

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические указания
по выполнению контрольной работы по
дисциплине «Геодезия»**

Ростов-на-Дону

2018

УДК 528.4

Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Геодезия» . – Ростов н/Д: ДГТУ, 2018.

Содержат основные теоретические положения, варианты заданий и рекомендации по их выполнению.

УДК 528.4

Составители: доц. Л.Ф.Кирильчик

ст.пр. В.А. Бобкина

асс. И.В.Корженевская

Задание №1. Изучение масштабов

Цель задания: ознакомиться с масштабом и его видами, способами представления; научиться пользоваться числовым масштабом, строить линейный и поперечный (сотенный) масштабы; освоить методики использования масштабов; уметь определять точность масштаба.

Задачи

1. Записать в тетрадь для лабораторных работ и запомнить формулировки масштаба, его видов и точности.
2. Запомнить какие две задачи и как решают с помощью числового масштаба.
3. Записать в тетрадь для лабораторных работ масштабный ряд топографических карт (табл.1) и определить точность каждого масштаба.

Таблица 1

Определение точности масштабов

Масштаб	1:200	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000	1:25000	1:50000	1:100000
Точность масштаба t, м									

Точность масштаба можно проще вычислить сразу в метрах делением знаменателя масштаба на 10000 (т.к. 0,1мм соответствует 0,0001м) т.е. $t = M : 10000$.

1. Определить, в каком масштабе следует создавать карту, чтобы изобразились объекты местности, минимальные размеры которых приведены в табл. 2. Выбрать стандартный масштаб, ближайший к вычисленному, крупнее его.

Для решения задачи необходимо приравнять минимальные размеры объектов к точности масштаба $l_{min}=t_m$ и вычислить знаменатель масштаба

$$M = \frac{l_{min}}{0,1 \text{ мм}} \quad \text{или} \quad M = l_{min} * 10000, \quad (l_{min} - \text{число метров минимального отрезка}).$$

Таблица 2

Вычисление масштаба

$l_{min}, \text{м}$	0,06	0,1	0,6	3,0	11,0	23,0	55,0
M' (вычисленный)	600						
M (стандартный)	500						

5. Построить линейный и поперечный (сотенный) масштабы на листе чертежной бумаги размером 20х10 см и вычертить их тушью. Толщина линий 0,1 мм. Оцифровать их основания порядковыми номерами и в метрах для заданного масштаба.

Задание №2. Определение и отложение расстояний

Для выполнения задания необходимо иметь карту, заранее вычерченные линейный и поперечный масштабы (или масштабную линейку), циркуль-измеритель, линейку с миллиметровыми делениями, карандаш, тетрадь для лабораторных работ.

Задачи

Вычислить длины отрезков на картах разных масштабов, соответствующие горизонтальным расстояниям на местности, приведенным в табл.3, с учетом индивидуальных значений.

Индивидуальные значения горизонтальных расстояний каждый студент определяет прибавлением к их значению в табл.3 поправки в сантиметрах, по формуле: $d = d_{\text{табл}} + N * k$ (см),

где $d_{\text{табл}}$ - значения, приведенные в табл. 3, N – номер студента по списку группы, k – порядковый номер варианта 1,2,3,и т.д.,- задает преподаватель.

Длины отрезков вычислить до 0,01 см.

Таблица 3

Вычисление длин отрезков на картах

Горизонтальные расстояния на местности d , м	Масштаб								
	1:200	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000	1:25000	1:50000	1:100000
	Длины отрезков на карте, см								
22,35									
117,75									
313,55									
Именно- ванный масштаб									

Пример 1. Горизонтальное расстояние на местности $S=142$ м. Найти величину изображения этого расстояния на плане масштаба 1:2000.

По формуле $s = S/M$ получим $s = 142\text{м}/2000 = 0,071 \text{ м} = 7,1\text{см}$.

Или, пользуясь именованным масштабом: $142/20=7,1\text{см}$.

Определить расстояние на местности между заданными на карте точками разными способами: с помощью числового, именованного, линейного и поперечного масштабов. Результаты представить в табл. 4.

Таблица 4

Измерение расстояния между точками

Наименование линии	Измеренное расстояние D, м			
	по именованному масштабу	по линейному масштабу	по поперечному масштабу	по числовому масштабу
А-В				

Рекомендации по выполнению задания:

1. при помощи числового масштаба.

Линейкой измерить расстояние в миллиметрах между заданными на карте точками, умножить на знаменатель масштаба и выразить полученное число в метрах, разделив на 1000.

Пример 2. На плане масштаба 1:500 величина отрезка между двумя точками $s = 146$ мм. По формуле $S = s \cdot M$ находим $S = 146 \text{ мм} \cdot 500 = 73000 \text{ мм} = 73 \text{ м}$.

2) с помощью именованного масштаба.

Измерить линейкой длину заданного отрезка в сантиметрах (до 0,1 см) и умножить на именованный масштаб.

В масштабе 1:500 в одном сантиметре пять метров (значение знаменателя численного масштаба без двух нулей). Умножив величину отрезка в сантиметрах на 5 м, получим $S = 14,6 \cdot 5 \text{ м} = 73 \text{ м}$.

3) по линейному масштабу.

Задание №3. Определение географических и прямоугольных координат точек

Определить по карте географические и прямоугольные координаты двух точек, заданных преподавателем. Результаты вычислений записать в табл. 5.

3.1. Определение географических координат точек

Для определения географических координат точки из неё проводят перпендикуляры на минутные шкалы ближайших сторон рамки листа карты, либо на линии, проведенные через концы минутных отрезков на противоположных сторонах рамки листа левее и ниже точки. Измеряют с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки длины отрезков Δl_φ и Δl_λ (рис.2) от начала минутных отрезков до оснований перпендикуляров и длины l_φ и l_λ минутных отрезков (или их долей) и вычисляют доли минут в градусной мере соответственно по широте и долготе по формулам:

$$\Delta\varphi'' = \frac{\Delta l_\varphi}{l_\varphi} \cdot 60''; \quad \Delta\lambda'' = \frac{\Delta l_\lambda}{l_\lambda} \cdot 60''. \quad (2)$$

Если измеряют длины неполных минутных отрезков соответствующих 15, 30 или 45 секундам, то в формулах (2) вместо 60 записывают их значения.

Широту и долготу точки получают, прибавляя к широте и долготе юго-западного угла число целых минутных отрезков и вычисленные приращения широты $\Delta\varphi$ и долготы $\Delta\lambda$:

$$\varphi_n = \varphi_{ЮЗ} + \Delta\varphi' + \Delta\varphi''; \quad \lambda_n = \lambda_{ЮЗ} + \Delta\lambda' + \Delta\lambda'', \quad (3)$$

где n – номер точки;

$\varphi_{ЮЗ}$, $\lambda_{ЮЗ}$ – широта и долгота юго-западного угла рамки;

$\Delta\varphi'$, $\Delta\lambda'$ – число минут до начала минутного отрезка, долю которого вычисляют;

$\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$ – доли минут.

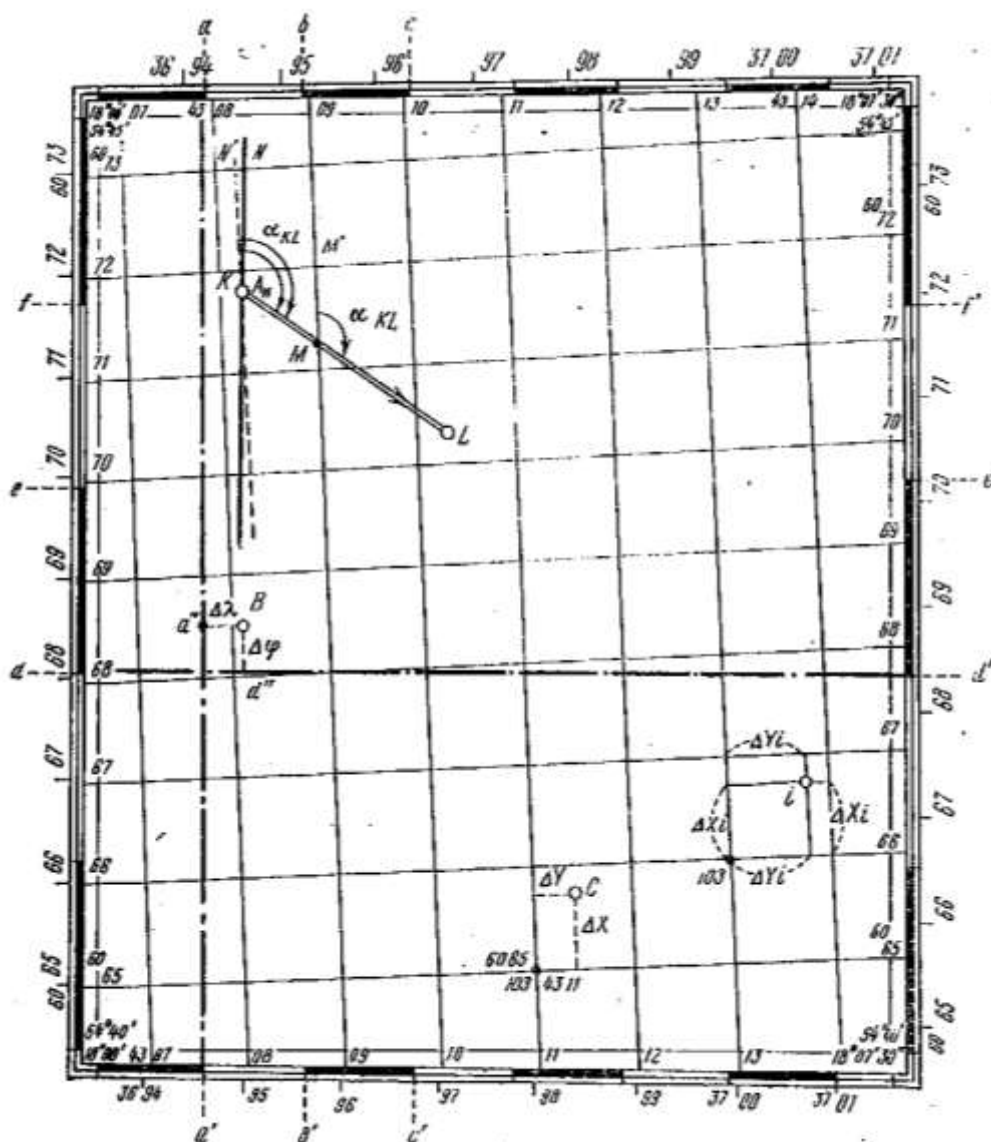


Рис. 2. Определение координат точек и углов ориентирования по карте

При этом необходимо учитывать, что широты возрастают к северу от экватора, а долготы – к востоку от Гринвичского меридиана.

Если доли минут вычисляли от конца минутного отрезка, то их вычитают из значения его координат.

Для определения географических координат точки от ближайших к ней параллели и меридиана, проведенных через концы одноименных минутных или десятисекундных отрезков на противоположных сторонах рамки, измеряют длины перпендикуляров, опущенных из точки на эти линии, вычисляют приращения географических координат как указано выше, а затем широту и долготу.

Приблизенно широту и долготу точки можно определить без вычислений, оценивая на глаз доли десятисекундных отрезков от их начала до оснований перпендикуляров с учетом значений ближайших минут.

Пример 4. Требуется определить географические координаты точки В. Подписанные географические координаты юго-западного угла карты: $\varphi_{ЮЗ}=54^{\circ}40'$ северной широты и $\lambda_{ЮЗ}=18^{\circ}00'$ восточной долготы. Проведем перпендикуляры на минутные шкалы, ближайшие к точке В – западную и южную. Определим значения минут начала минутных отрезков у оснований перпендикуляров: $\Delta\varphi'=2'$ (рис. 2). Измерим длины минутных отрезков l_{φ} и l_{λ} и отрезков от оснований перпендикуляров до начала минутных отрезков Δl_{φ} и Δl_{λ} и вычислим по формулам (2) доли минуты: $\Delta\varphi''=16''$, $\Delta\lambda=23''$, и по формуле (3) шроту и долготу точки В. Широта точки В $\varphi=54^{\circ}40'+02'+16''=54^{\circ}42'16''$, Долгота точки В $\lambda=18^{\circ}00'+01'+23''=18^{\circ}01'23''$.

Вычисленные значения шроты и долготы записывают в табл.5 с округлением до целых секунд.

Таблица 5

Прямоугольные и географические координаты точек

Наименование точки	Координаты точек				Отметка точки Н, м
	Прямоугольные		Географические		
	X,м	Y,м	$\lambda,^{\circ} ' ''$	$\varphi,^{\circ} ' ''$	
А					
В					

3.2. Определение прямоугольных координат точек

Прямоугольные координаты X и Y точек определяют следующим образом. Сначала определяют координаты юго-западного угла квадрата, в котором расположена точка, по подписанным значениям координат у выходов координатных линий между внутренней и внешней рамками $X_{ЮЗ}$ и $Y_{ЮЗ}$. Затем с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки измеряют расстояния Δl_x и Δl_y по перпендикулярам от точки до южной и западной сторон квадрата и длины южной l_y и западной l_x сторон его. Вычисляют приращения координат (разности координат двух точек) по формулам:

$$\Delta x = \frac{\Delta l_x}{l_x} \cdot 1000 \text{ м}; \quad \Delta y = \frac{\Delta l_y}{l_y} \cdot 1000 \text{ м} \quad (4)$$

и координаты точек

$$X = X_{ЮЗ} + \Delta x; \quad Y = Y_{ЮЗ} + \Delta y, \quad (5)$$

где 1000 м – длина стороны квадрата на местности. При таком определении учитывается деформация бумаги. Для контроля координаты точки определяют второй раз относительно северо-восточного угла квадрата, измеряя расстояния от точки до северной и восточной сторон квадрата. Координаты точки получают, вычитая приращения координат из координат северо-восточного угла квадрата:

$$X = X_{СВ} - \Delta x; \quad Y = Y_{СВ} - \Delta y. \quad (6)$$

Прямоугольные координаты определяют с точностью не более утроенной точности масштаба: $m \leq 3t_M$. Среднее значение из двух определений записывают в табл. 5.

Задание №4. Определение высот точек по горизонталям

Определить по карте отметки двух точек, заданных преподавателем.

Если искомая точка расположена на горизонтали, то ее отметка равна отметке горизонтали. При расположении точки между горизонталями ее высоту определяют линейным интерполированием, основанном на пропорциональном делении заложения (заложение – кратчайшее расстояние между горизонталями на карте). На рис.3 показан вертикальный разрез местности между двумя соседними горизонталями. Из рисунка видно, что превышение Δh_1 между точкой С местности и горизонталью (т. А) пропорционально отношению расстояния от точки до горизонтали AC_0 к заложению $AB_0 = d$ и равно произведению этого отношения на значение высоты сечения рельефа BB_0 . (Высота сечения рельефа – расстояние между соседними горизонталями по отвесному направлению).

$$CC_0 = \frac{AC_0}{AB_0} \cdot BB_0 \quad (7)$$

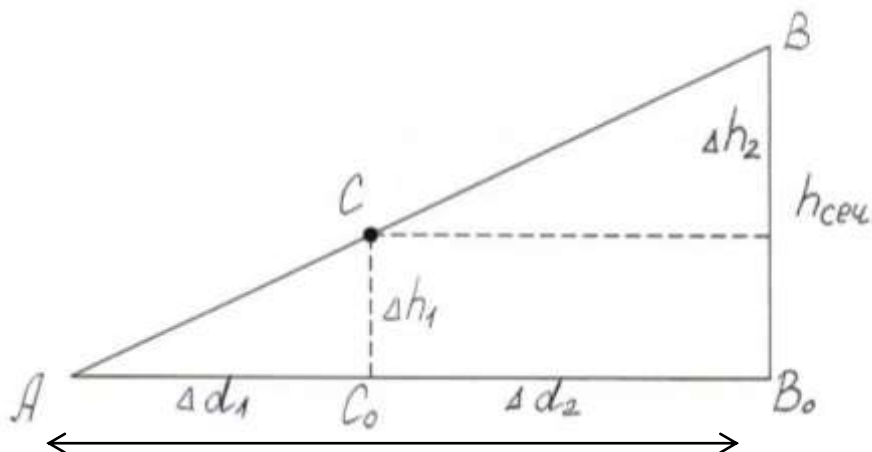


Рис. 3. Профиль ската

С – точка, отметка которой определяется, А и В – точки на нижней и верхней по склону горизонталях, В₀ и С₀ – проекции точек местности В и С на горизонтальной плоскости (на карте), $AB_0 = d$.

Из подобия треугольников ACC_0 и ABB_0

$$\left. \begin{aligned} \Delta h_1 &= \frac{\Delta d_1}{d} \times h_{\text{сеч.}} \\ H'_C &= H_A + \Delta h_1 \\ \Delta h_2 &= \frac{\Delta d_2}{d} \times h_{\text{сеч.}} \\ H''_C &= H_B - \Delta h_2 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Контроль:

$$\Delta d_1 + \Delta d_2 = d; \Delta h_1 + \Delta h_2 = h_{\text{сеч.}}. \quad (9)$$

Для определения отметки точки С (рис.4) проводят через нее перпендикуляр между горизонталями (точки А и В). Измеряют циркулем-измерителем в миллиметрах заложение d и длины отрезков $\Delta d_1 = AC_0$ и $\Delta d_2 = C_0B_0$. Вычисляют превышения между точкой и нижней и верхней горизонталями и дважды отметку точки С. Среднее из двух значений отметки будет высотой точки. Ее заносят в таблицу 5, округлив до 0,1 м.

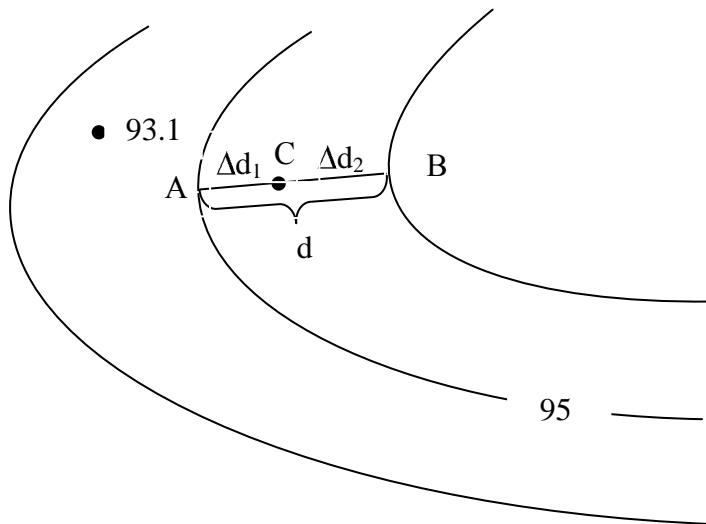


Рис. 4. Определение высот точек по горизонталям

Если вблизи определяемой точки нет подписанных отметок горизонталей, то их находят по отметкам точек рельефа, расположенным вблизи определяемой точки, утолщенным горизонталям и высоте сечения рельефа. С помощью бергштрихов определяют направление ската и по высоте сечения рельефа, подписанной на карте, определяют отметку ближайшей к точке горизонтали, а затем отметки горизонталей, между которыми расположена определяемая точка.

Пример 5. Вблизи заданной точки нет горизонталей с подписанными отметками. Сначала определим отметки горизонталей. Отметка рельефной точки (рис. 4) 93,1м, высота сечения рельефа $h_{\text{сеч.}}=2,5\text{м}$. Отметка ближайшей к

точке горизонтали, согласно указателя ската, равна 92,5 м (делится на 2,5 без остатка). Определяемая точка находится между горизонталями с отметками 95,0 м (нижняя) и 97,5 м (верхняя). Пусть $d=12,4$ мм, $\Delta d_1=4,2$ мм, $\Delta d_2=8,2$ мм.

$$\text{Тогда, } \Delta h_1 = \frac{4,2 \text{ мм}}{12,4 \text{ мм}} \cdot 2,5 \text{ м} = 0,85 \text{ м}; \Delta h_2 = \frac{8,2 \text{ мм}}{12,4 \text{ мм}} \cdot 2,5 \text{ м} = 1,65 \text{ м}.$$

Контроль: $\Delta h_1 + \Delta h_2 = 0,85 \text{ м} + 1,65 \text{ м} = 2,5 \text{ м} = h_{\text{сеч.}}$

$$H'_C = 92,5 + 0,85 = 93,35 \approx 93,4 \text{ м};$$

$$H''_C = 95,0 - 1,65 = 93,35 \approx 93,4 \text{ м};$$

$$H_C^{CP} = 93,4 \text{ м}.$$

Задание №5. Определение углов ориентирования

Измерить по карте дирекционный угол заданной преподавателем линии и вычислить истинный и магнитный азимуты.

Результаты определения углов ориентирования представить в табл. 6.

Целью ориентирования линии является определение положения ее относительно сторон света. **Ориентировать линию** на местности или на чертеже – значит определить ее направление (угол) относительно какого-либо другого направления, принятого за начальное (исходное). В геодезии начальными (исходными) направлениями для ориентирования принимают **меридианы** – линии, имеющие вполне определенное направление: географический (N) меридиан, магнитный (N_M) меридиан и осевой (N') меридиан зоны. В качестве углов, определяющих направление линий, служат истинный (географический) (A_H) и магнитный (A_M) азимуты, дирекционный угол (α) и румбы R (рис.5).

5.1. Определение дирекционных углов

Дирекционный угол α (альфа) – это горизонтальный угол на плоскости, отсчитанный от положительного (северного) направления оси абсцисс (осевого меридиана зоны) или линии, параллельной ей, по ходу часовой стрелки до данной линии в пределах от 0° до 360° . В каждой точке линии он сохраняет свою величину, а обратный отличается от прямого ровно на 180° . Дирекционный угол измерить на местности нельзя, его можно приближенно измерить по карте и точно вычислить по координатам начальной и конечной точек линии.

По топографическим картам дирекционные углы определяют относительно вертикальных линий координатной сетки, которые параллельны оси X (осевому меридиану зоны). Для его измерения продляют заданную линию до пересечения с ближайшей вертикальной линией координатной сетки, либо через начальную точку линии проводят линию, параллельную вертикальной линии сетки. Совмещают центр круглого транспортира с точкой пересечения заданной линии с вертикальной линией сетки либо с начальной точкой линии, направляют ноль транспортира по вертикальной линии вверх и берут отсчет по шкале на пересечении с ней линии с точностью $\frac{1}{4}$ градуса. При

измерении полукруглым транспортиром углов больших 180° нулевой диаметр транспортира совмещают с южным направлением вертикальной сетки и к отсчету прибавляют 180° .

5.2 Определение истинного азимута

Истинный азимут – это угол между северным направлением истинного (географического) меридиана и заданной линией, отсчитанный по ходу часовой стрелки. Он изменяется в пределах от 0 до 360 градусов, обозначается буквой $A_{и}$. Истинные азимуты определяют астрономическими измерениями или по топографической карте, т.к. между истинным азимутом и дирекционным углом существует зависимость

$$A_{и} = \alpha + \gamma, \quad (10)$$

где γ (гамма) – **сближение меридианов** – угол между географическим меридианом данной точки и осевым меридианом зоны. В пределах зоны может иметь значения от 0° до $\pm 3^\circ$.

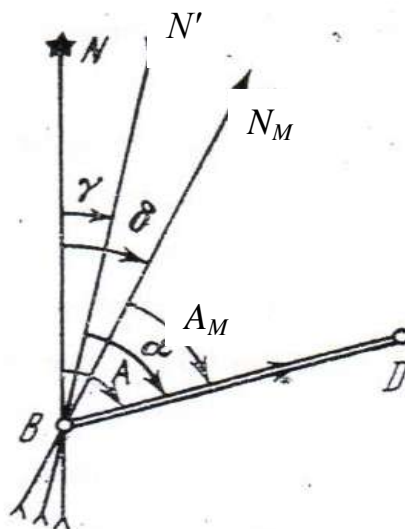


Рис. 5. Связь между ориентирующими углами

Для точек, расположенных к западу от среднего (осевого) меридиана зоны, сближение меридианов называют западным, ему придают знак минус, а для точек, расположенных к востоку от осевого меридиана – восточным, считают положительным (со знаком плюс).

Зависимость между прямым и обратным истинными азимутами выражается формулой

$$A_{обр.} = A_{пр.} + 180^\circ + \gamma \quad (11)$$

с учетом знака сближения меридианов.

Среднее значение сближения меридианов для всех точек данного листа карты подписываются в тексте под юго-западным углом рамки и на схеме.

Пример 6. Измеренный по карте дирекционный угол равен $234^{\circ}15'$, сближение меридианов для данного листа карты западное равно $2^{\circ}22'$. Вычислим прямой и обратный истинный азимуты:

$$A_{И} = 234^{\circ}15' + (-2^{\circ}22') = 231^{\circ}53'$$

$$A_{Иобр} = 231^{\circ}53' + 180 + (-2^{\circ}22') = 409^{\circ}31' = 49^{\circ}31'.$$

5.3. Определение магнитного азимута

Магнитный азимут – это угол между северным направлением магнитного меридиана и данной линией, отсчитанный по направлению хода часовой стрелки в пределах от 0 до 360 градусов. Магнитный меридиан располагается в вертикальной плоскости, проходящей через концы свободно подвешенной магнитной стрелки. Географический и магнитный полюсы Земли не совпадают так как магнитный полюс находится в постоянном движении вокруг географического. Различают вековые, годовые и суточные смещения магнитного полюса. Между истинным и магнитным меридианами образуется угол, который называется **склонением магнитной стрелки**, обозначается буквой δ (дельта). Магнитный меридиан может отклоняться от истинного к востоку и к западу, поэтому склонение магнитной стрелки может быть восточным и западным. Восточное склонение считают положительным, западное – отрицательным. Склонение магнитной стрелки определяют при создании топографической карты. Среднее значение его для каждого листа подписывают в тексте под юго-западным углом рамки с указанием его величины, даты определения (год) и величины и направления годового изменения. Годовое изменение склонения учитывают при ориентировании по карте. Кроме того, для удобства практического использования на листах карты приводится схема взаимного расположения истинного, магнитного и осевого меридианов (линия сетки) с указанием величин сближения меридианов и склонения магнитной стрелки (рис.5).

Зависимость между магнитным и истинным азимутами и дирекционным углом имеет вид

$$\left. \begin{aligned} A_M &= A_{И} - \delta, \\ A_M &= \alpha + \gamma - \delta \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

При этом учитывают знаки сближения меридианов и склонения магнитной стрелки.

При определении магнитных азимутов необходимо учитывать годовое изменение склонения. Склонение магнитной стрелки на текущую дату (год) вычисляют по формуле:

$$\delta_{тек.} = \delta_{нач.} + \Delta\delta_{годовое} \times (T_{тек.} - T_{нач.}). \quad (13)$$

Пример 7. На 1971 г. склонение магнитной стрелки восточное $6^{\circ}00'$. Годовое изменение склонения восточное $0^{\circ}02'$. Склонение на 2010 год будет: $\delta_{2010} = 6^{\circ}00' + 0^{\circ}02' \cdot (2010 - 1971) = 6^{\circ}00' + 0^{\circ}02' \cdot 39 = 6^{\circ}00' + 78' = 7^{\circ}18'$.

Таблица 6

Наименование линии	Горизонтальное проложение d , м		Дирекционный угол α		Сближение меридианов γ	Истинный азимут $A_{И}$	Склонение магнитной стрелки δ на __ год	Магнитный азимут A_M
	определенное по карте	вычисленное по координатам	измеренный по карте	вычисленный по координатам				
			° ,	° ,	° ,	° ,	° ,	° ,
A – B								
B – A								

Задание №6. Определение крутизны скатов

1. Определить уклон заданной линии, используя ранее вычисленные отметки точек.

2. Определить крутизну ската в конечных точках линии и углы наклона местности.

Мерой крутизны ската служит уклон, обозначаемый буквой i , зависит от угла наклона местности

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d}, \quad (20)$$

т.е. **уклон** – это тангенс угла наклона, равный отношению превышения h между точками местности к горизонтальному расстоянию d между ними. Уклоны различают положительные (повышения) и отрицательные (понижения).

Уклоны выражают в тысячных долях или в промилле – десятых долях процента. Например, $i=0,050$, или 50 ‰. Уклон показывает, на сколько метров

повышается или понижается линия местности на каждые 1000 м (1 км) расстояния. Например, $i=0,025$ (25 ‰) означает, что на каждый километр (1000 м) местность повышается на 25 м. Уклоны прямого и обратного направлений равны по величине, но противоположны по знаку.

По карте крутизну ската в любом месте можно определить без вычислений по графику заложений, вычерченному под южной рамкой в правой части карты. **График заложений** – это кривая линия, расстояния от которой по перпендикуляру до горизонтальной линии равны заложениям. Основание графика оцифровывают в градусах или уклонах.

Для определения крутизны ската берут в раствор циркуля-измерителя кратчайшее расстояние между соседними горизонталями и переносят его на график заложений вертикально так, чтобы одна игла циркуля располагалась на кривой, другая – на горизонтальной линии, и по оцифрованной шкале считывают крутизну ската в данном месте в градусах угла наклона, либо в уклонах, в зависимости от оцифровки.

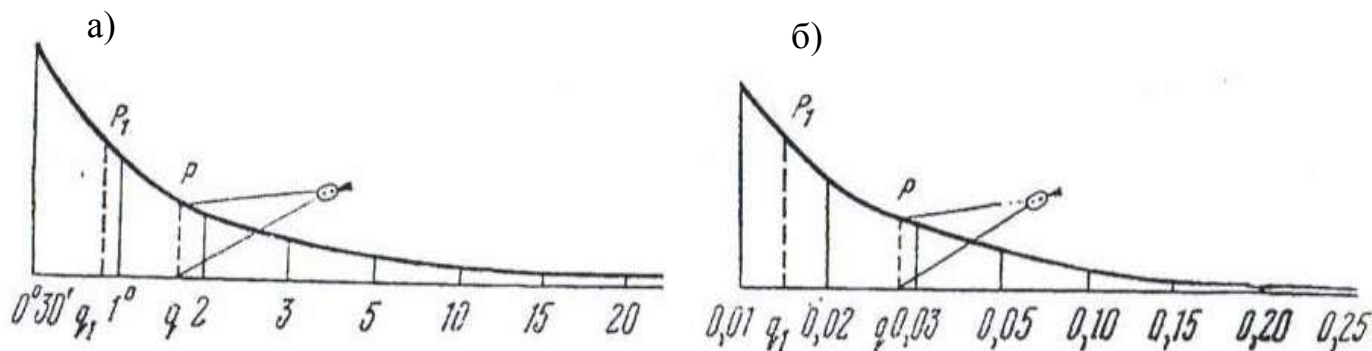


Рис. 8. Графики заложений: а) – для углов наклона, б) – для уклонов

Для углов наклона до 6° зависимость между ними и уклонами приближенно имеет вид

$$i = \frac{\nu^\circ}{\rho^\circ}; \quad \nu^\circ = i\rho^\circ, \quad (21)$$

где $\rho^\circ = 57,3^\circ$ – радиан.

Кратчайшее расстояние между горизонталями (**заложение**) будет соответствовать наибольшей крутизне ската в данной точке.

Задание №7. Построение профиля местности по заданному направлению

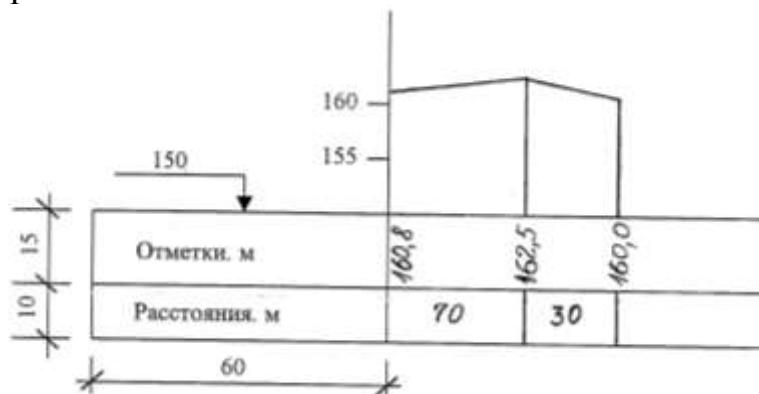
Построить профиль местности по заданному на карте направлению.

Профилем местности называется уменьшенное изображение на плоскости вертикального разреза земной поверхности по заданному направлению. Разрез местности представляет собой кривую линию, на профиле его изображают в виде ломаной линии с изгибами в точках перегиба рельефа,

т.е. в точках изменения крутизны скатов. Отметки точек перегиба рельефа определяют либо измерением на местности, либо по карте. На профиле прямой линией изображают уровенную поверхность, параллельную основной, ей придают условную отметку и называют *линией условного горизонта (УГ)*. Для большей выразительности (наглядности) вертикальные отрезки – высоты – изображают в масштабе в 10 раз крупнее, чем горизонтальные расстояния между точками, т.е. если горизонтальный масштаб 1:5000, то вертикальный 1:500.

По топографической карте профиль строят обычно по горизонталям в следующем порядке. На листе миллиметровой бумаги размером 20х30 см на расстоянии не менее 5 см от нижнего края его выбирают горизонтальную утолщенную линию, которую принимают за основание профиля – линию условного горизонта (УГ). На расстоянии 8-10 см от левого края листа выбирают вертикальную утолщенную линию, на которой размечают шкалу высот через 1 см выше линии условного горизонта. Ниже линии основания профиля и левее линии шкалы высот вычерчивают профильную сетку шириной 60 мм, содержащую две графы: первая (верхняя) – «Отметки», шириной 15 мм; вторая – «Расстояния», шириной 10 мм.

Профиль местности по линии АВ
Масштабы: горизонтальный 1:2000
Вертикальный 1:200



Выполнил студент Гр. П – 201 Иванов В. А.

Рис. 9. Пример построения профиля местности по горизонталям

Затем вдоль заданной на карте линии отмечают и определяют интерполированием отметки пересекаемых ею горизонталей, характерных линий рельефа (водоразделов и тальвегов), перегибов скатов. Определяют расстояния между соседними отмеченными точками и откладывают их в графе «Расстояния» в заданном горизонтальном масштабе, отделяя вертикальной перегородкой. Числовое значение расстояния записывают горизонтально посередине графы.

В графу «Отметки» на продолжении перегородок графы «Расстояния» записывают вертикально отметки горизонталей и всех остальных отмеченных на линии точек, определенных интерполированием между горизонталями.

Выбирают отметку линии условного горизонта, кратную 10 м или 5 м такую, чтобы отстояния от нее до точки с наименьшей отметкой было не менее 3 см в заданном вертикальном масштабе. Эту отметку подписывают над профильной сеткой (рис. 9), стрелкой указывают линию, к которой относится отметка.

Шкалу высот подписывают отметками через 1 см относительно условного горизонта в заданном вертикальном масштабе. В отмеченных в графе «Расстояния» точках восстанавливают перпендикуляры к линии основания профиля и, пользуясь шкалой высот, откладывают на них отметки точек.

Соединяют конечные точки соседних перпендикуляров прямыми линиями и получают ломаную линию профиля, которую вычерчивают черной тушью. Толщина линии 0,3 мм.

Над профилем подписывают заголовок: «*Профиль местности по линии АВ*». Ниже профиля подписывают масштабы и кто выполнил: $M_{Г} 1:5000$, $M_{В} 1:500$; *Выполнил студ. Гр. Ад-166 (Фамилия и инициалы)*.

Профиль может быть построен также по точкам через равные интервалы, обычно равные 100м, называемые пикетами и дополнительным (плюсовым) точкам на пересечении заданной линии с водораздельными и водосливными линиями и изменения крутизны скатов. В этом случае заданную линию разбивают на равные отрезки и отмечают дополнительные точки. В графе «Расстояния» откладывают отрезки равные заданному интервалу, а также расстояния между пикетами и плюсовыми точками (характерными точками рельефа и перегибами его). Определяют отметки намеченных точек интерполированием между горизонталями и записывают в графу «Отметки». Затем строят линию профиля, как указано выше.

Задание №8. Определение площади участка

Определить площадь участка, отмеченного на карте.

Так как на картах расстояния между точками являются уменьшенными горизонтальными проложениями наклонных линий местности, то при определении площадей необходимо учитывать углы наклона местности. Существует несколько способов определения площадей по картам: графический, графо-аналитический, механический, аналитический и их разновидности.

Графический способ определения площадей по картам предусматривает использование различного рода палеток на прозрачной основе, имеющих вид сетки квадратов со стороной 2-4 мм, каждый из которых является единицей измерения площади. Палетку накладывают на криволинейный контур и

подсчитывают сначала число целых квадратов внутри участка, затем, оценивая на глаз доли неполных квадратов, суммируют их. Площадь участка равна произведению площади одного квадрата на число всех квадратов.

Если контур участка имеет вид ломаной линии, то его разделяют на элементарные геометрические фигуры (треугольники, прямоугольники, квадраты), вычисляют площади каждой из них по формулам геометрии и суммированием их получают общую площадь участка

$$S_{об.} = \sum S_n \quad (23)$$

Графо-аналитический способ заключается в измерении по карте расстояний (горизонтальных проложений) и определении высот угловых точек участка интерполированием по горизонталям. По этим данным вычисляют наклонные расстояния

$$D = \sqrt{D_0^2 + h^2}, \quad (24)$$

где $D_0 = d \times M$; - горизонтальное проложение на местности;

h – превышение между конечными точками линии;

d – длина отрезка на карте.

Отметки угловых точек контура определяют интерполированием по горизонталям.

Затем вычисляют площади по формулам, соответствующим форме контура:

треугольника $S = \frac{1}{2} a \times b$, где a – основание, b – высота треугольника;

квадрата $S = a^2$, где a – сторона квадрата;

трапеции $S = \frac{a+c}{2} \times b$, где a и c – основания, b – высота трапеции;

прямоугольника $S = a \times b$, где a и b – стороны прямоугольника.

Если контур участка криволинейный, то его площадь определяют **механическим способом**, используя специальный прибор планиметр.

В **аналитическом способе** площадь контура вычисляют по координатам точек поворота, определенным по результатам измерений на местности или по карте по формулам:

$$2S = \sum_1^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}); \quad 2S = \sum_1^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}), \quad (25)$$

где n – число вершин многоугольника;

i – порядковый номер точки поворота контура.

Задание №14. Разграфка и номенклатура топографических карт и планов

Изучить системы разграфки и номенклатуры топографических карт и планов масштабного ряда. Определить номер шестиградусной зоны по трем признакам.

Хотя земную поверхность изображают на картах и планах в уменьшенном виде, ее невозможно представить на одном листе в любом масштабе. Поэтому карту разделяют на отдельные листы, формат которых удобен для практического пользования и издания, обычно от 60х60см до 80х80см, но изображаемая на них территория не одинаковая, зависит от масштаба. Разделение многолистной карты на отдельные листы по определенной системе называется **разграфкой**. Так как границами изображенной на карте территории являются отрезки дуг параллелей и меридианов, то разграфкой по сути являются размеры листа карты в градусной мере по широте и долготе:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{сев}} - \varphi_{\text{юж}} ; \Delta\lambda = \lambda_{\text{вост}} - \lambda_{\text{зап}} . \quad (30)$$

Разграфкой топографических карт служат географические координаты углов рамки листа карты (точек пересечения меридианов и параллелей).

Для однозначного определения местоположения каждого листа карты на земной поверхности введено понятие номенклатуры.

Номенклатурой называется обозначение (нумерация) отдельных листов карты по определенной системе. Номенклатура подписывается над северной стороной внешней рамкой посередине листа карты.

В нашей стране в основу разделения на листы и их обозначение положена международная разграфка и номенклатура листа карты масштаба 1:1000000, получаемая делением земной поверхности параллелями через 4° на широтные ряды (или пояса), обозначаемые заглавными буквами латинского алфавита от А до V, к северу и югу от экватора и меридианами через 6° на колонны, нумеруемые арабскими цифрами от 1 до 60, начиная от меридиана 180° в направлении с запада на восток. В результате такого деления получают трапеции, стороны которых являются внутренними рамками листов карт масштаба 1:1000000. Номенклатура листа карты масштаба 1:1000000 состоит из буквы широтного ряда и номера колонны, например L-43.

Средние меридианы трапеций совмещают с осевыми меридианами шестиградусных зон Гаусса – Крюгера, счет которых ведется от Гринвичского меридиана. Поэтому номер зоны n меньше номера колонны N на 30 единиц: $N - n = 30$. Первая зона совпадает с 31 колонной. Долготы осевых меридианов карт миллионного масштаба вычисляют по формуле: $\lambda_0 = 6^\circ \cdot n - 3^\circ$. Номер зоны получают делением долготы на 6 градусов, округляя дробное число до целого в большую сторону. Например, точка с долготой 18° 07' 30" находится в 4 зоне: $18^\circ 07' 30'' : 6 = >3 = 4$. Номер зоны приписывают к ординатам координатных линий слева.

Лист карты масштаба 1:1000000 делят последовательно на целое число карт более крупного масштаба, номенклатура которых включает номенклатуру листа карты масштаба 1:1000000, а для карт масштаба 1:50000 и крупнее также и номенклатуру листа карты масштаба 1:100000. Номенклатура планов масштаба 1:5000 не связана с номенклатурой предыдущего масштаба, она получается делением листа 1:100000 на 256 частей. В табл. 10 приведена система разграфки и номенклатуры в нашей стране. Примеры разграфки и номенклатуры карт приведены на схеме ниже.

Если номенклатура на листе карты утрачена, то ее можно восстановить по подписанным на сторонах рамки номенклатурам соседних листов. Номер шестиградусной зоны можно определить по трем признакам на карте: 1) по номенклатуре, вычтя из номера колонны 30; 2) по ординатам подписанным у координатных линий (три последние цифры являются ординатой, а одна или две первые – номер зоны); 3) по долготе, делением ее на 6 градусов, как указано выше.

Таблица 10

Разграфка и номенклатура топографических карт и планов

Масштаб карты, плана	Разграфка				Номенклатура	Обозначение листов
	Исходный масштаб	Число листов	Размер листа			
			по широте Δφ	по долготе Δλ		
1:1000000	1:1000000	1	4 ⁰	6 ⁰	М-37	А,В,...,V 1,2,3...59,60
1:500000	1:1000000	4	2 ⁰	3 ⁰	М-37-А	А, Б, В, Г
1:300000	1:1000000	9	1 ⁰ 20′	2 ⁰	І-М-37	І,ІІ,ІІІ... VІІІ,ІХ
1:200000	1:1000000	36	40′	1 ⁰	М-37-І	І,ІІ,ІІІ... XXXV, XXXVI
1:100000	1:1000000	144	20′	30′	М-37-1	1,2,3,...,143,144
1:50000	1:100000	4	10′	15′	М-37-144-А	А,Б,В,Г
1:25000	1:50000	4	5′	7′30″	М-37-144-А-а	а,б,в,г
1:10000	1:25000	4	2′30″	3′45″	М-37-144-А-а-1	1,2,3,4
1:5000 *)	1:100000	256	1′15″	1′52,5″	М-37-144-(256)	1,2,3...255,256
1:2000*)	1:5000	9	25″	37,5″	М-37-144-(256-а)	а,б,в,г,д,е,ж,з,и

*) на участках площадью больше 20км².

Листы карт масштабов 1:200000 и 1:300000 обозначают римскими цифрами, а остальных масштабов – арабскими цифрами.

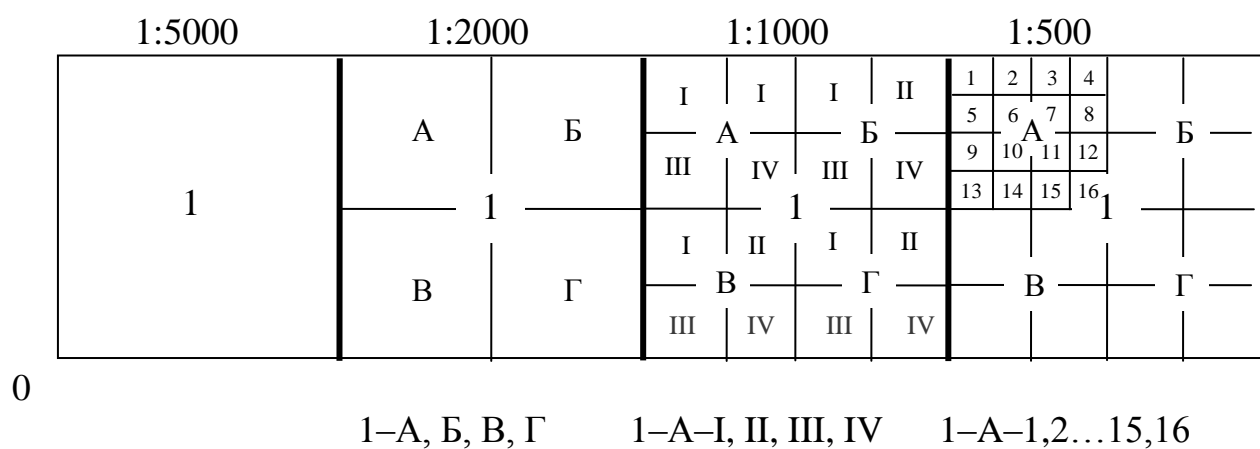
Для топографических планов, создаваемых в местной системе координат на площади до 20км², применяется квадратная разграфка, в которой за основу берется масштаб 1:5000, обозначаемый арабскими цифрами, с номера 1.

Таблица 11

Разграфка и номенклатура планов в местной системе координат

Масштаб плана	Разграфка			Номенклатура	Обозначение листов
	Исходный масштаб	Число листов	Размер листа		
1:5000	1:5000	1	40 х 40 см	1,2,3....n	
1:2000	1:5000	4	50 х 50 см	1-А	А, Б, В, Г
1:1000	1:2000	4	50 х 50 см	1-А-І	І,ІІ,ІІІ,ІV
1:500	1:2000	16	50 х 50 см	1-А-16	1,2,3...14,15,16

Схема расположения планов



Примечание. Номер листа приписывают к номенклатуре исходного масштаба.

Литература

1. Михелев Д.Ш., Ключин Е.Б. Инженерная геодезия. Учебник для ВУЗов. М.: Академия, 2010.
2. Федотов Г.А. Инженерная геодезия. Учебник для ВУЗов. М.: Высшая школа, 2009.
3. Юнусов А.Г. Геодезия. Учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Академический Проект, 2011.