1 : 1 000 000, в пределах которого расположена точка с заданными координатами. В данном случае это лист N-44.

Затем определяем номенклатуру N-44-68 карты масштаба 1 : 100 000. Выполнив построения, определим номенклатуру N-44-8- В-в листа карты масштаба 1 : 25 000 (рис.11). При переходе к карте более мелкого масштаба следует определять именно тот лист карты, на котором лежит заданная точка М.

4. При выполнении данной части задания следует определить номенклатуру всех прилегающих к нему листов топографических карт, т. е. номенклатуру 8 листов. Эти листы могут, в свою очередь, принадлежать не только одному листу карты масштаба 1 : 100 000, а находиться на нескольких листах карт масштаба 1 : 1 000 000. Тогда следует определить по описанным выше правилам номенклатуру и географические координаты всех смежных листов более мелкого масштаба (1: 100 000) и перейти к картам 1: 25 000.

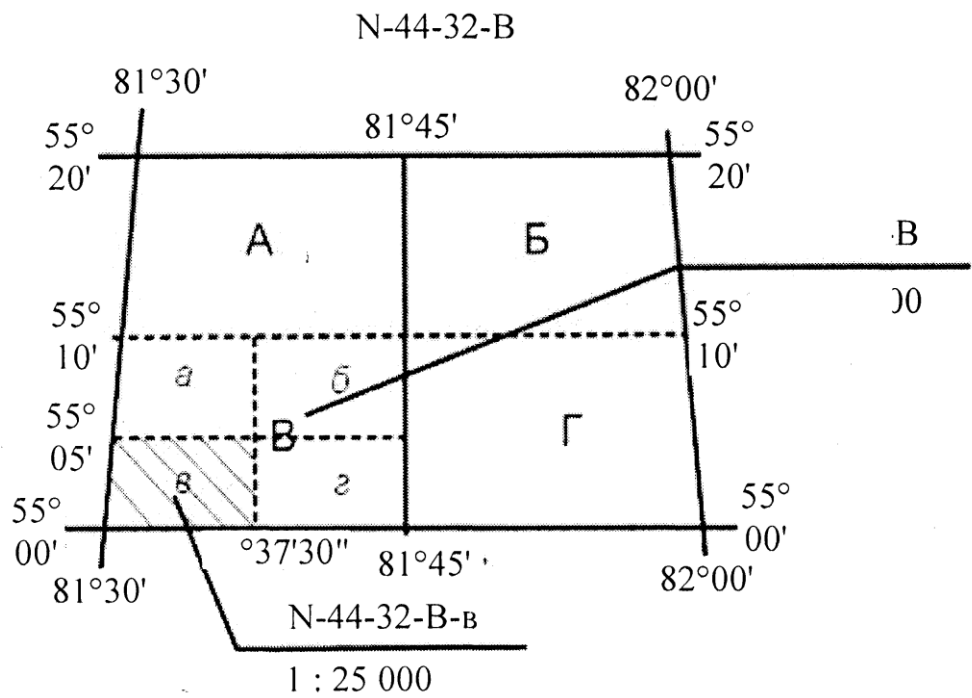


Рис.11. Номенклатура карты масштаба 1 : 25 000

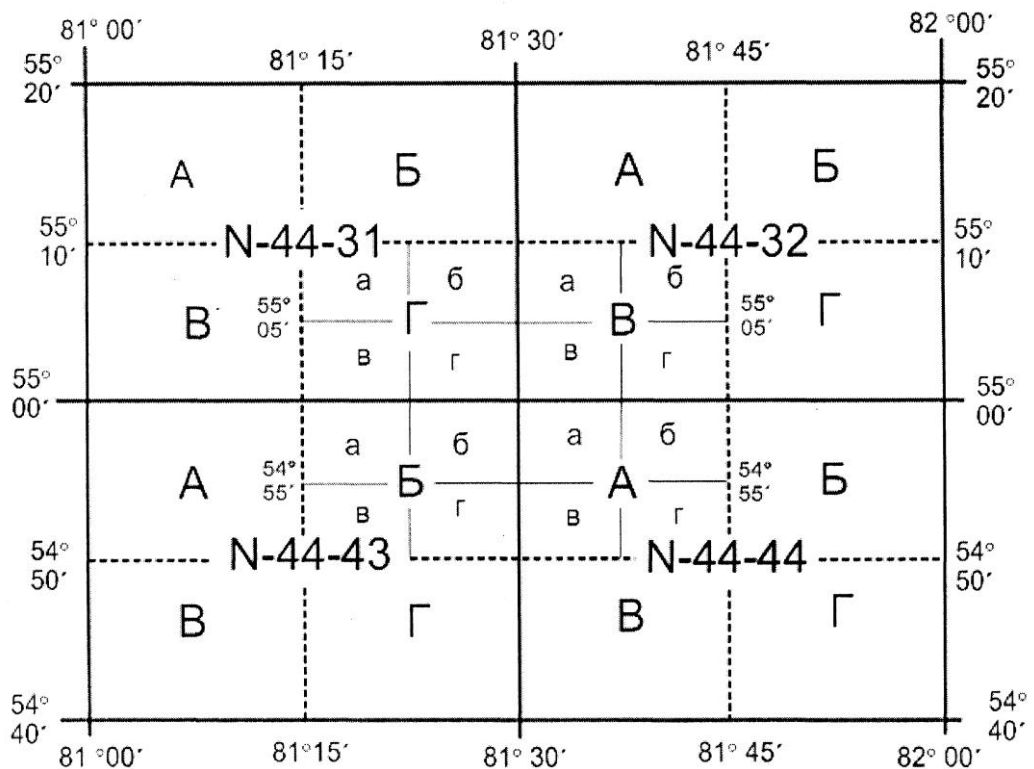


Рис 12. Расположение прилегающих листов.

В данном примере определяем, что прилегающие листы расположены на четырех листах карты 1 : 100 000 (рис.12). Затем, переходя к картам более крупного масштаба, определяем номенклатуру и географические координаты всех прилегающих листов топографических карт масштаба 1 : 25 000 (рис.13). Из рис.13 видно, что прилегающие листы карт масштаба 1 : 25 000 принадлежат 4 листам карты масштаба 1 : 100 000. Схема разграфки и номенклатуры крупномасштабных планов показана на рис.14.

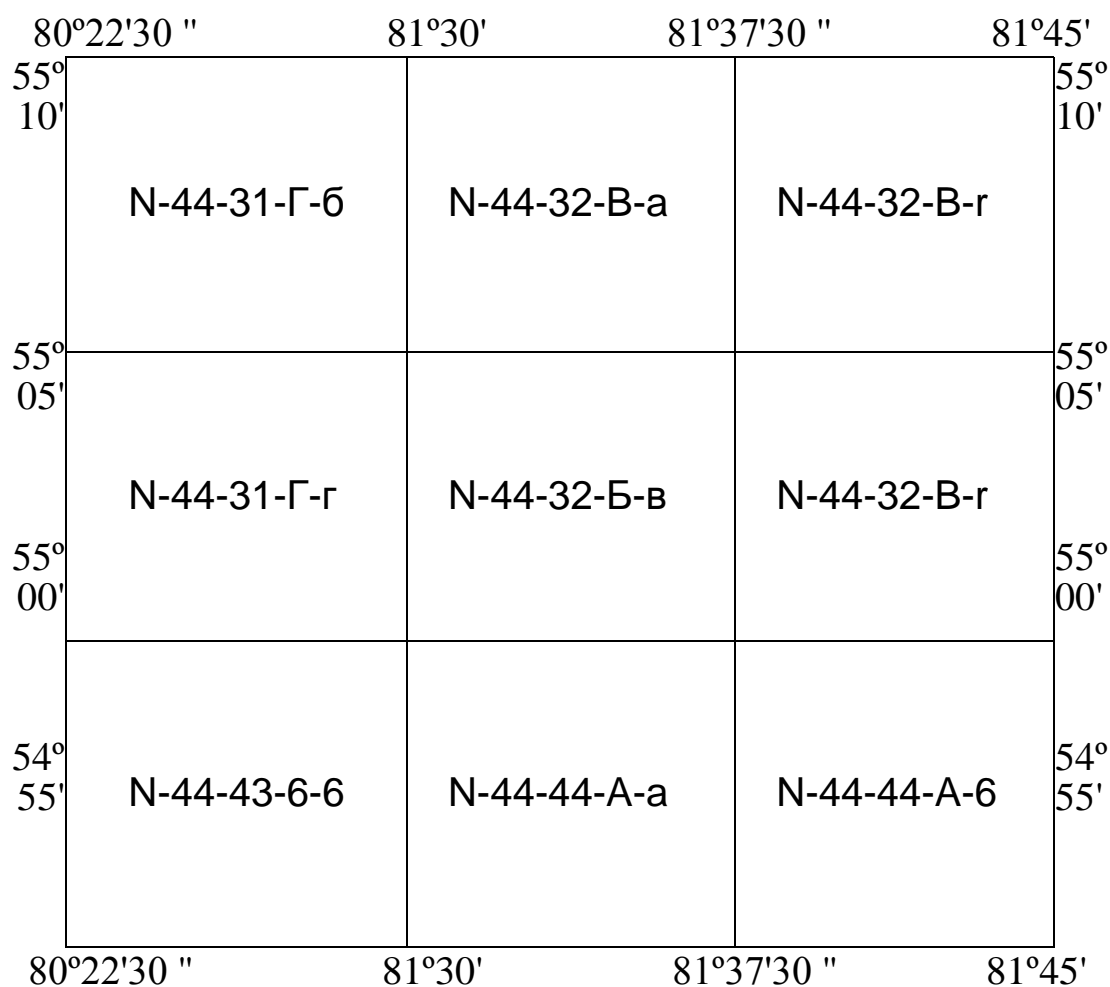


Рис.13. Прилегающие листы масштаба 1 : 25 000

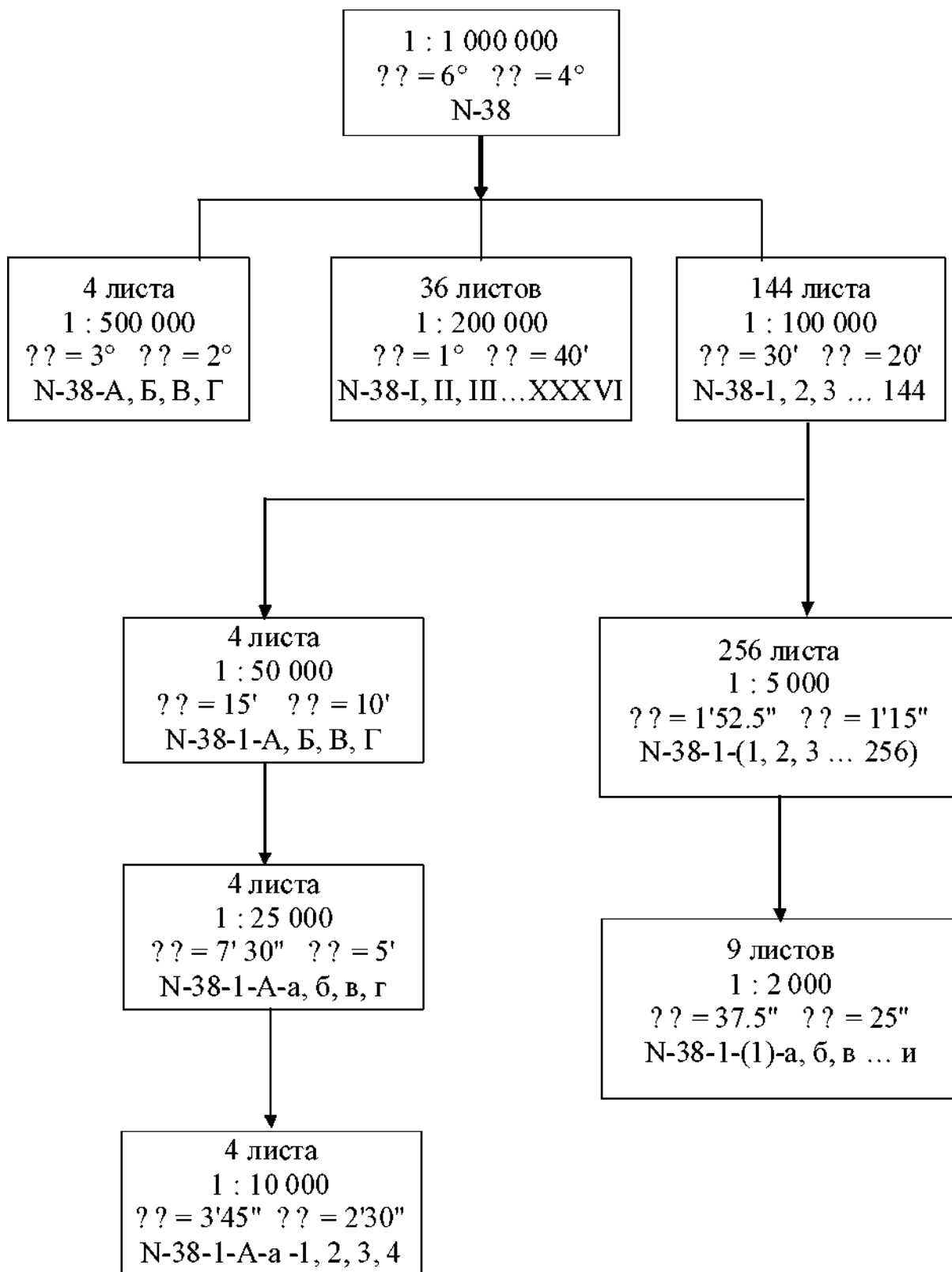


Рис.14. Сводная схема разграфки листов и номенклатура карт всех масштабов.

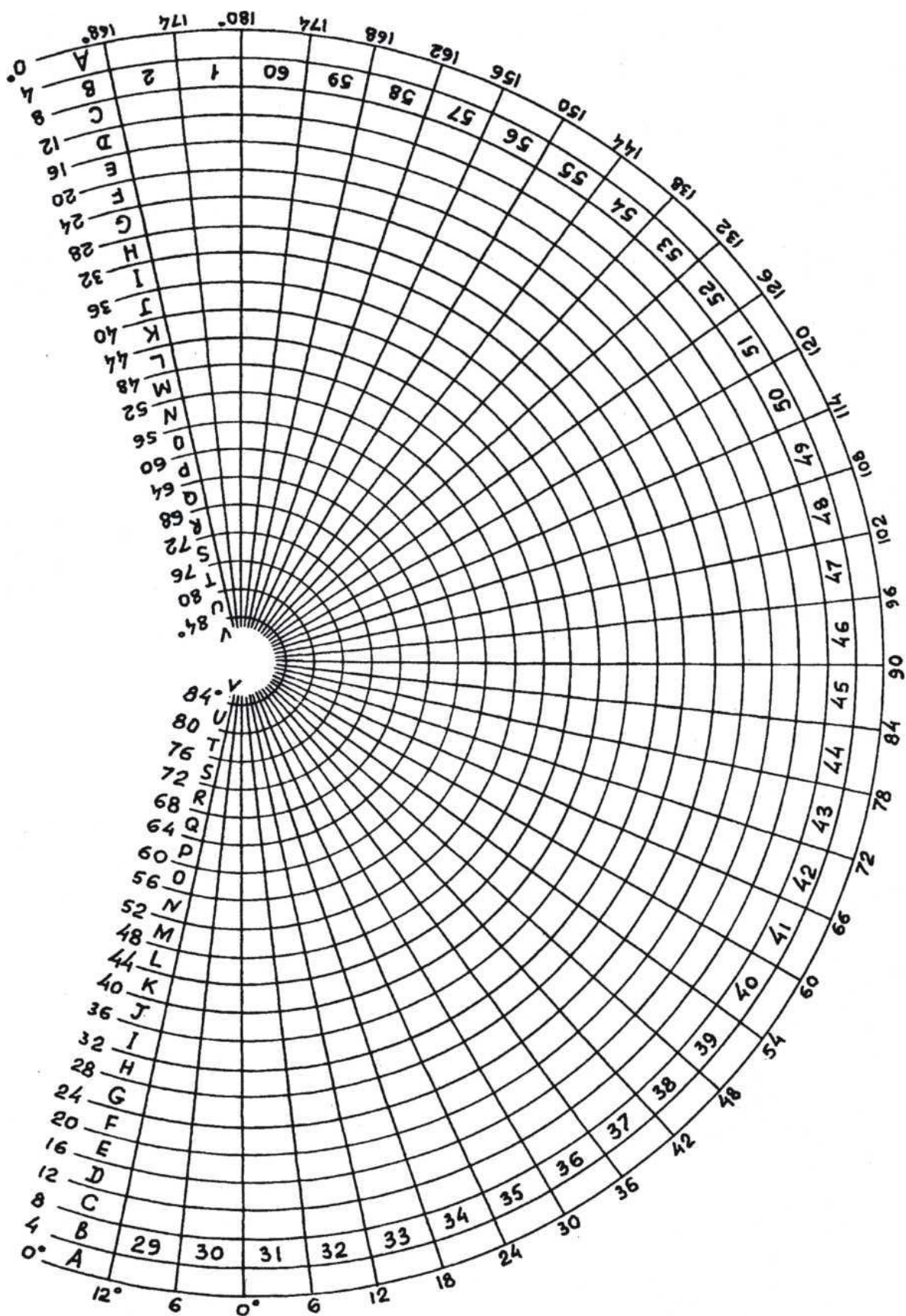


Рис.15. Номенклатура листа карты масштаба 1 : 1 000 000

Контрольные вопросы

1. Дать описание карты, плана, профиля.
2. В чем заключается главное различие между картой и планом?
3. Что называют номенклатурой и разграфкой топографических карт?
4. Какие линии составляют рамки карты? Дайте их определение

Практическая работа № 2

Тема: Масштаб.

Цель работы: Определение координат точек по карте, нанесение точек на карту по известным координатам. Измерение длин линий по карте.

Краткие теоретические сведения

Определение масштаба было дано выше. В геодезии наиболее часто применяют численный, линейный и поперечный масштабы.

Численный масштаб обозначается в виде дроби:

$$1 : M = 1 : 25\ 000.$$

Например, $1 : M = 1 : 25\ 000$ означает, что расстояние, равное 1 см на карте, соответствует 250 м горизонтального проложения линии на местности. Знаменатель численного масштаба показывает во сколько раз уменьшено горизонтальное проложение линий местности, при этом чем больше знаменатель масштаба, тем мельче масштаб.

Точность масштаба t. На карте можно различить невооруженным глазом отрезок длиной не менее 0,1 мм. В соответствии с этим точность масштаба определяется как горизонтальное проложение линии местности, соответствующее расстоянию в 0,1 мм на карте данного масштаба. Например, для масштаба $1 : 5\ 000$ точность составляет 0,5 м ($t = 0,5$ м); для масштаба $1 : 10\ 000$ - $t = 1$ м.

Масштаб используется для измерения длин линий на карте и для построения на карте линии, длина которой на местности известна.

Работа с численным масштабом требует вычислений.

Чтобы уменьшить объем работ по вычислениям используют линейный и поперечный масштаб.

Для построения *линейного масштаба* на прямой линии откладываются несколько отрезков [а] одинаковой длины, которые называются *основанием линейного масштаба* (рис. 1.16). Обычно основание принимается равным 2 см. Длина основания масштаба соответствует целому числу сотен метров на местности. Горизонтальное проложение линии местности, соответствующее основанию, называется *ценой основания масштаба*.

По сравнению с линейным *поперечный масштаб* является более точным. Поперечный масштаб создан для повышения точности отсчитывания долей основания.

Поперечный масштаб это система взаимно-перпендикулярных линий, образующих номограмму длиной 12 или 20 см и высотой 3 см. Для измерений используются специальные масштабные линейки. Вертикальные линии проведены через расстояния, равные основанию масштаба. Номограмма разделена по высоте на равные m делений. Крайнее основание масштаба разделено по горизонтали на n равных частей.

Задание:

1. Определить точность линейного масштаба.

Точность масштаба карты (плана) можно определить по формуле:

$$t = 0.1 \text{ мм} \cdot M, \quad (1)$$

где M - знаменатель численного масштаба.

Начертить и зарисовать в соответствии с заданным численным масштабом поперечный масштаб.

2. Нанести на карту точки 1 и 2 по заданным прямоугольным координатам, точки 3 и 4 по заданным географическим координатам.

3. Определить географические координаты точек 1 и 2 и прямоугольные координаты точек 3 и 4.

4. Определить для точки 3 прямоугольные координаты в соседней зоне. Показать на чертеже, на сколько километров и с какой стороны от осевого меридиана она расположена.

5. Измерить расстояния в четырехугольнике 1-2-3-4 на карте (1-2, 2-3, 3-4, 4-1), пользуясь линейным и поперечным масштабами; результаты выразить в метрах и занести в табл. 2.1; объяснить полученные расхождения двух измерений одной и той же линии.

6. Дать описание ситуации на карте по маршруту в полосе шириной 4 см. Описание ситуации оформить в табл. 2.2.

Методические рекомендации к выполнению практических работ

Задача 1. Пусть даны прямоугольные координаты точки 1, которую нужно нанести на карту:

$$X_1 = 5\ 961\ 325 \text{ м}; Y_1 = 12\ 308\ 221 \text{ м}.$$

На картах уже нанесена координатная сетка, причем обычно расстояние между линиями сетки составляет 1 км. Выходы линий сетки оцифрованы за рамками трапеции. Координаты по оси X отсчитываются от экватора, а по оси Y - от условного начала в каждой зоне, смещенного к западу на 500 км от осевого меридиана.

Необходимо выполнить следующее:

1) вычислить ближайшие координаты для левого южного угла квадрата километровой сетки ($X_0 = 5\ 961\ 000$ м и $Y_0 = 123\ 08\ 000$ м);

2) вычислить приращения координат по разности заданных координат и координат X_0 и Y_0 : $A_x = 325$ м и $A_y = 221$ м;

3) отложить расстояния $A_x = 325$ м и $A_y = 221$ м, используя поперечный

масштаб и измеритель, по линиям, перпендикулярным осям координат;

3) обвести точку пересечения линий окружностью диаметром 2-3 мм и подписать номер точки (или ее название) (рис.16).

Таким образом, наносим любую точку по прямоугольным координатам.

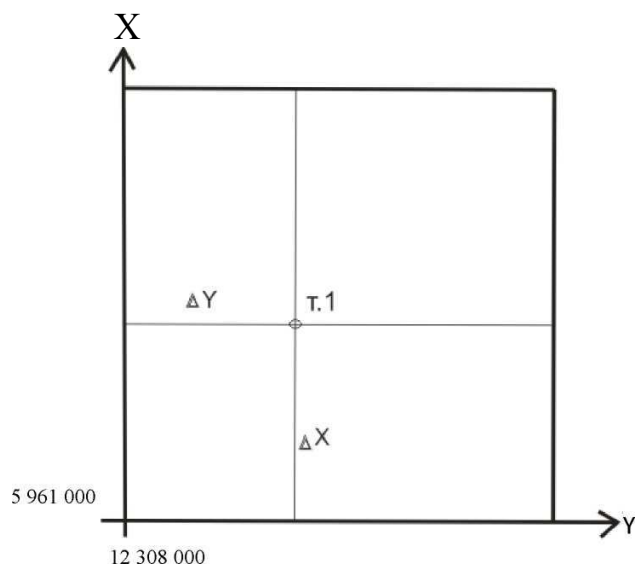


Рис.16. Схема пересечения линий окружности осевого меридиана.

Нанесение на карту точки по заданным географическим координатам

На карте нанесены географические координаты углов рамок карты (рис.17). За рамками трапеции нанесены минутные деления (нечетные - черной заливкой, четные - светлой заливкой).

Пусть требуется нанести на карту точку 3 с географическими координатами: $\varphi_3 = 54^\circ 41' 13''$, $\gamma_3 = 18^\circ 05' 35''$. Для этого нужно:

1) провести на карте ближайшие линии южной минутной параллели ($\varphi_{\text{юж}} = 54^\circ 41'$) и западного меридиана ($X_{\text{юж}} = 18^\circ 05'$);

2) далее необходимо отложить на карте от этой параллели и меридиана отрезки $\Delta\varphi = 13''$, $\Delta\gamma = 35''$. Для этого нужно измерить в миллиметрах на карте длину 1' по широте, затем исходя из соотношений:

62 мм соответствует 60'';

$a_{\text{юж}} 3$ соответствует 13'';

вычислить: $a_{\text{юж}} 3 = 62 \text{ мм} \cdot 13'' / 60'' = 13 \text{ мм}$;

1. измерить на карте в миллиметрах длину 1' по долготе. Затем из соотношений:

44 мм соответствует 60'';

$a_{\text{юж}} 3$ соответствует 36'';

вычислить: $a_{\text{юж}} 3 = 44 \text{ мм} \cdot 36'' / 60'' = 26 \text{ мм}$;

2. полученные точки соединяем карандашной линией и ставим точку

Для контроля нанесения точки отложить дополнения на северную и восточную линию координатной сетки.

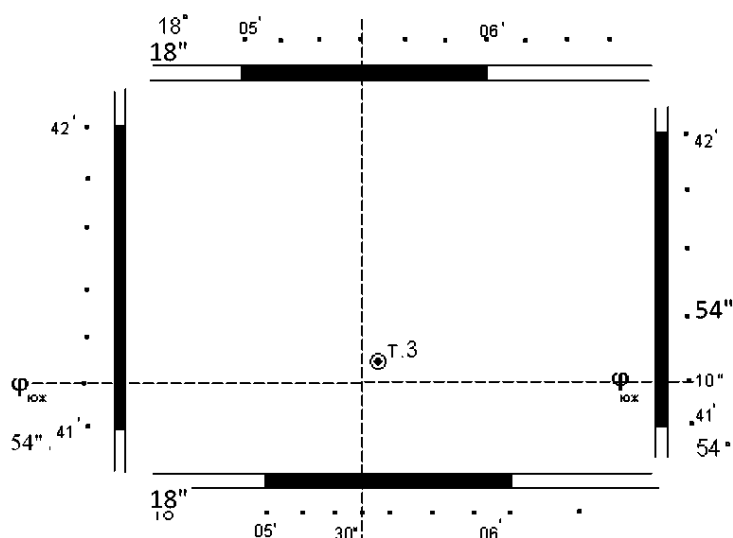


Рис.17. Географические координаты углов рамок карты

Определение прямоугольных координат точки

Для определения прямоугольных координат точки 3 нужно выполнить следующее:

- 1) определить координаты юго-западного угла топографической карты, в котором расположена точка. Для определения координаты южной линии километровой сетки (X_0) и ординаты западной линии (Y_0) используем координатную сетку (рис.18 и рис.19) $X_0 = 59\ 54$ км, $Y = 116\ 84$ км;
- 2) опустить перпендикуляры A_x и A_y на южную и западную линии квадрата. Для этого определяем расстояние в метрах, используя масштабную линейку и измеритель;
- 3) вычислить координаты точки 3 по формулам:

$$X_3 = X_0 + A_x;$$

$$Y_3 = Y_0 + A_y. \quad (2)$$

В случае, если длины отрезков A_x и A_y большие, то удобнее откладывать их дополнения до 1 000 м от противоположной стороны квадрата километровой сетки.

Определение географических координат точки

Для определения географических координат точек 1 и 2 нужно выполнить аналогичные действия. Для этого опускаются перпендикуляры со стороны сетки, измеряются их длины и вычисляются дополнения к координатам южной и западной сторон координатной сетки, используя минутные и секундные деления. Окончательные значения координат получаются как суммы подписанных координат сторон сетки и

вычисленных дополнений.

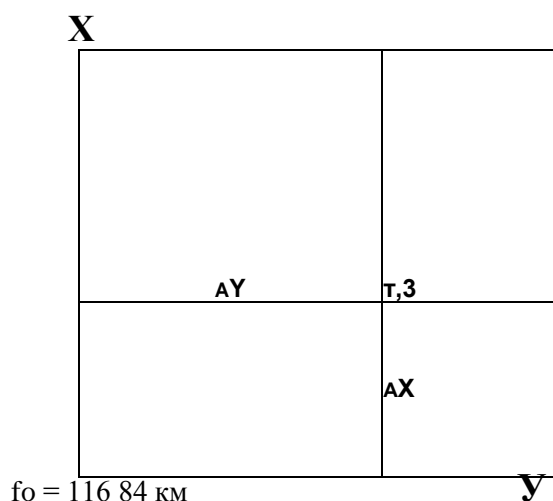


Рис.18. Координатная сетка

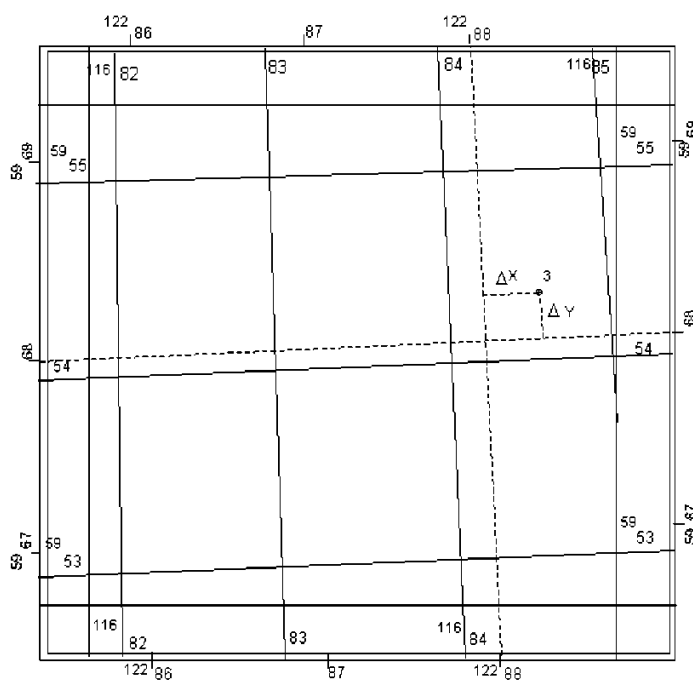


Рис.19. Координатная сетка смежной зоны

Определение прямоугольных координат точки в смежной зоне

Для определения прямоугольных координат точки 3 в смежной (соседней) зоне необходимо знать её координаты в основной зоне (X - 5 968 км; Y - 12 288 км), нанести точку на карту. Показать на чертеже с какой стороны от осевого меридиана она расположена, и на сколько километров от него отстоит.

Выходы координатной сетки смежной зоны даются на карте в зарамочном оформлении (см. рис.19).

Вторая часть данного задания выполняется следующим образом.

Допустим, координаты точки 3 (рис.20) в смежной зоне, в результате определения оказались следующими по значению:

$$X = 5\,968\,295 \text{ м};$$

$$Y = 12\,288\,425 \text{ м}.$$



Рис.20. Координаты точки 3 в смежной зоне

В значении Y цифры, предшествующие сотням километров, соответствуют номеру зоны. Данная точка находится в 12-й зоне. Так как начало координат смещено от осевого меридиана к западу на 500 км, значение ординаты осевого меридиана будет следующим: $Y = 12\,500\,000 \text{ м}$. Так как $Y < 500 \text{ км}$, то точка 3 находится к западу от осевого меридиана. Удаление от осевого меридиана может быть найдено как разность величин:

$$A = 500 - Y = (500 - 288,4) \text{ км} = 211,6 \text{ км}. \quad (3)$$

Примечание. В ординате точки 3 опущен номер зоны (12), в которой определены координаты.

Измерение расстояний по карте

Измерить расстояния в четырехугольнике 1-2-3-4 на карте (1-2, 2-3, 3-4, 4-1), пользуясь линейным и поперечным масштабами. Результаты измерений оформить в виде таблицы (табл. 2.1).

Таблица 2.1 - Измерение расстояний в четырехугольнике 1-2-3-4

Масштабы	Длина линии, м			
	S ₁₋₂	S ₂₋₃	S ₃₋₄	S ₄₋₁
линейный				
поперечный				

Линейный масштаб помещен в зарамочном оформлении внизу карты. Расстояния выражают в метрах. Объяснить полученные расхождения двух измерений одной и той же линии.

Описание ситуации по карте

На карте выбирается маршрут шириной 4 см, необходимо дать описание его по карте. Описание ситуации оформить в табл. 2.2.

Таблица 2.2 - Описание ситуации на топографической карте

№ п/п	Название объекта, расположенного			Характеристика объекта
	к западу от оси маршрута	на оси маршрута	к востоку от оси маршрута	
1		Дом		Каменный, одноэтажный, жилой
2	Обрыв			Высота 2,5 м

Примечание. При выполнении этого задания следует пользоваться [12] для соответствующего масштаба карты. Маршрут задается преподавателем, например, линия 4-1.

Контрольные вопросы

1. Что называется масштабом?
2. Назовите и дайте характеристику видов масштабов.
3. Что такое точность масштаба?
4. Дайте определение цены основания и цены наименьшего деления поперечного масштаба.
5. Какой масштаб называют нормальным поперечным сотенным?

Практическая работа № 3

Тема: Ориентирование линий по карте

Цель работы: По данным практической работы №2 и на том же листе карты, определить ориентирные углы: истинные и магнитные азимуты, дирекционные углы и румбы линий.

Краткие теоретические сведения

В качестве ориентирных углов используют азимуты истинные и магнитные, дирекционные углы и румбы линий.

Ориентировать линию - значит определить ее направление относительно другой линии, направление которой уже известно. Направление определяется ориентирным углом, т. е. углом между известной линией и данной.

В зависимости от того, какой меридиан принят за исходный, различают магнитный (A_m) и истинный азимуты (A_T).

Для ориентирования линии местности можно использовать осевой

меридиан зоны. Ориентирование производится с помощью горизонтального угла, называемого дирекционным.

Дирекционный угол отсчитывается от осевого меридиана от 0 до 360°. В качестве линий, параллельных осевому меридиану, служат линии координатной сетки.

Задание:

Работа выполняется на том же листе карты, что и работа № 2.

1. Измерить на карте геодезическим транспортиром:

а) дирекционные углы α_{1-2} , α_{2-3} , α_{3-4} , α_{4-1} ;

б) географические (истинные) азимуты тех же линий (A_T).

На основании определения дирекционный угол линии отсчитывается от вертикальной линии сетки прямоугольных координат (рис. 21).

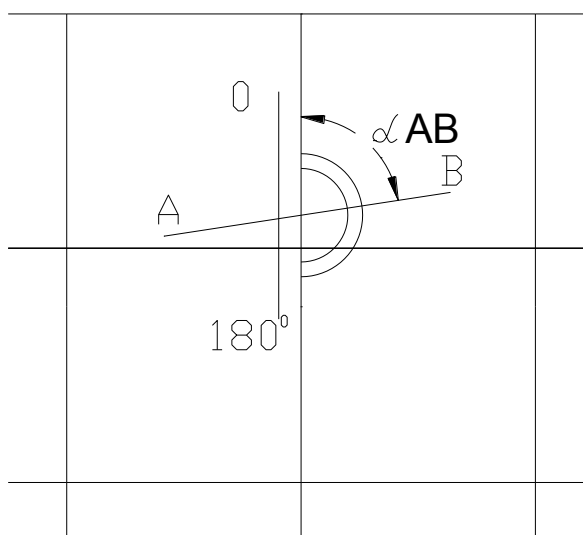


Рис.21. Отсчет дирекционного угла

Для линии АВ дирекционный угол измеряется следующим образом. Прикладываем геодезический транспортир нулевым диаметром к вертикальной линии сетки и центром делений в точке пересечения линии АВ с линией сетки. Отсчитываем по транспортиру дирекционный угол. Если линия направлена на запад, то транспортир нужно повернуть на 180°, координатной сетки и к этому значению прибавить 180°.

Измерение географических азимутов производится в этом же порядке, но от ближайших меридианов, проведенных через одноименные минутные деления; если линия не пересекает ближайший меридиан, то ее следует продолжить до пересечения. Результаты измерений занести в табл. 3.1

Таблица 3.1 – Измерение географических азимутов

Название линии	Дирекционный угол, α	Географический азимут, A_g	Магнитный азимут, A_M	Румбы		
				r_α	r_g	r_M
1-2						
2-3						
3-4						
4-1						

2. Вычислить гауссово сближение у меридианов в точках 1, 2, 3, 4, результаты вычислений занести в табл. 3.2

а) по разностям географических азимутов и дирекционных углов;

б) по формуле $\alpha_{AB} = \alpha_{BA} \pm 180^\circ$ (4)

Объяснить расхождение вычисленных дважды значений сближения для одних и тех же направлений.

Таблица 3.2 - Вычисление сближения меридианов в точках 1, 2, 3, 4.

№ точки	Название линии	Сближение, γ		
		по разности	по формуле	различие
1	1-2			
2	2-3			
3	3-4			
4	4-1			

3. Для линий 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 вычислить их магнитные азимуты. Результаты измерений записать в табл. 3.1. Для решения данной задачи используется склонение магнитной стрелки, приведенное в зарамочном оформлении в нижнем левом углу листа карты. При этом следует учитывать годовое изменение склонения, которое дается также в текстовом приложении к карте. Необходимость учета годового изменения склонения вызывается тем, что склонение дается на дату определения. К моменту использования карты склонение магнитной стрелки становится иным, что должно быть учтено при работе с картой.

4. Для линий 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 вычислить румбы по дирекционным углам, географическим и магнитным азимутам, полученным в предыдущих задачах. Результаты поместить в табл. 3.1.

5. Измерить в точках 1, 2, 3, 4 правые углы поворота с помощью геодезического транспорта и вычислить дирекционные углы всех линий четырехугольника, приняв дирекционный угол линии (1-2) за исходный $\alpha_{нач}$. Результаты измерений и вычислений занести в табл. 3.3.

Таблица 3.3 - Вычисление дирекционных углов линий

Названия точек	Измеренные горизонтальные углы (правые) $\beta_{\text{изм}}$	Дирекционные углы α
1		
		$\alpha_{\text{нач}} =$
2	β_2	
3	β_3	
4	β_4	
1	β_1	
		$\alpha_{\text{нач}} (\text{контр}) =$
2		

6. Изучить устройство буссоли, сделать ее схематический рисунок, подписать название основных частей. Перечислить поверки ориентир-буссоли.

7. Ориентировать карту с помощью буссоли. Результаты ориентирования изобразить на чертежах.

Методические рекомендации к выполнению практических работ

1. карту примерно ориентируют относительно сторон света, при этом верх карты должен быть направлен на север.

2. прикладывают ориентир-буссоль длинной стороной к географическому меридиану (западной рамке или линии, проведенной через концы одноименных минут). Поворачивают карту вместе с буссолью до тех пор, пока стрелка не будет показывать величину склонения с учетом годового изменения на дату работы.

Ориентировать карту можно иначе. Прикладывают буссоль к вертикальной линии координатной сетки предварительно ориентированной сетки. Карту поворачивают вместе с буссолью так, чтобы отсчет по буссоли был равен поправке направления, т.е. суммарной величине ($\delta + \gamma$) склонения магнитной стрелки и сближения меридианов.

Контрольные вопросы

1. Как изображаются географические и прямоугольные координаты на картах?
2. Что принято за оси прямоугольных координат в проекции Гаусса - Крюгера?
3. Дайте определение магнитного меридиана.

4. Назовите и дайте определение ориентирных углов.
5. Что такое склонение магнитной стрелки?
6. Что называется гауссовым сближением меридианов?
7. Поясните на рисунках связь между ориентирными углами.
8. Как выполняется ориентирование карты?
9. Что такое геодезическое ориентирование?

Практическая работа № 4

Тема: Изображение рельефа на топографических картах.

Цель работы: Решение задач по карте с горизонталями

Краткие теоретические сведения

Процессы образования различных форм рельефа изучаются геоморфологией. В результате эндогенных процессов на Земле, воды, ветра и деятельности человека меняется рельеф.

Трудность изображения рельефа на картах заключается в том, что рельеф представляет собой пространственный объект, а карта является плоскостью. Основным методом изображения на карте рельефа является метод горизонталей, который дополняется отметками, бергштрихами, а также условными знаками (обрывы, промоины и т. д.).

Горизонталью называется след от пересечения земной поверхности уровнями поверхности, или геометрическое место точек с одинаковыми высотами.

Для получения горизонталей необходимо построить высотную систему с одинаковыми расстояниями, а затем спроектировать полученное на плоскость.

Задание:

1. Изучить формы рельефа, изображенные на выданной карте. Показать горизонталями основные формы рельефа и дать их определение.

К основным формам рельефа относятся: гора (холм), котловина, хребет, лощина, седловина.

2. Определить по карте отметки точек 1, 2, 3, 4, заданных в предыдущих работах, а также превышения между ними. Результаты работы занести в табл. 4.1.

Отметки точек определяются по отметкам ближайших горизонталей. При этом могут быть два случая (рис.22).

Методические рекомендации к выполнению практических работ

1. Точка 1 находится на горизонтали. В этом случае, зная высоту сечения рельефа и пользуются отметками уже нанесенных на карту точек и надписями высот горизонтали, на которой находится заданная точка. На рис.22 дана надпись отметки одной из горизонталей (135 м). Пусть высота сечения рельефа на карте $h = 1$ м. На основании этих данных определяем, что точка 1 находится на горизонтали с отметкой $H = 137$ м, то есть $H = 137$ м.

Таблица 4.1 - Определение отметок точек по карте

Название точки	Отметка точки Н, м	Превышение h, м	Угол наклона ν , °	Уклон i
1	H ₁			
		h ₁₋₂		
2	H ₂			
		h ₂₋₃		
3	H ₃			
		h ₃₋₄		
4	H ₄			
		h ₄₋₁		
1	H ₁			

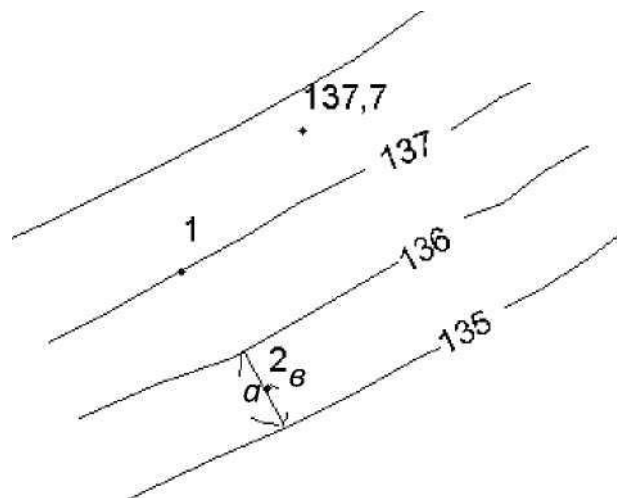


Рис. 22. Отметка точки 2

Контролем является нанесенная точка 137,7 м, относительно которой можно еще раз определить отметку точки 1.

2. Точка 2 (см. рис.22) находится между горизонталями. С учетом вышесказанного определяем, что точка 2 расположена между горизонталями с отметками 135 м и 136 м. В данном случае следует выполнять интерполирование между данными горизонталями. Отметки и превышения следует определять с точностью до 0,1м. Измерив расстояния a и b , вычислим отметку точки В:

$$\Delta h = \frac{b}{a} \cdot h = 0.5 \text{ м}; \tag{5}$$

$$H_2 = 135,0 + 0,5 = 135,5 \text{ м.}$$

3. Построить на листе миллиметровой бумаги продольный профиль между точками 1 и 2, заданными в предыдущих работах. Определить наличие видимости между этими точками на местности.

Для решения этой задачи берем лист миллиметровой бумаги и прикладываем к заданной линии. Перенесем на этот лист точки пересечения линии с горизонталями и заданные точки. Спроектируем их на одну из горизонтальных линий миллиметровой бумаги A_1B_1 по вертикальным линиям.

Придадим линии условную отметку так, чтобы она была меньше самой низкой точки по линии A_1B_1 (например, 150 м). От линии A_1B_1 по вертикалям откладываем разность отметок точек линии 1-2 и принятой отметки линии A_1B_1 в принятом масштабе (вертикальный масштаб, принимаемый обычно в 10 раз крупнее горизонтального масштаба карты). После соединения полученных точек плавной линией, получим продольный профиль местности. Проведем на профиле линию, соединяющую точки 1 и 2. Если она не пересекает профильную линию, то видимость между точками 1 и 2 есть. В нашем случае видимость между пунктами 1 и 2 есть (рис.23).

4. Определить максимальный и минимальный углы наклона на линиях 1-2 и 2-3 и максимальный и минимальный уклоны на линиях 3-4 и 4-1.

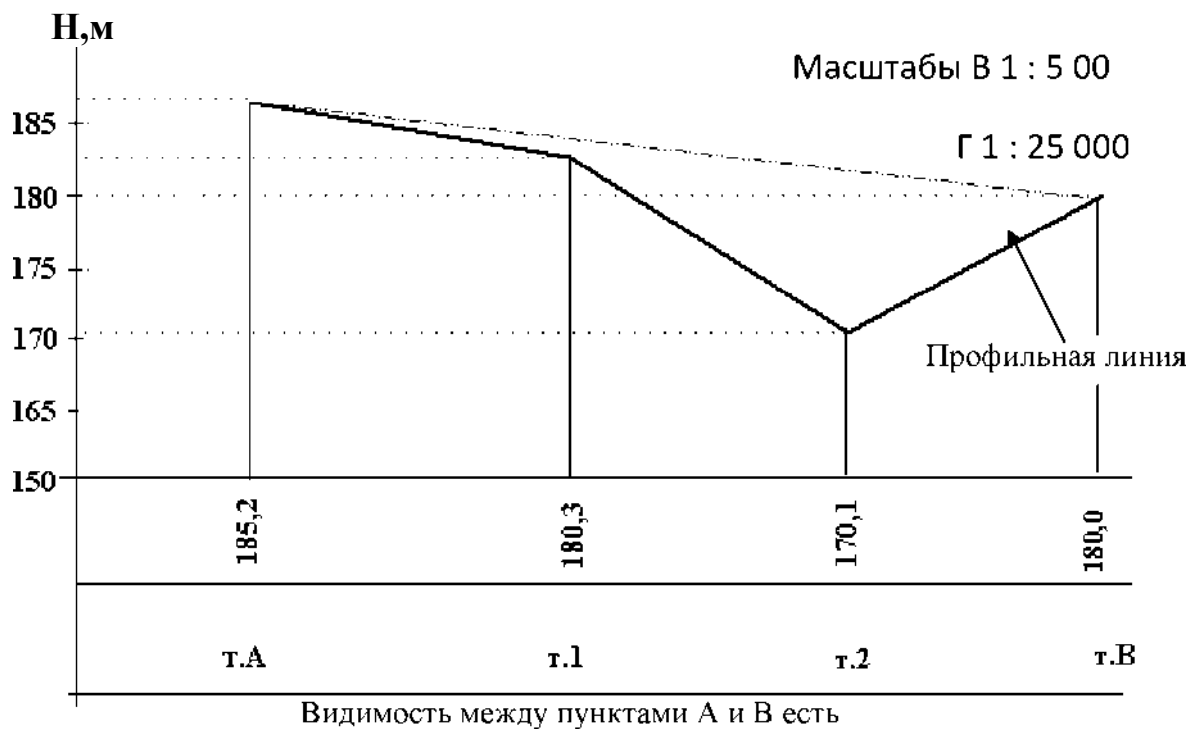
Масштаб заложений строят следующим образом. На горизонтальной линии откладывают несколько произвольных, но равных отрезков, которым придают значение уклонов. Из конца каждого отрезка восстанавливают перпендикуляры. По формуле (6) вычисляют значение заложений:

$$\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} - \beta_{\text{прав}} + 180^\circ \quad (6)$$

$$a_i = h_i / i, \quad (7)$$

где i - принятые значения уклонов;

h - высота сечения рельефа на используемой карте, м.



Выполнил: Асанов А.,
ст. гр. ПГ-1-11

Рис 23. Продольный профиль линии А-В

Вычисленные значения заложений откладывают в масштабе карты по построенным перпендикулярам, соединив полученные точки линиями, получают масштаб заложений для уклонов (рис.24).

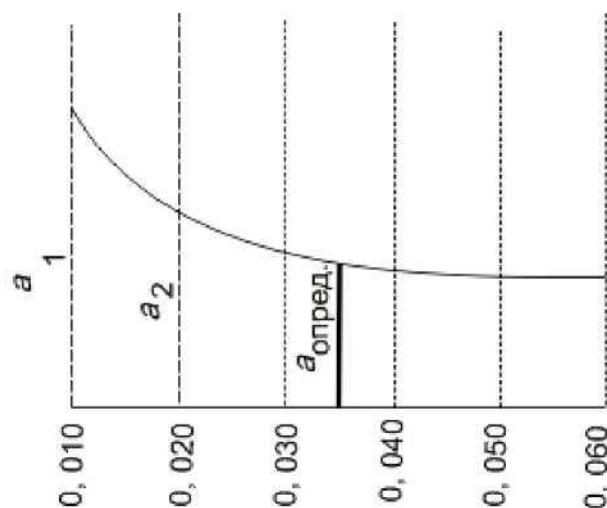


Рис.24. Масштаб заложений для уклонов

Аналогично строится масштаб заложений для углов наклона (рис. 25). Вместо уклонов задаются углы наклона, для которых вычисляют величину заложений для заданных углов по формуле:

$$a_i = h \cdot \text{ctg } V_i. \quad (8)$$

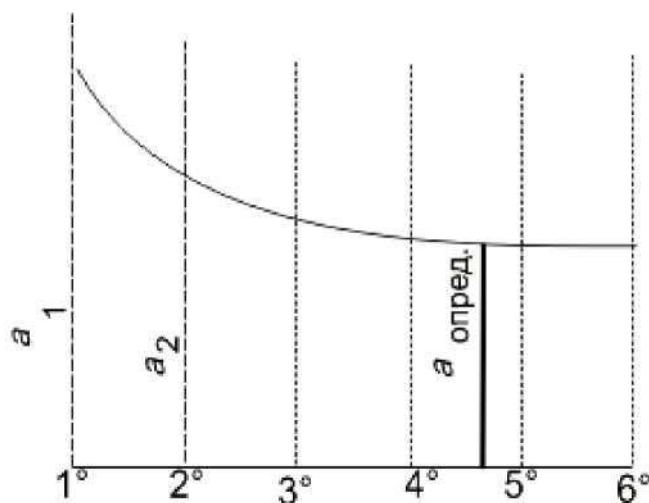


Рис. 25. Масштаб заложений для углов наклона

Вычисленные заложения откладывают в масштабе карты по перпендикулярам. Полученные точки соединяют плавной кривой линией. Для решения задачи можно воспользоваться масштабом заложений, приведенным в нижней части листа карты. При этом имеют в виду, что каждому углу наклона соответствует уклон $i = \text{tg } \alpha$.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные формы рельефа.
2. Дайте определение горизонталей, высоты сечения рельефа, уклона и наклона рельефа местности, заложения.
3. Назовите способы определения высот точек местности по карте и превышений между точками.
4. Как строят масштабы заложений для уклонов и углов наклона?

Практическая работа № 5

Тема: Определение площадей участков по карте

Цель работы: Определить площадь участка по карте аналитическим, способом палеток, механическим и графическим способами.

Краткие теоретические сведения

Определить площадь участка по карте можно следующими способами:

- а) аналитическим;
- б) графическим;
- в) способом палеток;
- г) механическим.

При аналитическом способе по известным координатам точек a и по формулам рассчитывается площадь.

Площадь участка равна половине суммы произведений абсциссы

каждой поворотной точки участка на разность ординат предыдущей и последующей точек, и наоборот, половине суммы произведений ординаты каждой точки на разность абсцисс последующей и предыдущей точек.

Графический способ предусматривает деление контура на простейшие геометрические фигуры (треугольники, квадраты, прямоугольники).

Измерив стороны или высоты, вычисляют площади простейших фигур по формулам геометрии. Окончательное значение площади контура находят как сумму площадей простейших фигур.

В способе палеток используют либо квадратные палетки, либо палетки в виде системы параллельных равностоящих линий. В первом случае можно подсчитать число квадратов, покрывающих заданный контур, умножив его на цену деления и получить площадь. Во втором случае, измеряют сумму длин средних линий в каждой элементарной полоске, умножив суммарную длину на ширину полоски, вычисляют искомую площадь.

Механический способ предусматривает применение специального прибора - планиметра. Прибор состоит из полюсного и обводного рычагов, соединяемых шарнирно (рис. 26). Длина полюсного рычага - величина постоянная и равна расстоянию от иголки (полюса) до оси симметрии штифта, соединяющего шарнирно оба рычага. Под *длиной обводного рычага* понимают расстояние от центра гнезда каретки до обводного шпилья (точки f).

Задание:

1. Вычислить площадь четырехугольника аналитическим способом. Для расчета площади можно воспользоваться координатами, определенными в задании № 2, площадь участка выразить в м и га. Вычислить ошибку площади и величину допустимого расхождения площади.

2. Изучить устройство, поверки и юстировку планиметра, а также правила пользования планиметром (рис.26,27). Сделать необходимые зарисовки.

3. Написать рабочие формулы для вычисления площади участка с помощью планиметра:

- а) при положении полюса внутри контура;
- б) при положении полюса вне контура.

Дать пояснение входящих в формулу величин.

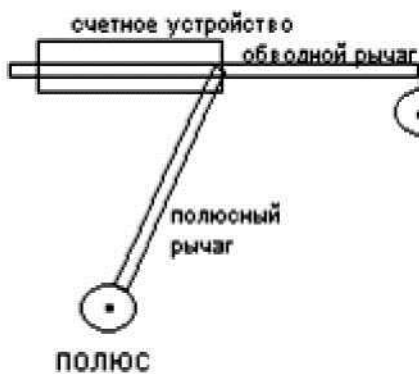


Рис. 26. Планиметр

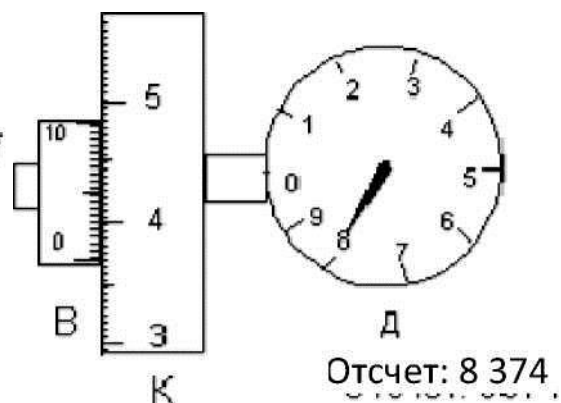


Рис. 27. Счетное устройство планиметра

Методические рекомендации к выполнению практических работ

1. Определить цену деления планиметра S и подобрать длину рычага, при которой цена деления будет равна $0,1$ га. Измерения выполнить при помощи полюса вне контура.

2. Определить площадь участка по карте с использованием планиметра.

Для определения цены деления планиметра необходимо иметь известную площадь. В качестве таковой принимается площадь одного квадрата километровой сетки, равная 100 га. В одну из вершин сетки устанавливают обводной шпиль (точка f на рис.26), полюс располагают вне контура так, чтобы углы между рычагами при обводе были не менее 30° и не более 150° . Берут начальный отсчет m_1 по счетному устройству и производят обвод квадрата. По возвращении на начальную точку берут отсчет m_2 . Затем выполняют обвод при другом положении полюса и по окончании снова берут отсчет m_3 в начальной точке. Вычисляют разности:

$$n_1 = m_2 - m_1;$$

$$n_2 = m_3 - m_2.$$

Цена деления планиметра (C) вычисляется по формулам:

$$C_1 \frac{100}{n_1};$$

$$C_1 \frac{100}{n_2}.$$

(8)

При расхождении $(n_1 - n_2) \geq 4$ делений измерения повторяют. Результаты измерения и вычислений заносятся в табл. 5.1.

Таблица 5.1 - Определение цены деления планиметра

№ п/п	m1 m2 m3	n ₁ = m ₂ - m ₁ ; n ₂ = m ₃ - m ₂ . n _{ср} =(n ₂ +n ₁)/2	$C_1 \frac{P}{n_{ср}}$

По шкале рычага определяют длину рычага. Если значение С получилось неудобным в работе, то изменяют длину рычага.

Пример. При длине рычага R = 154,4 мм получили C = 0,09829 га. Чтобы иметь C' = 0,1 га, находим новую длину рычага, которую устанавливаем путем перемещения каретки. После этого определение С повторяют.

$$R' = \frac{C' \cdot R}{C} = \frac{0,1 \cdot 154,4}{0,09829} = 156,1 \text{ мм.} \quad (9)$$

Определение площади участка при помощи планиметра выполняют путем обвода контура при двух положениях полюса (справа и слева от рычага). При вычислении площади используют значение С из предыдущей задачи. Результаты измерений и вычислений занести в табл. 5.2.

Таблица 5.2 - Определение площади участков с помощью планиметра

№ п/п	m1 m2 m3	n ₁ = m ₂ - m ₁ n ₂ = m ₃ - m ₂	n _{ср}	P = c • n _{ср}	Характеристика объекта
					Четырехугольник

Контрольные вопросы

1. Назовите и охарактеризуйте способы определения площадей участков местности по топографическим картам.
2. Что понимают под длиной полюсного рычага полярного планиметра?
3. Что понимают под длиной обводного рычага полярного планиметра?
4. Что называется ценой деления полярного планиметра и как она определяется?
5. Что нужно сделать, чтобы цена деления планиметра была удобной в работе?
6. Поясните геометрический смысл постоянных полярного планиметра.
7. Назовите и охарактеризуйте способы определения площади полярным

Материалы, предъявляемые к сдаче:

- 1) схемы миллионного листа с разграфкой его на листы карт масштабов 1 : 50 000 - 1 : 100 000;
- 2) схема листа карты масштаба 1:100 000 с разграфкой его на листы карт масштабов 1 : 50 000 - 1 : 2 000;
- 3) схемы определения листа карты масштаба 1 : 25 000, на котором расположена точка с заданными координатами;
- 4) схема листов карты масштаба 1 : 25 000, прилегающих к данному листу карты;
- 5) чертеж поперечного переходного масштаба;
- 6) лист карты с нанесенными на нем точками 1, 2, 3, 4 и линией заданного уклона;
- 7) схема расположения точки 3 относительно осевого меридиана зоны;
- 8) заполненные табл. 2.1 - 5.1;
- 9) рисунок буссоли с названием ее частей, поверок буссоли;
- 10) схема ориентирования карты по буссоли;
- 11) зарисовки основных форм рельефа;
- 12) продольный профиль линии 1-2 на миллиметровой бумаге.

Библиографический список

1. Дьяков, Б.Н. Геодезия. Общий курс: учеб. пособие для вузов / - Новосибирск: НГУ, 1993. - 177 с.
2. Маслов, А.В. Геодезия / А.В. Маслов. - М.: КолосС, 2006.- 598 с.
3. Колосова, Н.Н. Картография с основами топографии / - М.: Дрофа, 2006. - 272 с.
4. Колмаков, Ю. А. Геодезические измерения : учебное пособие /– Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 195 с.
5. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – М. : Картгеоцентр. – Геодезиздат, 2000. – 286 с.
6. Киселев, М. И. Геодезия : учебник / М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 384 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Ведение	3
1. Практическая работа №1. Работа с топографической картой Номенклатура топографических карт.....	4
2. Практическая работа №2. Масштаб.....	20
3. Практическая работа №3. Ориентирование линий по карте...	26
4. Практическая работа №4. Изображение рельефа на топографических картах	30
5. Практическая работа №5. Определение площадей участков по карте.....	34
Библиографический список	39