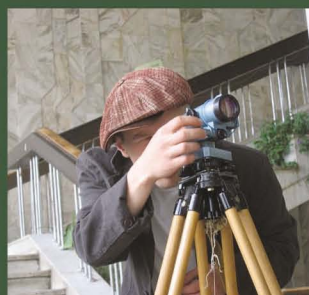
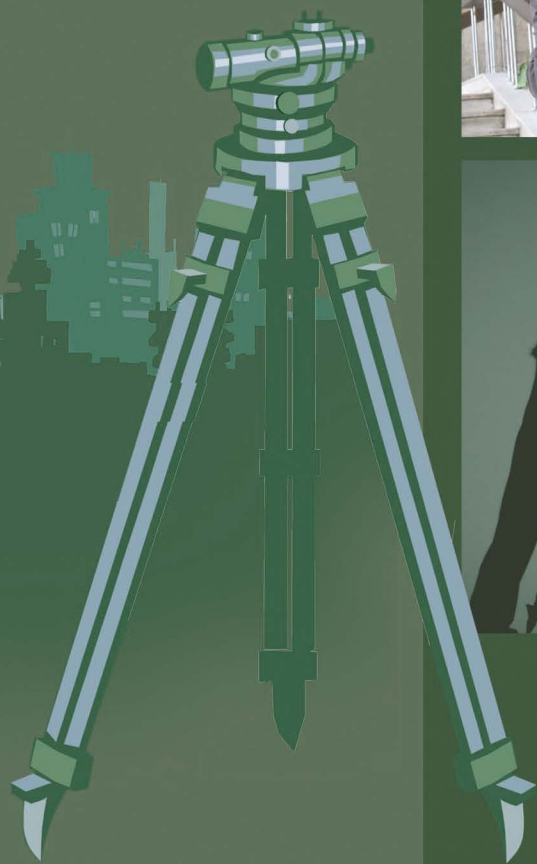


Т.Г. Мальцева

**СБОРНИК ЗАДАЧ
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ
ГЕОДЕЗИИ**



Т.Г. Мальцева

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ
по образованию в области строительства в качестве учебного
пособия для студентов, обучающихся по направлению 653500
«Строительство»*



Издательство Ассоциации строительных вузов
Тольятти
Москва
2008

УДК 528
ББК Н115

Рецензенты:

Кафедра «Городское строительство и хозяйство»
Института повышения квалификации государственных служащих
(зав. кафедрой, профессор, доктор технических наук *А.С. Павлов*)

Заслуженный строитель России, профессор, доктор технических наук
А.Н. Дмитриев

Научный редактор: доктор технических наук, профессор *В.И. Феклин*

Утверждено научно-методическим советом университета.

Т.Г. Мальцева

Сборник задач по инженерной геодезии. Учебное пособие. –М: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 88 с.

ISBN 978-5-93093-536-3

В учебном пособии рассмотрены вопросы применения масштабов топографических карт в решении практических задач. В разделе «Вопросы ориентирования» предложены задачи по определению ориентирующих углов на местности и на картах (планах). Даны примеры решения задач при обработке результатов измерения на местности горизонтальных и вертикальных углов; примеры построения графиков заложений для определения крутизны скатов в градусной мере и в уклонах. Рассмотрены вопросы разбивочных работ, а также вопросы вертикальной планировки.

Предназначено для углубленного изучения курса инженерной геодезии студентами строительных специальностей, а также может быть использовано инженерно-техническими работниками при подготовке разбивочных чертежей

УДК 528
ББК Н115

ISBN 978-5-93093-536-3

© Издательство АСВ, 2008
© Мальцева Т.Г., 2008

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МАСШТАБА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ МАСШТАБА. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧИСЛЕННЫХ МАСШТАБОВ

Численный масштаб – это дробь, числитель которой равен единице, а знаменатель M – число, показывающее, во сколько раз уменьшены горизонтальные проложения линий местности при изображении их на плане (карте). Так, на планах (картах) масштаба 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000 горизонтальные проложения линий местности соответственно уменьшены в 500, 1000, 2000, 5000, 10000 раз.

Чем больше знаменатель M численного масштаба, тем масштаб мельче и наоборот, чем меньше знаменатель M , тем крупнее масштаб. Так, масштаб 1:500 вдвое крупнее масштаба 1:1000, а масштаб 1:10000 в пять раз мельче масштаба 1:2000.

Численный масштаб является элементом зарамочного оформления карты (плана).

Если масштаб плана 1:500, то это означает, что отрезок в 1 см на плане соответствует 500 см на местности, т.е. в 1 см плана 5 м местности. Практически, чтобы узнать число метров местности в 1 см плана, надо из знаменателя M численного масштаба исключить два последних нуля. Например, масштаб 1:5000. Знаменатель $M = 5000$. Исключая два последних нуля, получим, что 1 см плана соответствует 50 м местности.

Если обозначить длину отрезка линии на плане в см через d , то ему будет соответствовать горизонтальное проложение линии местности: D , см:

$$D = d \cdot M$$

Примеры решения задач с использованием численных масштабов

1. Отрезок линии длиной 6,2 см на плане соответствует 310 м горизонтального проложения на местности. Определить численный масштаб плана и точность масштаба.

Решение

Согласно определению, масштаб вычисляется по формуле:

$$\frac{1}{M} = \frac{6,2 \text{ см}}{310 \text{ м}} = \frac{6,2 \text{ см}}{31000 \text{ см}} = \frac{6,2}{31000} = \frac{1}{5000}.$$

Численный масштаб плана: $\frac{1}{5000}$ или 1:5000.

Расшифровка масштаба: в 1 см – 50 м.

Точностью масштаба называется горизонтальное проложение местности, соответствующее 0,1 мм на карте (плане); обозначается t .

1 см – 50 м;

1 мм – 5 м;

0,1 мм – 0,5 м – t .

Ответ: $\frac{1}{M} = \frac{1}{5000}$, $t = 0,5$ м.

2. Точность масштаба $t = 50$ м. Определить численный масштаб.

Решение

$$0,1 \text{ мм} - 50 \text{ м} \Rightarrow X = \frac{10 \text{ мм} \cdot 50 \text{ м}}{0,1 \text{ мм}} = 5000 \text{ м.}$$

1 см – X м

В 1 см плана – 5000 м на местности. Масштаб: $\frac{1}{M} = \frac{1}{500000}$.

Ответ: $\frac{1}{M} = \frac{1}{500000}$.

3. 36 см² на плане соответствует 0,09 га на местности. Определить численный масштаб плана.

Решение

1-й вариант:

$$1 \text{ га} = 10000 \text{ м}^2 = 10^4 \text{ м}^2. (1 \text{ га} = 100 \text{ м} \cdot 100 \text{ м})$$

$$1 \text{ м}^2 = 100 \text{ см} \cdot 100 \text{ см} = 10^4 \text{ см}^2$$

$$\frac{1}{M} = \sqrt{\frac{F_{\text{ПЛАНА}}}{F_{\text{МЕСТНОСТИ}}}} = \sqrt{\frac{36 \text{ см}^2}{0,09 \text{ га} \cdot 10^4 \cdot 10^4}} = \frac{6 \text{ см}}{30 \cdot 10^2 \text{ см}} = \frac{\frac{6}{6}}{\frac{30}{6} \cdot 10^2} = \frac{1}{500}.$$

Ответ: $\frac{1}{M} = \frac{1}{500}$.

2-й вариант:

$$\sqrt{36} = 6 \text{ см}$$

$$\sqrt{0,09 \text{ га}} = \sqrt{900 \text{ м}^2} = 30 \text{ м}$$

$$6 \text{ см} - 30 \text{ м}$$

$$1 \text{ см} - X$$

$$X = 5 \text{ м, в } 1 \text{ см} - 5 \text{ м.}$$

Численный масштаб: $\frac{1}{M} = \frac{1}{500}$.

Ответ: $\frac{1}{M} = \frac{1}{500}$.

4. При каком численном масштабе дорога, шириной 12 м должна быть изображена на плане масштабным условным знаком – двумя штриховыми линиями шириной 12 мм?

Решение

1-й вариант:

12 мм – 12 м $\Rightarrow X = 10$ м в 1 см – 10 м или в 1 см – 1000 см
10 мм – X м

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{1000}$$

Ответ: $\frac{1}{M} = \frac{1}{1000}$.

2-й вариант:

в 12 мм – 12 м;

в 1 мм – 1 м;

в 10 мм – 10 м. в 1 см – 10 м или в 1 см – 1000 см

Ответ: $\frac{1}{M} = \frac{1}{1000}$.

5. Принять необходимый масштаб плана, на котором два параллельно идущих водовода должны быть изображены штриховыми линиями на расстоянии $d = 5$ мм. Расстояние на местности между водоводами $D = 5$ м.

Решение

Сравнивают расстояние между линиями водовода на плане и на местности: 5 мм – 5 м. Преобразуют обе части до стандартного выражения масштаба:

1 мм – 1 м или 1 см – 1000 см.

Ответ: Масштаб плана 1:1000.

6. Площадь строительной площадки на плане масштаба 1:2000 составляет 30 см². Определить в см² площадь той же площадки, изображенной на плане масштаба 1:1000.

Решение

$F_2 = 120 \text{ см}^2$	$F_1 = 30 \text{ см}^2$
Масштаб 1:1000	Масштаб 1:2000
В 1 см – 10 м	В 1 см – 20 м
$F = 2a \cdot 2b = 4ab$	$F = a \cdot b$

В 2 раза увеличивается длина строительной площадки, в 2 раза увеличивается ширина строительной площадки.

Вывод: масштаб в 2 раза крупнее, площадь – в 4 раза больше (обратно пропорциональная зависимость).

Отсюда решение:

Т.е. $\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2$; $F_2 = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2 \cdot F_1 = 2^2 \cdot 30 = 120 \text{ см}^2$;

или $\frac{M_1}{M_2} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} = \frac{2000}{1000} = \sqrt{\frac{F_2}{30}}$ $2^2 = \frac{F_2}{30}$ $F_2 = 120 \text{ см}^2$.

Эту же задачу можно решить и так:

1. Масштаб $\frac{1}{2000}$;

в 1 см – 20 м;

в 1 см² – 400 м²;

в 30 см² – 12000 м².

2. Масштаб $\frac{1}{1000}$;

в 1 см – 10 м;

в 1 см² – 100 м²;

$$\frac{12000 \text{ м}^2}{100 \text{ м}^2} = 120 \text{ см}^2 \text{ на плане.}$$

Ответ: 120 см².

7. Площадь строительной площадки на плане в масштабе M 1:500 (M_1) равна $F_1 = 600 \text{ см}^2$. Вычислить площадь F_2 той же площадки, изображенной на плане в масштабе 1:1000 (M_2).

Решение

Изменяется масштаб плана: уменьшается в два раза. Значит, уменьшаются в два раза линейные размеры строительной площадки, а площадь уменьшается в четыре раза.

Ответ: $F_2 = 150 \text{ см}^2$.

8. Определить размеры здания прямоугольной формы, если на плане в масштабе 1:500 это здание будет изображено прямоугольником размерами: длина $a = 80 \text{ мм}$, ширина $b = 30 \text{ мм}$.

Решение

В масштабе 1:500 одному сантиметру на плане соответствует 5 метров на местности. Длина здания $a = 80 \text{ мм}$, или 8 см, что соответствует: $8 \text{ см} \cdot 5 = 40 \text{ м}$ местности. Ширина здания $b = 30 \text{ мм}$, или 3 см, что соответствует: $3 \text{ см} \cdot 5 = 15 \text{ м}$ местности.

Ответ: $a = 40 \text{ м}$, $b = 15 \text{ м}$.

9. Площадь фигуры на карте $f = 1 \text{ см}^2$, что соответствует на местности $F = 0,01 \text{ км}^2$. Определить величину численного масштаба.

Решение

Для получения величины численного масштаба переводят в сантиметры площади фигур на карте и на местности. 1 см² на карте соответствует 10000 м² на местности, извлекаем квадратный корень из двух частей, 1 см – 10000 см, т.е. масштаб карты 1:10000.

Ответ: M 1:10000.

2. ВОПРОСЫ ОРИЕНТИРОВАНИЯ

2.1. ДИРЕКЦИОННЫЕ УГЛЫ, РУМБЫ НАПРАВЛЕНИЙ. ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ НИМИ. ИСТИННЫЕ АЗИМУТЫ, МАГНИТНЫЕ АЗИМУТЫ. ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ НИМИ

Ориентирование линии предполагает определение ее направления относительно меридианов, принятых за исходные. В качестве исходных направлений принимают осевой меридиан – для ориентирования на карте (плане) и истинный и магнитный меридианы – для ориентирования на местности.

Дирекционным углом называется горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана или линии, ему параллельной по ходу часовой стрелки до направления данной линии. Дирекционный угол изменяется от 0° до 360° .

Дирекционные углы и истинные азимуты связаны между собой горизонтальным углом γ – сближение меридианов: это угол между северным направлением истинного и осевого меридианов. Угол γ имеет знак «+», если линии находится восточнее осевого меридиана и знак «-» – если западнее.

$$A = \alpha \pm \gamma,$$

где γ – может быть восточным, западным и может быть равен нулю (рис. 2.1).

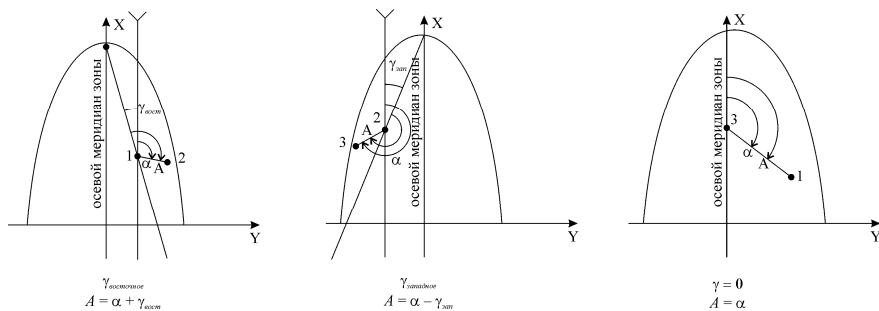


Рис. 2.1.

Румбом называется острый горизонтальный угол, отсчитываемый от ближайшего направления меридиана до направления данной линии.

Таблица 2.1

Зависимость румбов и дирекционных углов

Дирекционные углы, α	Румбы, r
$0^\circ - 90^\circ$	СВ: $r_1 = \alpha$
$90^\circ - 180^\circ$	ЮВ: $r_2 = 180^\circ - \alpha$
$180^\circ - 270^\circ$	ЮЗ: $r_3 = \alpha - 180^\circ$
$270^\circ - 360^\circ$	СЗ: $r_4 = 360^\circ - \alpha$

Ориентирование на местности выполняют относительно истинного (географического) и магнитного меридианов. Ориентирующими углами являются

соответственно истинный и магнитный азимуты. Направление истинного меридиана в данной точке определяется из астрономических наблюдений на небесные светила. Направление магнитного меридиана определяется при помощи магнитной стрелки. Под влиянием земного магнетизма магнитная стрелка устанавливается вдоль магнитного меридиана. Конiec стрелки, обращенный к северному полюсу Земли, называют северным, а к югу – южным.

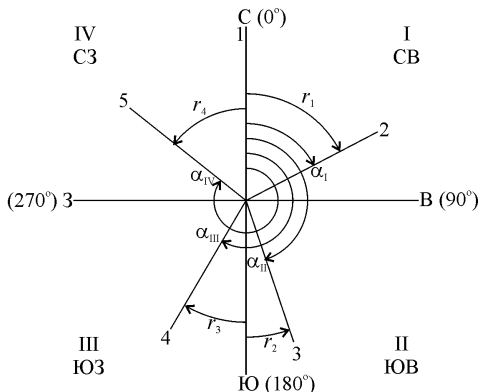


Рис. 2.2. Схема зависимости между дирекционными углами и румбами

Магнитный меридиан в данной точке земной поверхности, как правило, не совпадает с географическим (истинным): угол между ними называется **склонением магнитной стрелки**. Склонение называют восточным или западным в зависимости от того, отклоняется ли северный конец магнитной стрелки к востоку или к западу от истинного (географического) меридиана.

Азимут называется горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления меридиана по ходу часовой стрелки до направления данной линии. Азимуты изменяются от 0° до 360° .

Азимут называется **истинным**, если он отсчитывается от истинного меридиана, и **магнитным**, если отсчитывается от магнитного меридиана (рис. 2.3).

Для перехода от магнитного азимута к истинному нужно знать величину и название склонения магнитной стрелки. Оно бывает восточным и западным. Восточное считают положительным (знак «+»), западное – отрицательным (знак «-»).

1. Определить прямой и обратный румбы направления, если его дирекционный угол $\alpha = 253^\circ 20'$.

Решение (рис. 2.4)

Румб прямого направления:

$$r_{\text{ПР}} = \alpha - 180^\circ = 253^\circ 20' - 180^\circ 00' = 73^\circ 20' \text{ ЮЗ}$$

$$r_{\text{ПР}} = \text{ЮЗ: } 73^\circ 20'$$

Румб обратного направления:

$$\text{СВ: } 73^\circ 20'$$

$$\text{Ответ: } r_{\text{ПР}} = \text{ЮЗ: } 73^\circ 20'; \quad r_{\text{ОБ}} = \text{СВ: } 73^\circ 20'.$$

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МАСШТАБА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ МАСШТАБА. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧИСЛЕННЫХ МАСШТАБОВ	3
2. ВОПРОСЫ ОРИЕНТИРОВАНИЯ.....	8
2.1. Дирекционные углы, румбы направлений. Зависимость между ними. Истинные азимуты, магнитные азимуты. Зависимость между ними	8
2.2. Прямая и обратная геодезические задачи	14
2.3. Определение номера зоны и положения точки относительно осевого меридиана в географической и прямоугольной системах координат.....	16
3. УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ. ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ СПОСОБОМ ПРИЕМОМ. ИЗМЕРЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ УГЛОВ ТОЧНЫМ ТЕОДОЛИТОМ	19
3.1. Устройство теодолита. Части, винты и их назначение	19
3.2. Измерение горизонтальных углов	24
3.3. Измерение углов способом приемов	24
3.4. Измерение вертикальных углов теодолитами Т15К, 2Т5К	25
4. ЛИНЕЙНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОПРАВОК В ИЗМЕРЕННОЕ РАССТОЯНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ И АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ РАССТОЯНИЙ. ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ МЕРНОЙ ЛЕНТОЙ	27
5. ВЫСОТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ. ВЫЧИСЛЕНИЕ ОТМЕТОК ТОЧЕК МЕТОДОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ; УКЛОНОВ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОЛОЖЕНИЙ ЛИНИЙ. РЕЛЬЕФ МЕСТНОСТИ; ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЕЙ. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ЗАЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТИЗНЫ СКАТОВ МЕСТНОСТИ...30	
5.1. Рельеф местности, интерполирование горизонталей.....	36
6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ ПЕРЕНОСЕНИЯ НА МЕСТНОСТЬ ПРОЕКТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	44
6.1. Вычисление проектных координат.....	45
6.2. Способ полярных координат.....	45
6.3. Способ прямоугольных координат (перпендикуляров).....	47
6.4. Вычисление разбивочных элементов для выноса на местность оси трубопровода	48
7. НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ	54
7.1. Составление топографического плана	54
7.2. Проектирование горизонтальной площадки	58
7.3. Проектирование наклонной площадки с соблюдением баланса земляных масс	62

Учебное пособие

Т.Г. Мальцева

БАЗИСНЫЙ КУРС НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Компьютерная верстка: *В.В. Сергеев*

Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Редактор: *Г.М. Мубаракшина*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Сдано в набор 12.04.07

Подписано к печати 20.06.07. Формат 60x90/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. 5,5 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511
тел., факс: (495)183-56-83,
e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>