

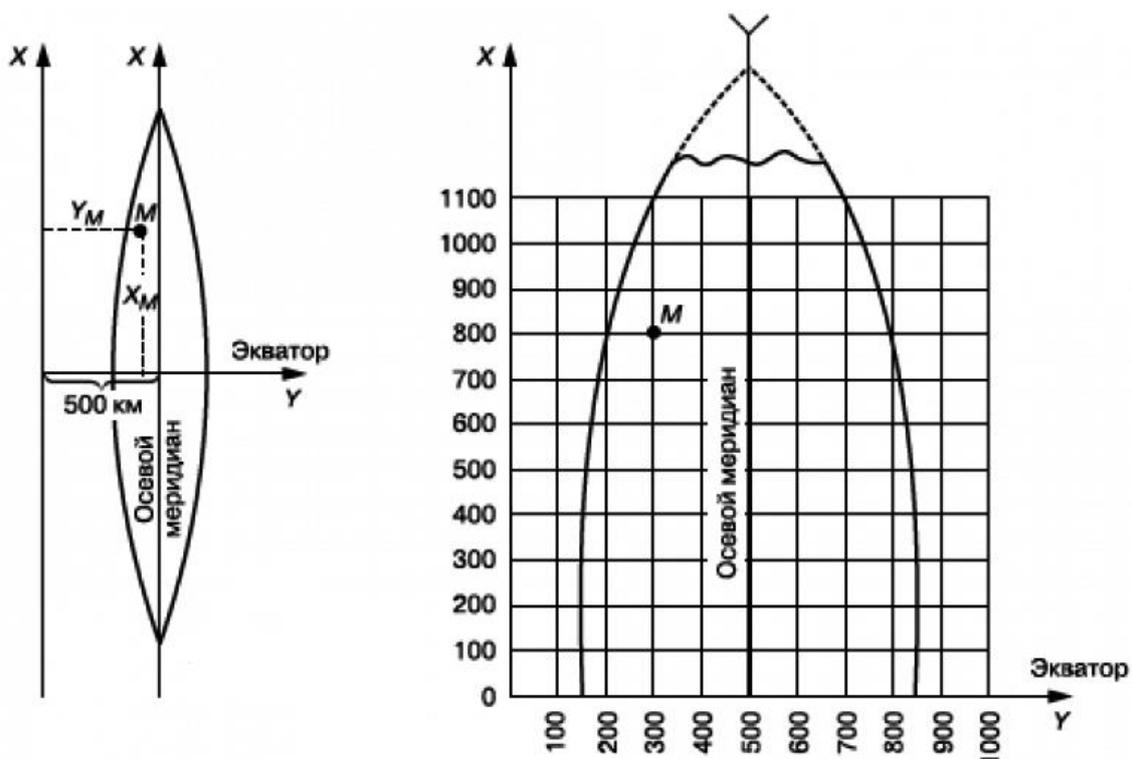
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

И.Н. Дубровский

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТОПОГРАФИИ И АРТИЛЛЕРИИ

Учебное пособие

Утверждено в качестве учебного пособия учебно-методической комиссией военного учебного центра при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



Комсомольск-на-Амуре
2019

УДК 623.4.1

Рецензент:

В. К. Сотников, начальник цикла – старший преподаватель военного учебного центра Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Дубровский, И. Н.

Военная топография и артиллерийская разведка. Системы координат применяемые в топографии и артиллерии: Учебное пособие / – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2019. – 24 с.

Учебное пособие предназначено для граждан, обучающихся в военных учебных центрах по программам подготовки офицеров и сержантов запаса по соответствующим специальностям, а также для преподавателей при проведении занятий.

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре
государственный университет», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.	4
1. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ	5
1.1. Определение геодезических координат по карте.	6
2. ПРЯМОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ.	9
2.1. Построение оцифровка прямоугольной сетки на топографических картах.	10
2.2. Определение прямоугольных координат точек по карте.	11
2.3. Расшифровка прямоугольных координат.	12
2.4. Точность определения прямоугольных координат.	14
3. ПОЛЯРНЫЕ И БИПОЛЯРНЫЕ КООРДИНАТЫ.	14
3.1. Определение полярных координат по карте с помощью артиллерийского круга АК-4 и МПЛ-50.	16
3.2. Переход от полярных координат к прямоугольным.	18
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	22
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.	23

ВВЕДЕНИЕ

В практике работы командира часто возникает необходимость определять или указывать положение отдельных объектов (целей) и местных предметов по карте, например при целеуказании, донесении старшему командиру о результатах разведки противника и местности, подготовке данных для стрельбы и т. д.

Эта задача сводится к указанию положения цели, местного предмета или своего местоположения по отношению к известным точкам (линиям), она может решаться также с помощью координат.

Координатами называют угловые или линейные величины, определяющие положение точек на какой-либо поверхности или в пространстве. Существует много различных систем координат. Для определения положения точек на земной поверхности применяются главным образом географические, плоские прямоугольные, полярные (биполярные) координаты.

Данные системы позволяют сравнительно просто и однозначно определять с необходимой точностью положение точек (объектов, целей) на земной поверхности по результатам измерений, выполненных непосредственно на местности или по карте.

Географические координаты (широта и долгота) точек на земной поверхности, определенные по результатам наблюдений небесных светил, называются астрономическими координатами, а по результатам геодезических измерений на местности - геодезическими координатами. Учитывая, что разница между ними небольшая, то географические координаты - обобщенное понятие об астрономических и геодезических координатах.

Настоящее учебное пособие разработано в соответствии с действующей программой подготовки офицеров запаса по учебной дисциплине «Военная топография и артиллерийская разведка» по военно-учётным специальностям 030400 «Боевое применение соединений, воинских частей и подразделений наземной артиллерии», 030405 «Боевое применение минометных воинских частей и подразделений».

1. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ

На топографических картах применяются геодезические координаты. На практике при работе с картами их обычно называют географическими.

Географическими координатами называются угловые величины - широта и долгота, определяющие положение точек на земном шаре (рис. 1.1).

Геодезической широтой (B) точки M называется угол, образованный нормалью к поверхности земного эллипсоида в данной точке и плоскостью экватора. Широта отсчитывается по меридиану в обе стороны от экватора и может принимать значения от 0 до 90° . Широты точек, расположенных к северу от экватора, называются северными, к югу – южными (рис. 1.2).

Геодезической долготой (L) называется двугранный угол между плоскостями начального (Гринвичского) меридиана и плоскостью меридиана данной точки.

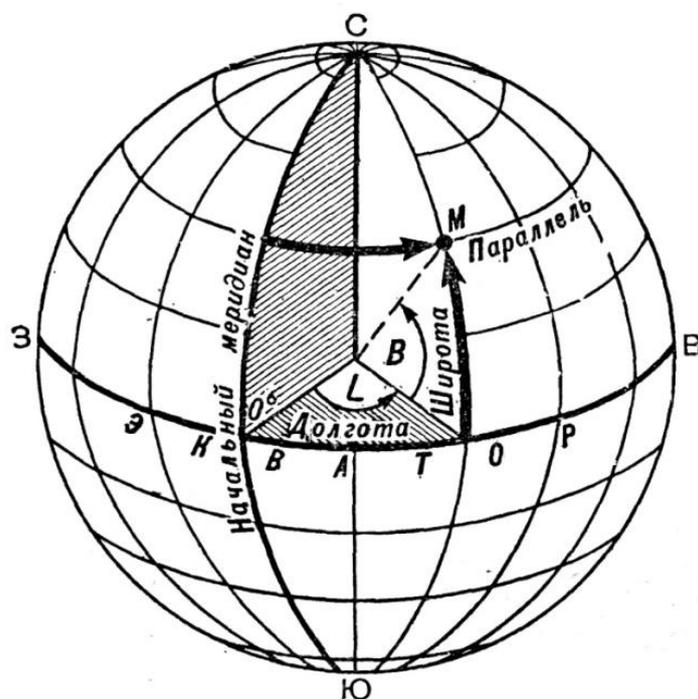


Рис. 1.1. Геодезические координаты

Долготы точек отсчитываются от начального меридиана к востоку и западу и называются соответственно восточными и западными. Счёт их ведётся от 0 до 180° в каждую сторону (рис. 1.2).

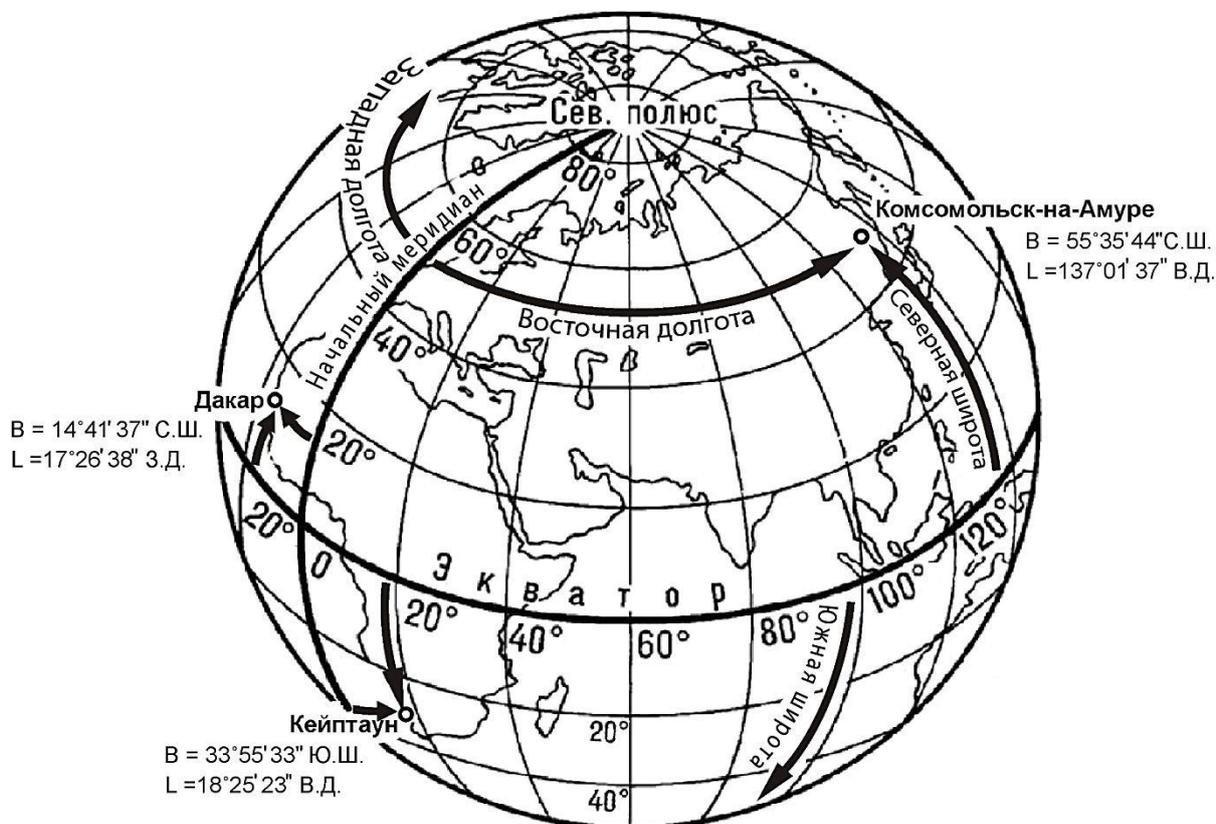


Рис. 1.2. Определение геодезических координат

В решении задач в войсках, связанных с топогеодезической привязкой, геодезические координаты используются при определении дирекционных углов астрономическим и гироскопическим способами.

1.1 Определение геодезических координат по карте

Внешними рамками топографических карт являются отрезки параллелей и меридианов. Их широту и долготу подписывают на углах каждого листа карты (рис. 1.3).

На картах масштабов 1:25000 - 1:200000 стороны рамок разделены на отрезки, равные 1 минуте. Эти отрезки оттенены через

один и разделены точками (кроме карты М 1: 200000) на части по 10 секунд. А также на рамке карты имеются цифровые обозначения горизонтальных и вертикальных линий координатной сетки и номер зоны.

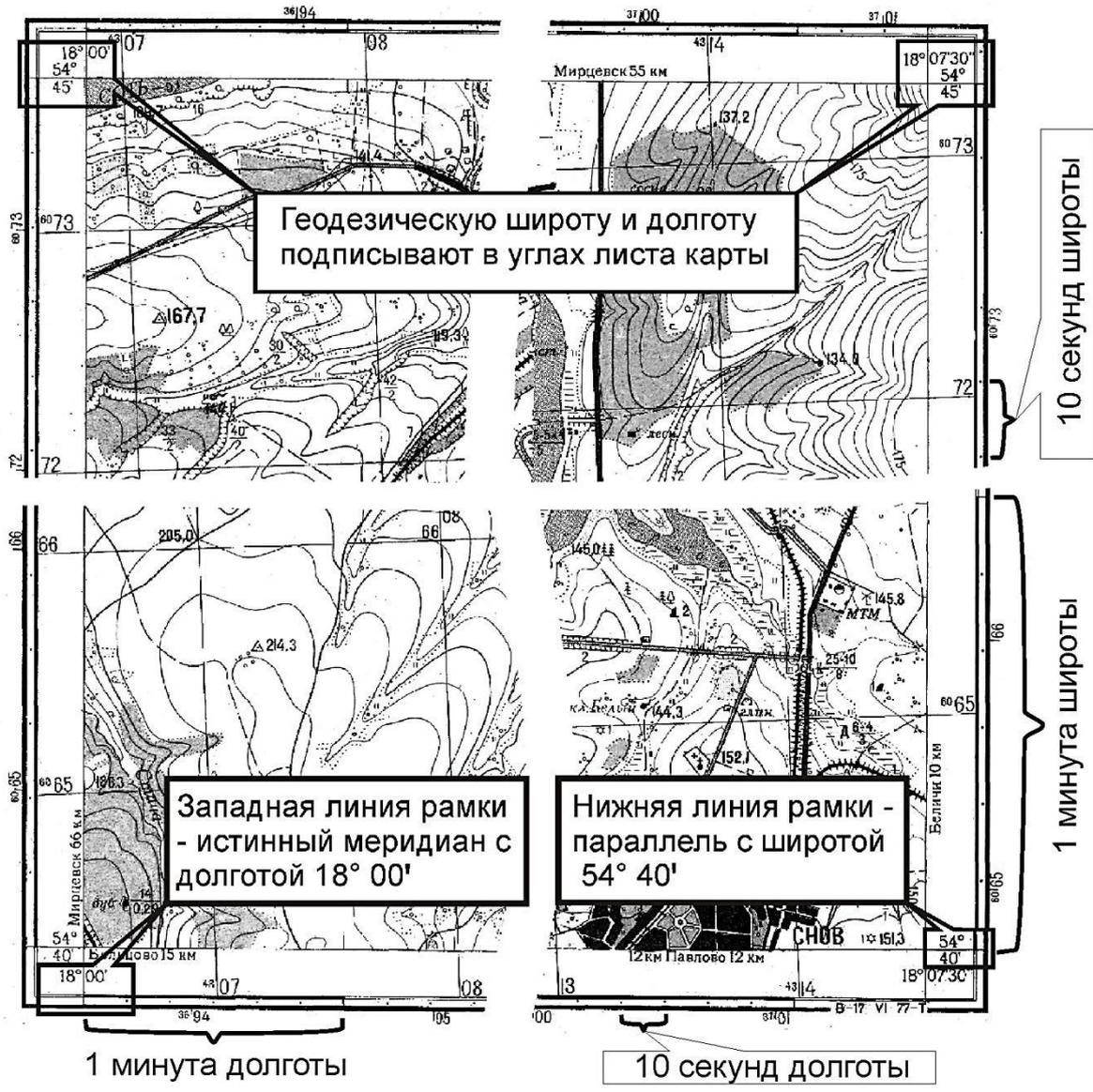


Рис. 1.3. Внешняя рамка на топографической карте

Для определения географических координат точки соединяют прямыми линиями ближайшие к точке одноименные десятисекундные деления по широте к югу от точки и по долготе к западу от неё. Затем определяют размеры отрезков по широте и долготе от прочерченных линий до точки и суммируют их соответственно с широтой и долготой прочерченных линий (рис. 1.4).

Определим геодезические координаты на карте У-34-37-В-в (Снов) тригопункта 216,4(6910).

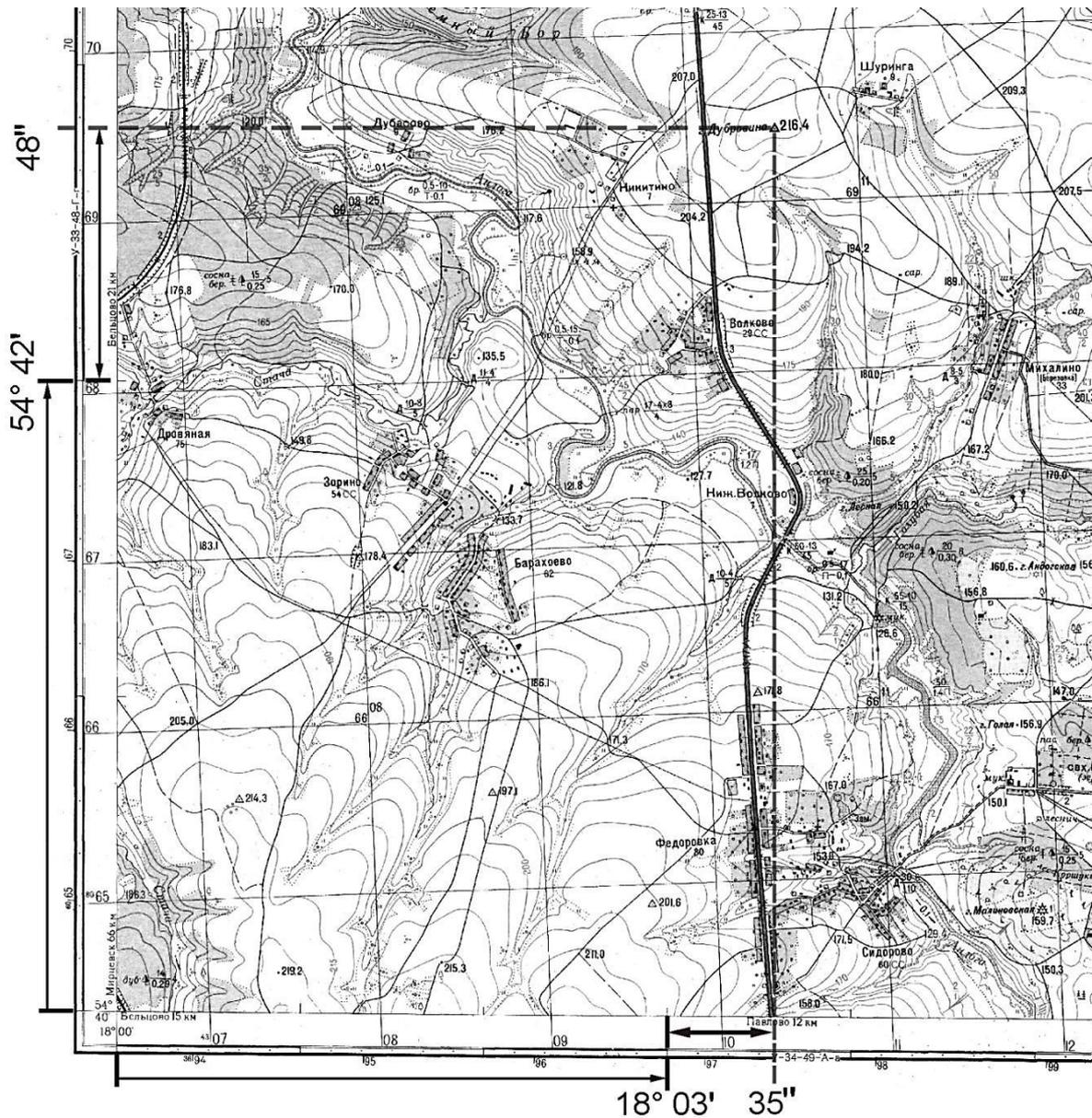


Рис. 1.4. Определение геодезических координат по карте

На рисунке 1.4. тригопункт с отн. 216.4(6910) имеет координаты $B = 54^{\circ} 42' 48''$ северной широты, $L = 18^{\circ} 03' 35''$ восточной долготы. Точность определения координат $\pm 3''$. *

Использование географических координат при подготовке данных для стрельбы артиллерии и пусков ракет значительно усложняет вычисления. Вместо них применяют плоские прямоугольные координаты.

* Для оценки курсантов

2. ПРЯМОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ

Топографические карты РФ и многих других государств составляются в единой проекции Гаусса - Крюгера (немецкие ученые).

Сущность проекции Гаусса заключается в следующем: эллипсоид разрезается по меридианам на 60 частей (рис. 2.1). Каждая часть называется **ЗОНОЙ** и представляет собой сфероидический двугрульник, вытянутый от северного до южного полюса с интервалом по 6° . Зоны нумеруются от Гринвичского меридиана от 1 до 60 с запада на восток. Средний меридиан называется **ОСЕВЫМ**, разделяет зону по 3° .

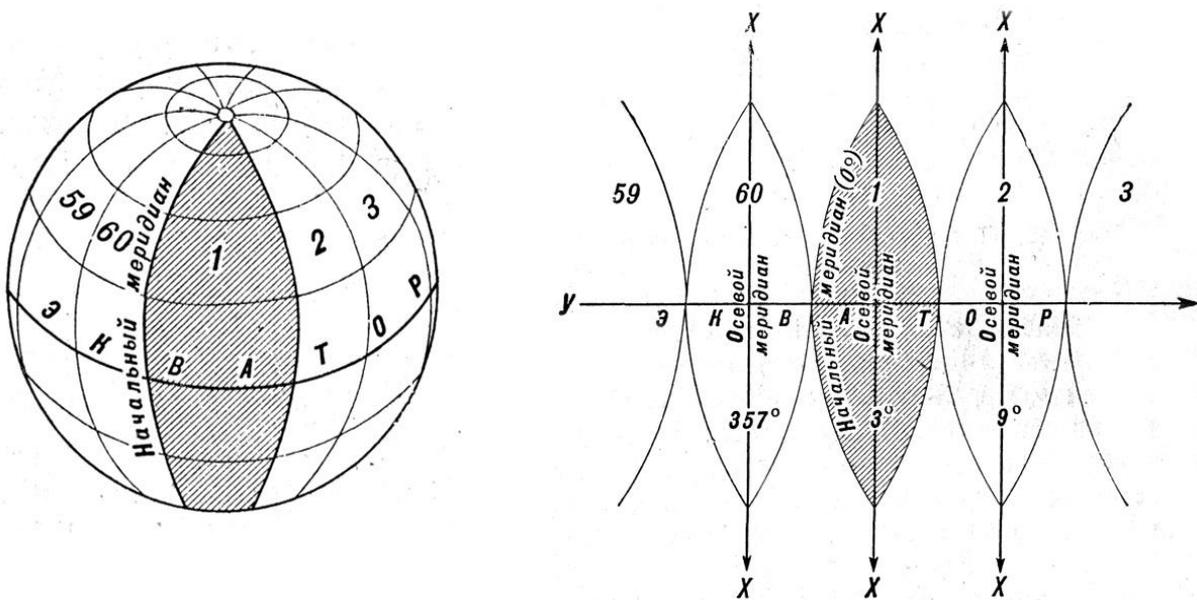


Рис. 2.1. Координатные зоны и их нумерация

Система плоских прямоугольных координат является зональной. В каждой шестиградусной зоне, на которые делится вся поверхность Земли, устанавливается система плоских прямоугольных координат.

Осями координат служат осевой меридиан зоны и экватор. Чтобы не иметь отрицательных значений ординат Y , при работе с картами, ось X как бы переносится к западу от осевого меридиана на 500 км. Каждая зона принимается за плоскость. Таким образом, плановое положение точек земной поверхности в шестиградусной зоне определяется двумя линейными величинами

относительно осевого меридиана (вынесенный на 500 км) X этой зоны и экватора Y . На рисунке 2.2 показаны координаты точек A (X_A, Y_A), B (X_B, Y_B) и C ($-X_C, Y_C$).

Для южного полушария абсциссы точек X будут иметь знак отрицательный.

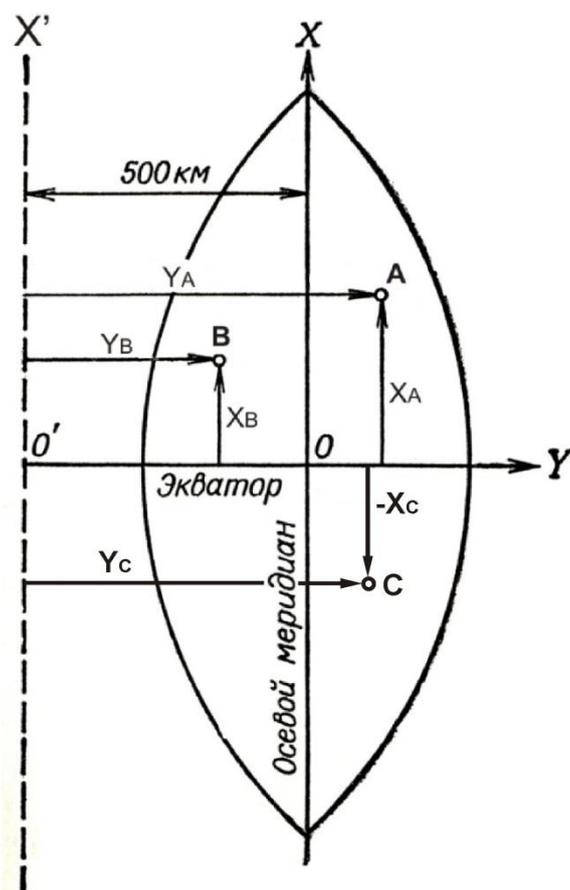


Рис. 2.2. Прямоугольные координаты в системе зоны

2.1. Построение оцифровка прямоугольной сетки на топографических картах

В каждой координатной зоне строится координатная сетка, представляющая собой сетку квадратов, образованных линиями, параллельными координатным осям зоны (рис. 2.3, а).

На карте масштаба 1: 25000 линии проводятся через 4 см, то есть через 1 км на местности, а на картах М 1: 50 000...1: 200 000 через 2 см. 1, 2 и 4 - км на местности соответственно (рис. 2.3, б).

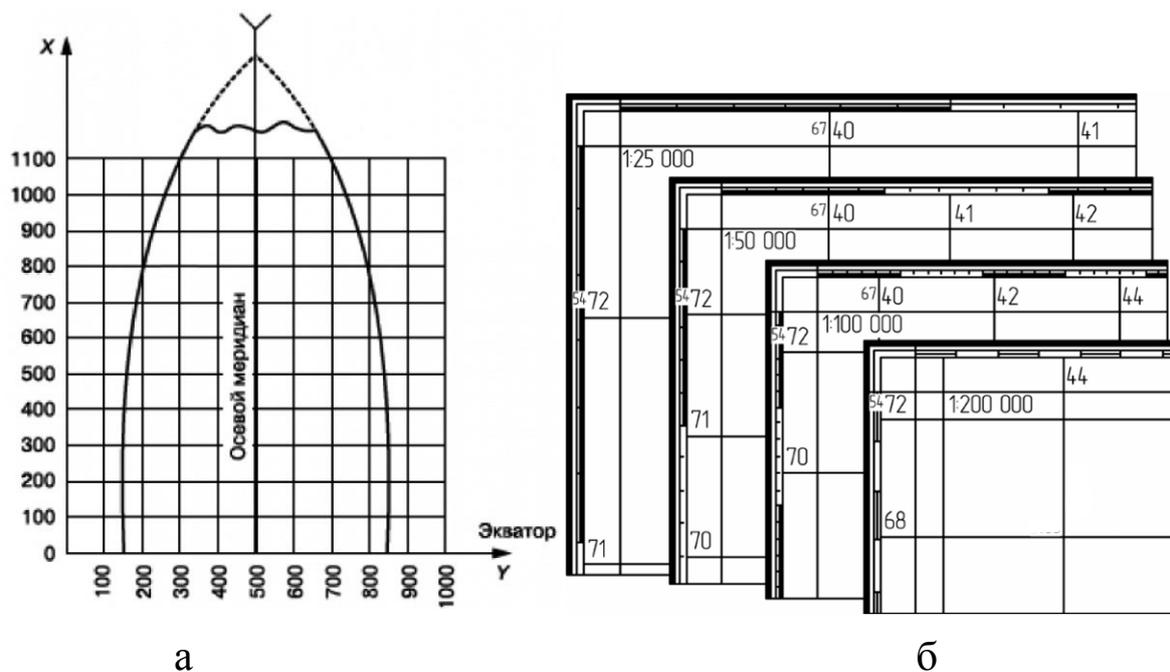


Рис. 2.3. Координатная (километровая сетка) зоны и на топографических картах

Координатная сетка используется для определения, прямоугольных координат и нанесения точек на карту, измерения по карте дирекционных углов направлений и т. д.

2.2. Определение прямоугольных координат точек по карте

Вначале циркулем измерителем измеряют по перпендикуляру расстояние от точки до нижней километровой линии, по поперечному масштабу (хордоугломеру) определяют его действительную величину в метрах и приписывают справа к подписи километровой линии. Это будет координата X (абсцисса).

Таким образом определяют и координату Y (ординату), только расстояние от точки измеряют до левой стороны квадрата.

Пример определения координат точки тригопункт с отм. 214,3 (кв.6507) показан на рис. 2.4. $X = 6065580$, $Y = 4307235$. Такие координаты называют полными, так как у ординаты приписан номер зоны. Сущность полных координат в том, что данный тригопункт расположен на 6 тыс. 65 км и 580 м севернее экватора в 4 зоне и удален от начала координат (вынесенный меридиан) на 307 км 235 м.

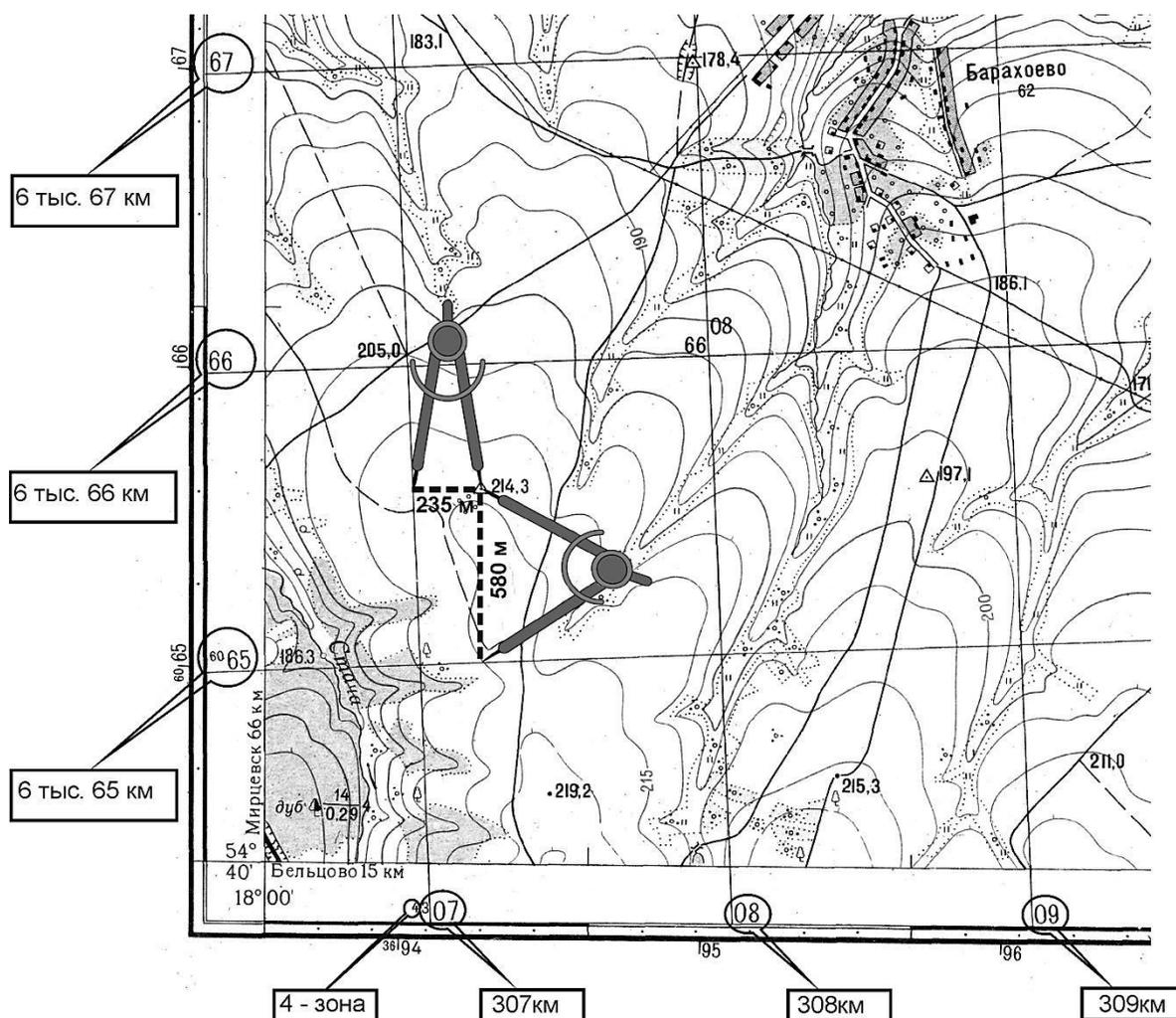


Рис. 2.4. Определение прямоугольных координат точек по карте

При работе на ограниченной территории используют сокращённые координаты. В этом случае при определении прямоугольных координат по карте указывают десятки и единицы километров, сотни, десятки и единицы метров. Сокращённые координаты нельзя применять, если район действий охватывает пространство протяжённостью более 100 км по широте или долготе.

Для нашего примера сокращённые координаты (см. рис. 2.4) $X = 65580$, $Y = 07235$.

2.3. Расшифровка прямоугольных координат

В практике геодезических вычислений иногда необходимо знать действительную величину ординаты Y относительно точки O (точки пересечения осевого меридиана с экватором). Переход от Y к y осуществляется по формуле: $y = Y - 500 \text{ км}$.

Наш пример для тригопункта в кв. 6507 рассмотрим на рис. 2.5. Расшифровать полные координаты $X = 6065580$, $Y = 4307235$.

Расшифровка. Тригопункт находится в 6065 км 580 м к северу от экватора в 4-й зоне и в 192 км 765 м ($307235 - 500000$ м = -192765) к западу от осевого меридиана этой зоны.

Если значение отрицательное для нашего примера $y = -192765$ то к западу от осевого меридиана. Если y положительный, то к востоку от осевого меридиана.

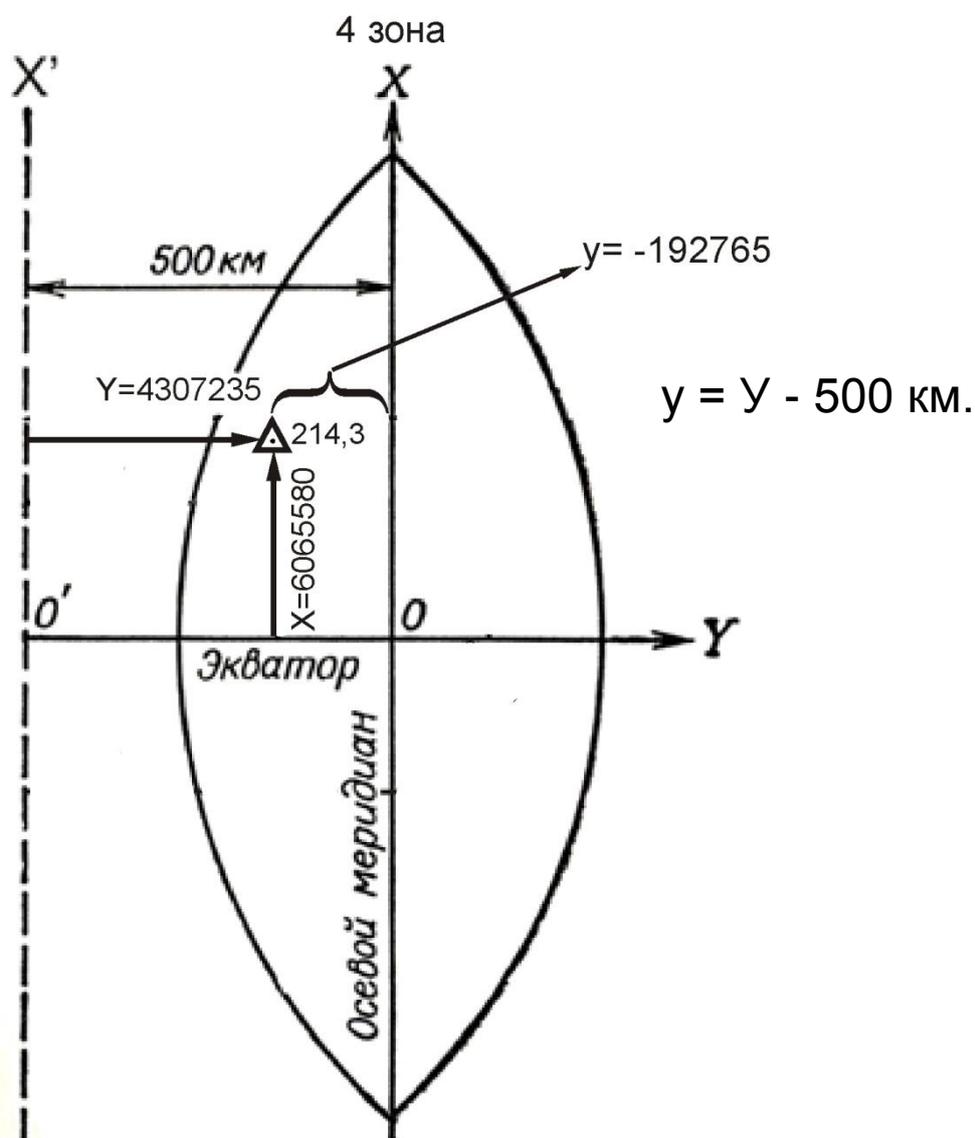


Рис. 2.5. К понятию о расшифровке координат

2.4. Точность определения прямоугольных координат

Точность измерения и откладывания отрезков на карте ограничена известным пределом, который принимается равным 0,1 мм и называется предельной графической точностью. Расстояние на местности, соответствующее 0,1 мм на карте, называется предельной точностью масштаба карты. Эта максимальная точность, которая теоретически возможна при измерении и откладывании расстояний на данной карте.

Однако ошибки измерения расстояний по карте зависят не только от точности измерений и масштаба карты, но и от ряда других причин; от погрешностей самой карты, деформации и помятости бумаги и т. п. Практически установлено, что фактическая точность измерения прямых линий по карте (для равнинной местности) колеблется в пределах 0,5 ... 1 мм масштаба карты, что составляет для карты масштаба 1: 25000 – 12,5 ... 25 м, масштаба 1: 50000 – 25 ... 50 м, масштаба 1: 100000 – 50 ... 100 м.

Таблица 2.1

Точность определения прямоугольных координат
и высот контурных точек по карте, м

Вид и масштаб карты	Срединная ошибка определения			
	Координат контурных точек			Высот контурных точек
	отлично	хорошо	удовл.	
1:25 000	12	18	25	2
1:50 000	25	38	50	4
1:100 000	50	75	100	8

3. ПОЛЯРНЫЕ И БИПОЛЯРНЫЕ КООРДИНАТЫ

Задача определения положения точек местности относительно какой-либо точки, принятой за начальную, решается с помощью системы полярных координат.

Полярные координаты - угол направления (угол положения) на определяемую точку, измеряемый по ходу часовой стрел-

ки от полярной оси, и расстояние (дальность) от полюса до этой точки однозначно определяют положение точки на плоскости относительно начала координат - точки O (рис. 3.1). Система полярных координат проста и может быть построена в любой точке местности, принятой за полюс. Углы и расстояния на местности, необходимые для определения местоположения объектов (целей), в этой системе при небольших расстояниях измеряют с помощью приборов наблюдения. Поэтому полярные координаты широко применяется при засечке целей с одного наблюдательного пункта, целеуказании, ориентировании и т. п.

В артиллерии широко используются полярные координаты - дирекционный угол α на определяемую точку, измеряемый по ходу часовой стрелки от северного направления координатной сетки карты от 0-00 до 60-00, и дальность на определяемую точку.

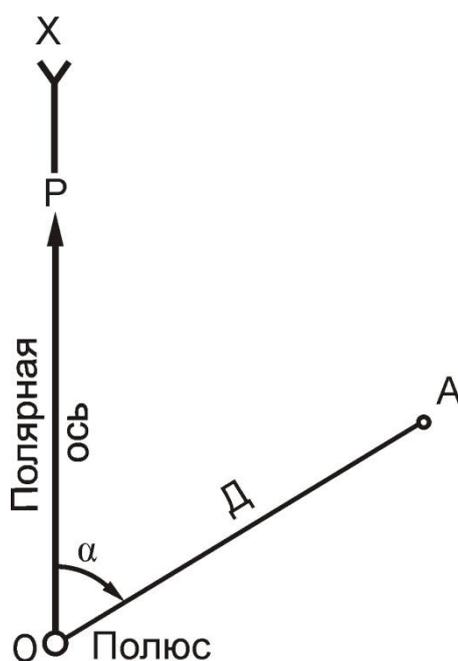


Рис. 3.1. Полярные координаты точки A ; α – дирекционный угол направления на точку A ; D - дальность до точки A

При необходимости линейные и угловые измерения выполняют специальными дальномерами и угломерными приборами (устройствами). Полярной осью в этой системе координат может служить линия геодезического (астрономического) меридиана,

магнитного меридиана, вертикальная линия координатной сетки на карте или принятое за начальное направление на удаленный ориентир на местности.

Биполярные координаты (рис. 3.2) - это две линейные или две угловые величины, которые определяют положение точки (объекта) на местности или карте относительно двух точек (полюсов) принятых за начальные. Биполярные координаты представляют собой разновидность полярных координат. Линейными величинами служат расстояния (дальности) до определяемой точки от полюсов, а угловыми величинами могут быть геодезические (астрономические) азимуты, магнитные азимуты, дирекционные углы, углы направлений, которые измеряют от линии (базиса), соединяющей полюсы.

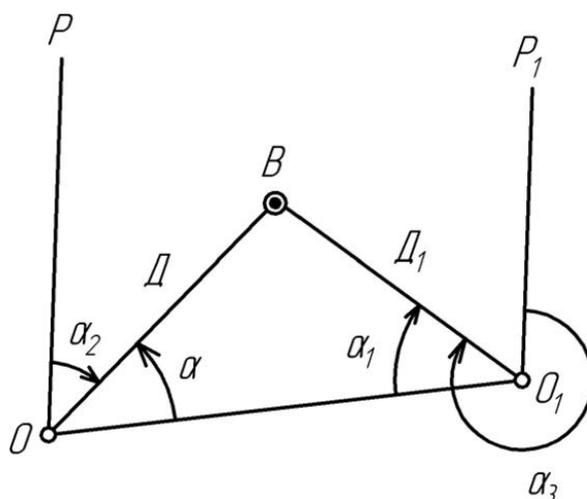


Рис. 3.2. Биполярные координаты точки В

Биполярная система координат применяется при засечке целей с пунктов сопряженного наблюдения средствами звуковой, радиотехнической разведки, при определении границ минных полей и в других случаях. Для более точного определения местоположения объекта указывают две угловые и две линейные величины.

3.1. Определение полярных координат по карте с помощью артиллерийского круга АК-4 и МПЛ-50

Для определения дирекционного угла по карте (рис. 3.3) центр круга совмещают с главной точкой условного знака.

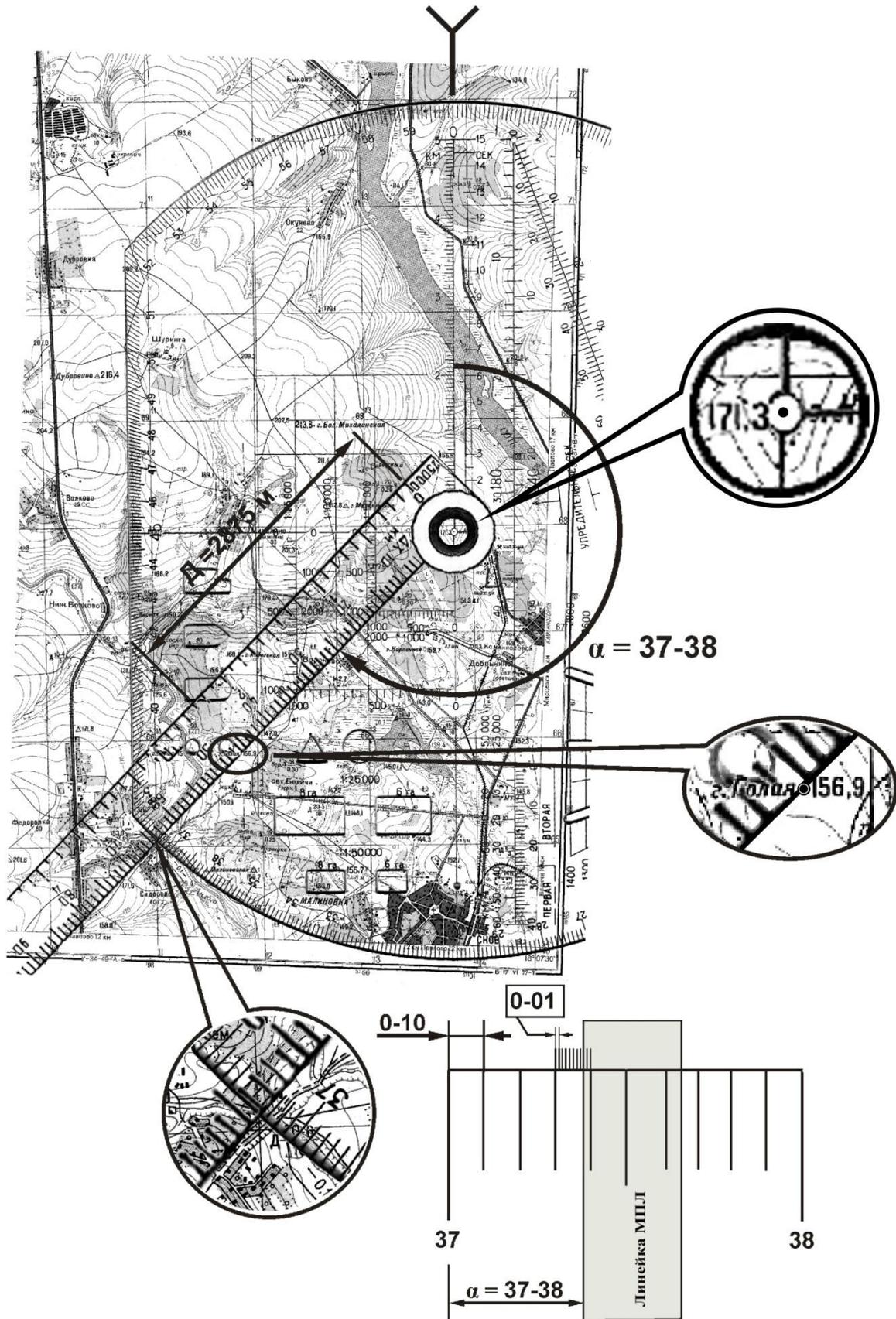


Рис. 3.3. Измерение дирекционного угла артиллерийским кругом и расстояния с помощью МПЛ - 50

В нашем примере (см. рис. 3.3) на условный знак отм. 171,3 г. Карьерная (6713), круг устанавливают так, чтобы его диаметр 30-00 был параллелен вертикальным линиям координатной сетки, а нуль направлен на север. Затем масштабную линейку совмещают с главной точкой условного знака ориентира - отм. 156,9 г. Голая (6511). На пересечении ребра линейки со шкалой круга считывают величину угла, $\alpha = 37-38$. При измерении дирекционного угла артиллерийским кругом средняя ошибка составляет **0-03** ($10'$). Затем по шкале дальностей с ценой деления 100 м, оцифрованной через 1 км линейкой МПЛ-50 измеряют расстояние. $D = 2875$ м.

Артиллерийским кругом можно измерить дирекционный угол и без масштабной линейки. В этом случае предварительно прочерчивают на карте линию через главные точки условных знаков исходного пункта и ориентира. Затем артиллерийский круг устанавливают, как указано выше, и против прочерченной линии считывают по шкале круга величину дирекционного угла.

3.2. Переход от полярных координат к прямоугольным

От полярных координат к прямоугольным переходят путём решения прямой геодезической задачи.

Прямая геодезическая задача (полярный способ) на плоскости (рис. 3.4) заключается в нахождении прямоугольных координат точки по известным прямоугольным координатам полюса и полярным координатам определяемой точки (дальности от полюса до точки и дирекционному углу направления на неё).

Кроме того, при решении прямой геодезической задачи определяют дирекционный угол с точки на полюс (обратный дирекционный угол).

Контурная точка (КТ) - исходная точка (полюс) с известными координатами $X_{кт}$ и $Y_{кт}$. d - известное расстояние от контурной точки до определяемой точки ОП. $\alpha_{ор}$ - дирекционный угол с КТ на ОП. Необходимо определить координаты ОП ($X_{оп}$, $Y_{оп}$).

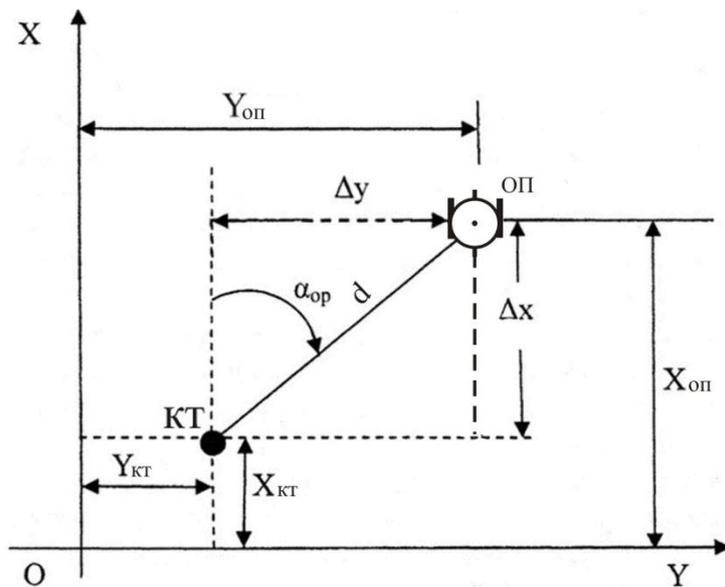


Рис. 3.4. Прямая геодезическая задача

Из рисунка видно, что:

$$X_{\text{ОП}} = X_{\text{КТ}} + \Delta X;$$

$$Y_{\text{ОП}} = Y_{\text{КТ}} + \Delta Y.$$

Значения величин ΔX и ΔY , называемые приращениями координат, находятся из решений прямоугольных треугольников, на рисунке их противолежащие катеты показаны как ΔX и ΔY .

$$\Delta X = D \sin (15-00 - \alpha_{\text{оп}});$$

$$\Delta Y = D \sin (\alpha_{\text{оп}}).$$

Пример: (рис. 3.5) Координаты контурной точки $X_{\text{КТ}} = 61025$, $Y_{\text{КТ}} = 04100$. Определить прямоугольные координаты огневой позиции, если измерен дирекционный угол с КТ на ОП $\alpha_{\text{КТ-ОП}} = 24-10$, измерена дальность, $d = 1450$ м.

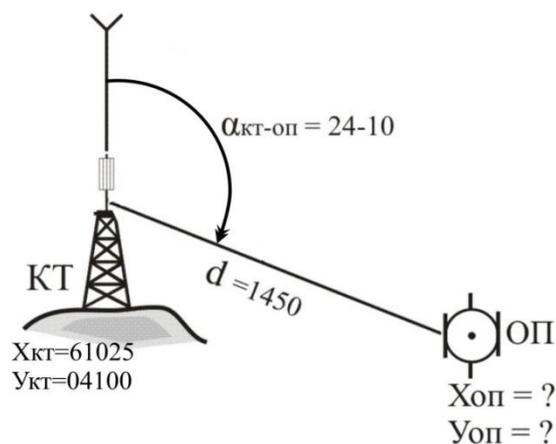
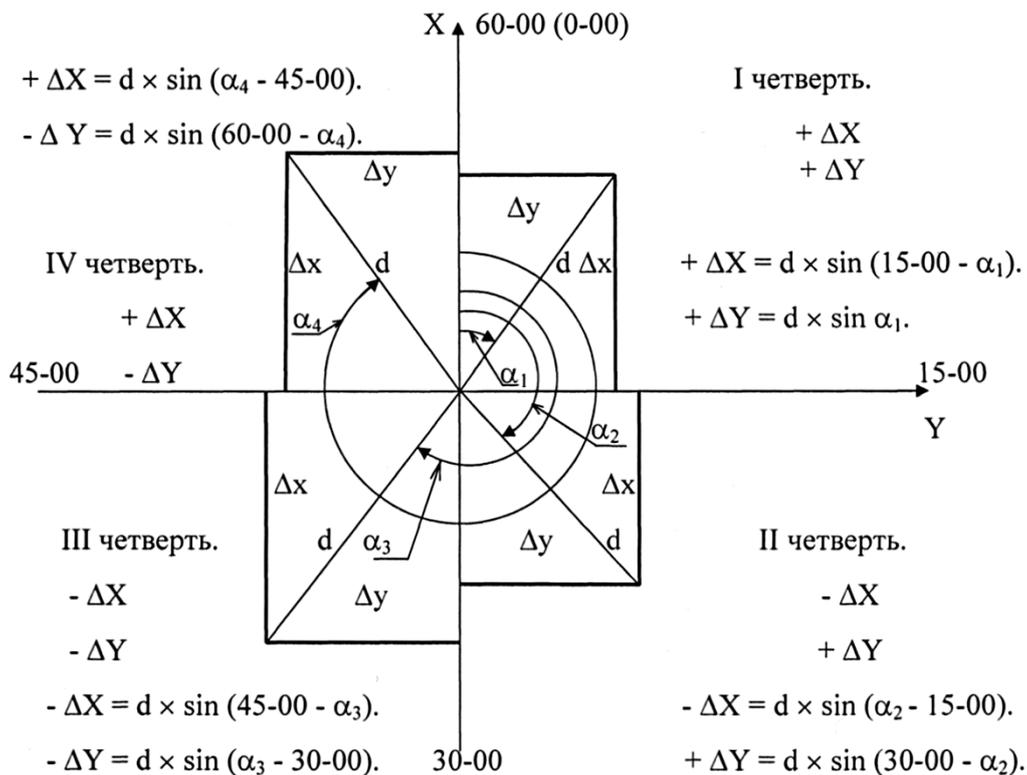


Рис. 3.5. Абрис к примеру

На практике для определения приращений используют формулы и схему:



Решение: Определяем, в какой четверти находится дирекционный угол, четверть вторая, следовательно, найдём приращения координат:

$- \Delta X = d \cdot \sin (\alpha_2 - 15-00) = 1450 \cdot \sin (24-10 - 15-00) = 1450 \cdot \sin (9-10).$
 Синус угла определяем по таблице синусов (указания по работе групп самопривязки артиллерийских подразделений, таблица стрельбы и т. п.), $\sin 9-10 = 0,815$.

$$\Delta X = 1450 \cdot 0,815 = - 1182 \text{ м.}$$

$+ \Delta Y = d \cdot \sin (30-00 - \alpha_2) = 1450 \cdot \sin (30-00 - 24-10) = 1450 \cdot \sin (5-90).$
 $\sin 5-90 = 0,579$.

$$\Delta Y = 1450 \cdot 0,579 = + 840 \text{ м.}$$

Суммируем координаты КТ с приращениями и получаем прямоугольные координаты ОП:

$$X_{\text{ОП}} = 61025 + (-1182) = 59843.$$

$$Y_{\text{ОП}} = 04100 + (+840) = 04940.$$

Полярный способ применяют в том случае, когда на местности опознана контурная точка, имеющаяся на карте, и с этой контурной точки видна привязываемая точка (искомая).

Сущность полярного способа определений координат заключается в измерении на местности полярных координат привязываемой точки (дирекционного угла и расстояния) и в определении по ним прямоугольных координат (см. рис. 3.4).

Дирекционный угол направления с контурной точки на привязываемую определяют, как правило, с помощью магнитной стрелки буссоли, а при возможности и другим, более точным способом.

Расстояние от контурной точки до привязываемой измеряют мерным шнуром, с помощью дальномерных реек, дальномером.

Обратная геодезическая задача

Обратной геодезической задачей (ОГЗ) на плоскости называется вычисление дирекционного угла направления с одной точки на другую и расстояния между ними по прямоугольным координатам данных точек.

Пример: $X_B = 58575$, $Y_B = 42475$. $X_C = 49405$, $Y_C = 40875$.

Решение. Используя таблицу «Кравченко» рассчитываем α_C и D_C . Определяем приращения координат $\Delta X_C = X_C - X_B$, $\Delta Y_C = Y_C - Y_B$.

$$\Delta X = 49405 - 58575 = -9170 \text{ м}, \Delta Y = 40875 - 42475 = -1600 \text{ м};$$

$$\text{Рассчитываем } K_H = \frac{/MPK/}{/БРК/} = \frac{1600}{9170} = 0,174.*$$

Зная что у нас соотношение $\frac{-\Delta Y}{-\Delta X}$, заходим в таблицу и находим $\alpha_C = 31 - 65$, $K_D = 1,015$.

$$\text{Рассчитываем дальность } D_T^H = /БРК/ \cdot K_D = 9170 \cdot 1,015 = 9308 \text{ м.}$$

* МРК - меньшая разность координат, БРК - большая разность координат. Прямые скобки - по модулю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее пособие написано в соответствии с программой подготовки офицеров запаса по специальностям боевого применения частей и подразделений артиллерии Сухопутных войск по дисциплине «Военная топография и артиллерийская разведка».

В пособии рассмотрены системы координат применяемые в топографии и артиллерии.

Граждане, обучающиеся в военном учебном центре должны чётко представлять, что в войсках на первичных должностях они должны не только выполнять поставленные задачи, но и обучать свой личный состав. Для этого необходимо твёрдо знать содержание и сущность топогеодезической привязки, расчёт топогеодезических данных, работу на топогеодезических приборах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Топогеодезическая подготовка РВ и А: Учебник для высших артиллерийских командных училищ. М.: Воениздат, 1982. 400 с.
2. Указания по работе групп самопривязки артиллерийских подразделений. М.: Воениздат, 1978. 62 с.
3. Руководство по применению приборов для разведки и стрельбы артиллерии. М. Воениздат, 1986. 335 с.
4. Учебник сержанта РВ и А. М.: Воениздат, 1990. 246 с.

Учебное издание

Игорь Николаевич Дубровский,
доцент военной кафедры

ВОЕННАЯ ТОПОГРАФИЯ И АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ РАЗВЕДКА

**СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ПРИМЕНЯЕМЫЕ
В ТОПОГРАФИИ И АРТИЛЛЕРИИ**

Учебное пособие