

МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАРАГАНДИНСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ БАРИМБЕКА БЕЙСЕНОВА

Кафедра военной и тактико-специальной подготовки

**ТЕМА № 2. ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ПО
ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ.**

по военной топографии для курсантов факультета профессиональной подготовки

Подготовил:
преподаватель кафедры ВТСП
майор полиции

Ж.Н.Нурмашев

Обсуждено и одобрено на заседании кафедры ВТСП
«23» 05. 2023г., протокол №19

Начальник кафедры ВТСП
подполковник полиции

Ф.Е.Борибай

Учебно-воспитательные цели:

1. Ознакомить курсантов с масштабами топографических карт.
2. Научить курсантов измерению расстояний и определению площадей по карте.
3. Научить курсантов определять географические и прямоугольные координаты.
4. Воспитать у курсантов штабную культуру при оформлении служебно-графических документов ОВД.

Время - 6 часа.

Вид занятия: практическое, СРКП, СРК.

Место – аудитория, местность.

Занятие – 5.

Время – 50мин.

Вид занятия – практическое.

Место – аудитория.

Учебные вопросы.

1. Измерения расстояний по карте с помощью:
 - числового масштаба;
 - линейного масштаба;
 - курвиметра.

Занятие – 6.

Время – 50мин.

Вид занятия – СРКП.

Место – аудитория.

Учебные вопросы:

1. Точность измерения расстояний по карте. Измерение площадей по карте

Занятие – 7.

Время – 50мин.

Вид занятия – практическое.

Место – аудитория.

Учебные вопросы:

- 1 Географические координаты.
- 2 Определение географических координат по карте.

Занятие – 8.

Время – 50мин.

Вид занятия – СРКП.

Место – аудитория.

Учебные вопросы:

- 1.Плоские прямоугольные координаты.
- 2.Определение прямоугольных координат по карте.

Занятие – 9.

Время – 50мин.

Вид занятия – СРК.

Место – аудитория.

Учебные вопросы:

1. Прямоугольные координаты.
 - дирекционный угол;
 - истинный азимут;
 - магнитный азимут.

Занятие – 10.

Время – 50мин.

Вид занятия – СРКП.

Место – аудитория.

Учебные вопросы:

1. Измерение по карте с помощью:
 - численного масштаба;
 - линейного масштаба;
 - курвиметра.

Материально-техническое обеспечение:

цветные карандаши, офицерские линейки, простой карандаш, ластик, циркуль, курвиметр, уголки, топографические карты всех масштабов.

Литература:

1. Конституция РК от 30.08.1995г.
2. Иванов Н.Н. Использование топографии в служебно-оперативной деятельности органов и учреждений МВД СССР. М. 1969.
3. Лахин А.Ф. Военная топография. М. 1973.
4. Бызов Б.Е. Военная топография. М. 1980.
5. Бубнов И.А. и др. Военная топография. М. 1969, с.89-94.

Измерение расстояний по карте.

Так как казахстанские топографические карты (за исключением 1:1000000) составляются в единой равноугольной проекции Гаусса (раздельно по 6° зонам), то изображение на картах земной поверхности получается без значительных искажений и по ним можно проводить измерения.

Измерение расстояний по карте с помощью численного масштаба.

Степень уменьшения линий на карте относительно горизонтальных проложений соответствующих им линий на местности называется масштабом карты (плана). Иначе говоря, под масштабом подразумевают – отношение длины линии на карте к длине горизонтального проложения соответствующей ей линии на

местности. Это числовое выражение называют численным масштабом и представляют в виде отношения единицы к числу, показывающему, во сколько раз уменьшены длины линий местности при изображении их на карте (пример на карте масштаба 1:50000 линии уменьшены в 50000 раз).

Расстояние на местности в метрах или километрах, соответствующее 1 см карты, называется величиной масштаба.

Пример: карта масштаба 1:50 000 – величина масштаба составляет – в 1 см – 500 метров.

Очевидно, что чем меньше знаменатель численного масштаба, тем изображение на карте крупнее: поэтому более крупным называется тот масштаб, у которого знаменатель меньше. Если известен численный масштаб карты, то измерять расстояния по ней можно в любых линейных мерах, т.к. численный масштаб величина отвлеченная. Если на английских картах масштаб 1:63360 (63360 дюймов = 1 англ. миле) измерить отрезок в 1 см, то на местности ему будет соответствовать 633,6 м.

При пользовании численным масштабом расстояние на карте измеряют в сантиметрах обычно при помощи линейки с сантиметровым делением. Полученное при этом число сантиметров умножают на величину масштаба.

Измерение расстояний по карте с помощью линейного масштаба.

Линейный масштаб представляет собой график, предназначенный для непосредственного отсчета по нему расстояний (в километрах, метрах), измеряемых или откладываемых на карте. Обозначение линейного масштаба на топографических картах показано под числовым масштабом.

Измерение по линейному масштабу производится обычно с помощью циркуля. При отсутствии циркуля его может заменить масштабная линейка и подручные предметы (полоска бумаги, карандаш, спички). Измерение длинных линий, не уместяющихся на линейном масштабе карты, производится по частям: для этого берут по масштабу раствор циркуля, соответствующий целому числу метров или километров и этим шагом проходят по маршруту.

Для измерения ломаной линии используют следующий способ (рис.). Установим раствор циркуля по первому звену АВ ломаной линии AD, затем развернем циркуль измеритель так, чтобы отрезок АВ получился в продолжении отрезка ВС, далее измеряем циркулем измерителем получившийся отрезок A₁C.

Длина полученного отрезка A₂D равна длине ломаной линии AD. Перенесем отрезок A₂D на линейный масштаб и определим длину ломаной линии AD.

Измерение расстояний по карте с помощью курвиметра.

Длину криволинейных отрезков участков дорог, рек и т.д. определяют между поворотными точками описанным методом

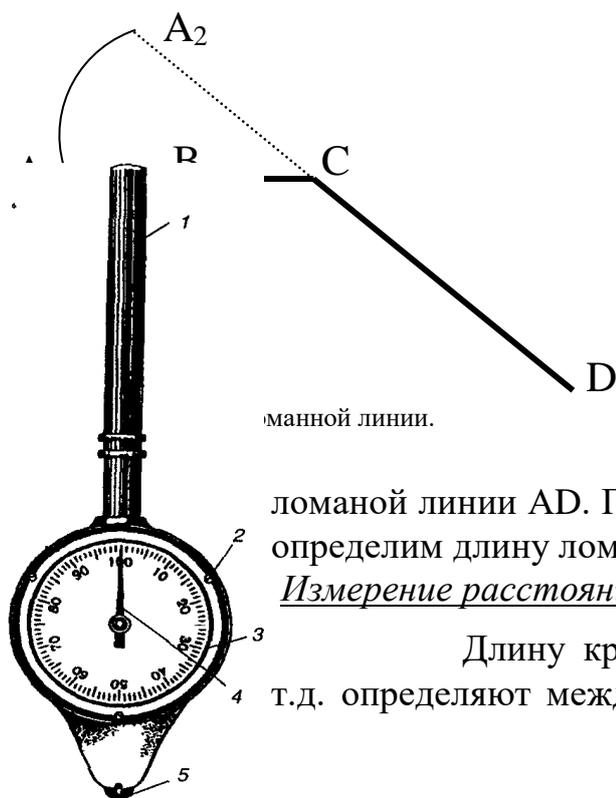


Рис.21. Курвиметр

или при помощи специального прибора курвиметра, обеспечивающего более высокую точность измерения .

Курвиметр (рис.2 состоит из вращающегося колесика 5, связанного с системой зубчатых колес, помещенных в коробку 2 В коробке имеется вращающаяся шкала 3 с неподвижным отсчетным индексом 4. Для измерения расстояния следует предварительно вращением колесика установить стрелку курвиметра в начальное положение, т.е. на отсчет «0», а затем прокатить его вдоль измеряемой линии, следя за тем, чтобы стрелка двигалась по циферблату в направлении чисел 10, 20, 30 и т.д. Умножив величину масштаба на показание стрелки курвиметра, получают расстояние на местности.

Перед употреблением курвиметр следует проверить, измерив им какую-нибудь линию, длина которой известна.

Измерение расстояний по карте с помощью поперечного масштаба.

Для более точного измерения и откладывания расстояний по карте, например при подготовке к ориентированию на местности с помощью навигационной аппаратуры, применяют *поперечный масштаб* – специальный график, награвированный на металлической линейке (рис. 3а) Карта для таких измерений должна быть хорошо расправлена и прикреплена к жесткой основе (планшету)

Построение поперечного масштаба основано на пропорциональности отрезков параллельных линий, пересекающих стороны угла $асв$ (рис 3).

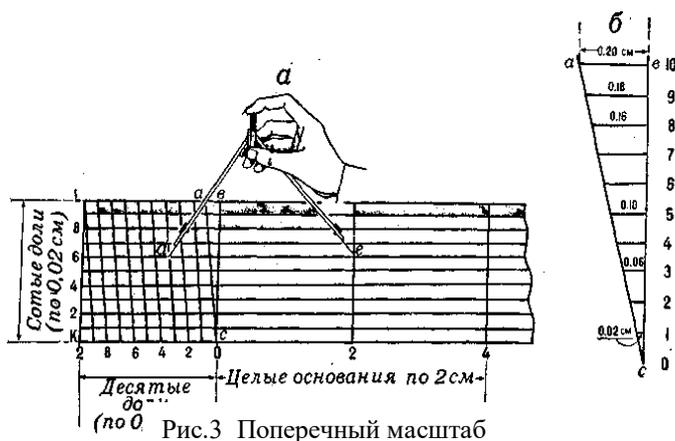


Рис.3 Поперечный масштаб

Цена наименьшего деления масштаба равна 0,02 см.

Оцифровка делений на масштабе (рис. 3) означает: вправо от нуля – число целых оснований масштаба (обычно по 2 см в каждом), вправо от нуля - число десятых долей основания , а в верх по линии KL – число сотых долей основания. Важно отметить. Что такая оцифровка особенно удобна при измерениях по карте масштаба 1:50000, так как цифры указывают

непосредственно расстояние на местности в километрах, сотнях, десятках метров соответственно. При пользовании картами других масштабов надо вначале определить, какому числу метров на местности соответствует основание масштаба, его десятая и сотая доля.

Пользование поперечным масштабом показано на рис 3,а. Требуется определить расстояние на местности соответствующее отрезку de на карте масштаба 1:25000. Раствор циркуля равный этому отрезку, устанавливают на поперечном масштабе так, чтобы, во-первых, обе ножки оказались на одной горизонтальной линии и, во-вторых, правая ножка находилась на одном из перпендикуляров к основанию (точка e), а левая – на одной из наклонных линий (точка d). Для 1:25000 карты основание масштаба соответствует 500м, десятая доля основания – 50м, сотая 5 м. По цифровым обозначениям линий видно, что этот отрезок равен $500 \times 1 + 5 \times 6 = 680$ м.

Точность измерения расстояний по карте.

Точность измерения и откладывания отрезков по 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, это та максимальная точность, которая теоретически возможна при измерении и откладывании расстояний на данной карте или плане.

Однако ошибки измерения расстояний по карте зависят не только от точности измерения и масштаба карты, но и от ряда других причин (от погрешностей самой карты и т.п.). Практически установлено, что фактическая точность измерения прямых линий по карте колеблется в пределах 0,5 – 1 мм, что в масштабе карты соответствует на местности величинам: для 1:50 000 – 25–50 м, 1:100 000 – 50–100 м. Необходимо также учитывать, что определяемые по карте расстояния всегда получаются меньше действительных расстояний. Одной из причин этого явления может быть то, что по карте измеряются горизонтальные проложения, в то время как соответствующие им линии на местности обычно наклонные, т.е. длиннее своих горизонтальных проложений. Пример: угол наклона линии 40°, длина линии на местности равна 100 м, а при измерении ее по карте получим 77 м.

На равнинной местности измеренные расстояния по карте мало отличаются от действительных расстояний. На картах же горной местности точность измерения расстояний значительно снижается и приходится вводить поправки.

Уменьшенными оказываются также расстояния, измеряемые по карте при определении длины извилистых дорог и троп, особенно в горах и на сильно пересечённой холмистой местности. Это происходит потому, что такие линии в действительности обычно более извилисты, следовательно, длиннее чем, показано на карте. Опытным путём установлено, что результаты измерения по карте таких линий следует вводить поправки в зависимости от характера местности и масштаба. Поправка к длине измеренной по карте в процентах для горной местности 1:100 000 – +20%, 1:50 000 – +15%.

Измерение площадей по карте.

Приблизжённую оценку размеров площадей производят на глаз по квадратам сетки, имеющейся на карте. Эта сетка предназначена для измерения по карте прямоугольных координат точек местности, называется координатной или километровой. Каждому квадрату сетки на местности соответствует для карт масштабов 1:25 000 и 1:50 000 – 1 кв. км (100 га), масштаба 1:100 000 – 4 кв. км, а масштаба 1:200 000 – 16 кв. км. При определении площади доли квадратов оцениваются на глаз.

Второй способ заключается в том, что на карте вычерчивают сетку с сантиметровыми или более мелкими квадратами и накладывают на измеряемый участок. Подсчитывают число полных квадратов и число суммированных неполных квадратов, покрывающих этот участок. Определяют покрываемую площадь в кв. см. Определяют площадь на местности с использованием масштаба.

Пример: карта 1:50 000, площадь измеренного участка составляет 8,8 см², тогда искомая площадь участка местности

$$P = 8,8 \times 500^2 \text{ м}^2 = 2\,200\,000 \text{ м}^2 = 2,2 \text{ км}^2 = 220 \text{ га.}$$

Географические координаты.

Координаты – это угловые или линейные величины, определяющие положение точек на какой-либо поверхности или в пространстве.

Для определения положения точек на земной поверхности в основном используют географические, плоские прямоугольные и полярные координаты.

Географическими координатами называются угловые величины – широта и долгота, определяющие положение точек на земном шаре.

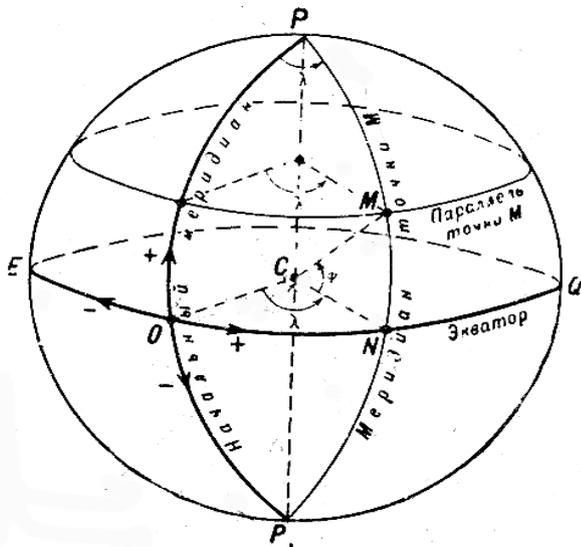


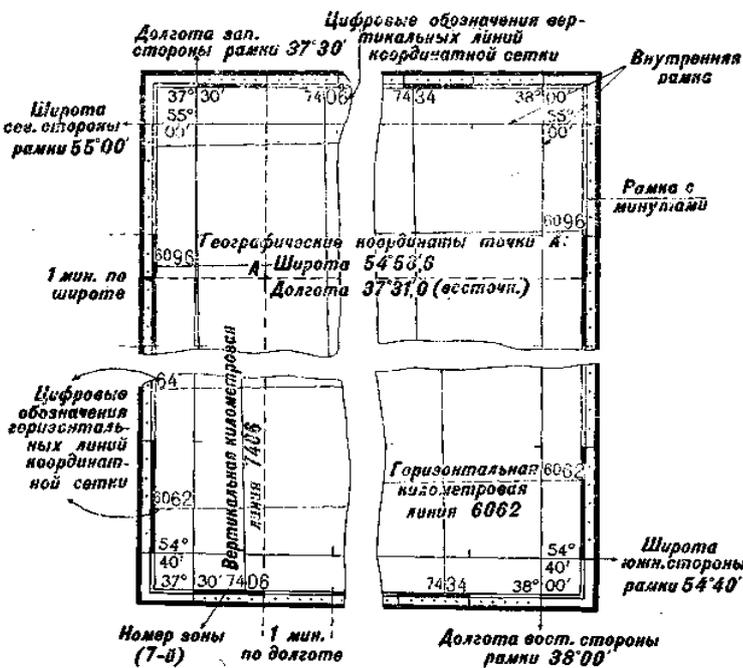
Рис.1. Геометрическая сущность географической широты и долготы

Географической широтой называется угол между отвесной линией в данной точке земной поверхности и плоскостью экватора (рис.1). Широту принято обозначать греческой буквой φ (фи). Очевидно, что для любой точки М на поверхности шара угол МСN будет широтой этой точки. Широты отсчитываются по дуге меридиана, в обе стороны от экватора, начиная с 0° до 90°. В северном полушарии земного шара широты считаются северными, а в южном – южными.

Все точки, лежащие на одной географической параллели, имеют одинаковую широту. Поэтому одна широта не определяет положения точки на земной поверхности.

Необходимо знать вторую координату – долготу.

Географической долготой называется угол между плоскостью меридиана данной точки и плоскостью меридиана, условно принятого за начальный (рис.1). Географическую долготу обычно обозначают греческой буквой λ (лямда). Угол ОСN будет долготой точки М. За начальный меридиан принят Гринвичский меридиан.



Долготы отсчитываются по дуге экватора или параллели в обе стороны от начального меридиана, начиная с 0° до 180°. Долготы к востоку от начального меридиана до 180° называются восточными, а к западу – западными. Все точки, лежащие на одном меридиане, имеют одинаковую долготу.

2. Определение географических координат по карте.

На рис.2 показано оформление рамок карт. Как видно из рисунка, в углах рамки карты подписаны долготы меридианов и широты параллелей, образующих стороны этой рамки. Между внутренней и внешней рамками нанесена шкала, разбитая на минуты широты (по боковым сторонам рамки) и долготы (по верхней и нижней сторонам рамки).

Чтобы определить широту какой либо точки А на карте, надо через эту точку провести параллель, т.е. прямую соединяющую одноимённые деления на шкалах минут западной и восточной сторон рамки, а затем по одной из этих шкал отсчитать широту параллели. Это будет широта определяемой точки.

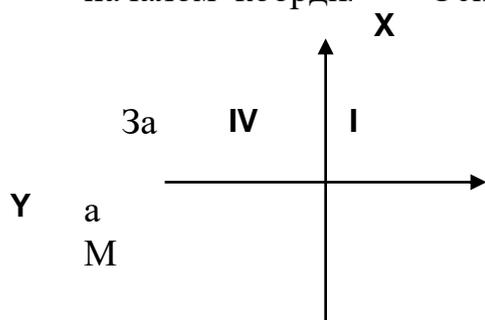
Для отсчёта широты надо считать по шкале, сколько минут заключается между южной стороной рамки и параллелью определяемой точки и полученное число минут прибавить к широте южной стороны рамки. Аналогично, пользуясь шкалами минут северной и южной стороны рамки карты, определяют долготу точки.

Для точного определения географических координат на карте необходимо иметь линейку. На картах шкалы широт и долгот дополнительно разбиты точками на 10" деления, что позволяет определить географические координаты с точностью до 3 – 4".

В середине листа карты указываются широта и долгота центра листа карты.

Прямоугольные координаты.

Плоскими прямоугольными координатами называются линейные величины – абсцисса и ордината, определяющие положение точек на плоскости (рис.). Две взаимно перпендикулярные прямые X и Y, относительно которых определяется положение точек, называются осями координат, из них ось X называется осью абсцисс, ось Y – осью ординат. Точка пересечения осей – точка O называется началом координат. Оси координат делят плоскость на четыре четверти, счёт по топографии ведётся по ходу часовой стрелки от положительного направления оси X.



положительное направление осей координат принимается для оси абсцисс (X) направление на север, для оси ординат (Y) на восток. Положение любой точки на плоскости относительно начала координат O определяется кратчайшим расстоянием до неё от осей координат, измеренными в каких либо мерах длины.

Эти расстояния являются координатами точек. Они изображаются отрезками прямых линий, перпендикулярных к одной из координатных осей и параллельных другой.

Координата X – абсцисса вверх от оси Y считается положительной, а вниз от неё – отрицательной.

Координата Y – ордината вправо от оси X считается положительной, а влево от неё отрицательной.

Прямоугольная координатная сетка на топографических картах.

Определение координат значительно упростится, если разбить на карте прямыми линиями параллельными осям координат сетку квадратов с размерами сторон в 2 см, или 4 см, или 5 см. Такая сетка называется прямоугольной координатной сеткой. На топографической карте прямоугольная координатная сетка наносится произвольно, а в определённой связи с географической сеткой меридианов и параллелей. Это даёт возможность удобно и просто наносить на карту, а также определять и указывать на ней в плоских прямоугольных координатах географическое положение любого пункта местности.

Рассмотрим основы построения прямоугольной координатной сетки на картах. Мы знаем, что земной шар для изображения на топографических картах разбивается на зоны 6° , для каждой из которых в данных масштабах изготавливается своя отдельная карта, состоящая из многих листов. В любой из этих зон осевой меридиан перпендикулярен экватору. Приняв осевой меридиан в каждой зоне за ось X (абсцисс), экватор – за ось Y (ординат), а их пересечение за начало координат, получим систему плоских прямоугольных координат для данной зоны.

Таким образом, каждая зона будет иметь свои собственные оси и начало координат, иными словами, свою отдельную систему координат. Вместе с тем, оси и начало координат в каждой зоне будут иметь вполне определённое географическое положение, а следовательно, и связь как с системой географических координат, так и с системами прямоугольных координат всех остальных зон. Это единство и взаимная связь отдельных координатных зон, объединённых общей для всего земного шара системой, достигается тем, что ось X в каждой зоне совмещается с одним из меридианов (осевым) и ось Y – с экватором. Если теперь на каждую зону отдельно нанести координатную сетку со сторонами квадратов в 1 или 2 км в масштабе карты и оцифровать её соответствующим образом, то такая сетка будет по существу графическим выражением плоской прямоугольной системы координат, все линии которой будут связаны определённым образом с географической сеткой меридианов и параллелей.

Благодаря наличию на карте координатной сетки прямоугольные координаты любой точки просто и удобно могут быть измерены от ближайших к ней координатных линий X и Y , оцифровка которых на карте укажет их удаление в километрах от осей координат. Абсциссы X всех точек находятся в северной половине (полосы) зоны, имеют положительное значение. Ординаты Y будут иметь разные знаки к востоку от осевого меридиана «+», к западу – знак «-». Чтобы избежать отрицательных величин при обозначении расстояний, значение ординаты Y осевого меридиана условно принимают равным не 0, а 500 км. Этим самым ось X как бы переносят к западу от осевого меридиана на 500 км. В результате этого все ординаты Y в пределах всей зоны будут иметь лишь положительные значения, возрастающие с запада на восток, при этом к востоку от осевого меридиана оси будут иметь значения, большие 500 км, а к западу – меньшие.

Если изображение зоны с нанесённой на ней сеткой квадратов разделить на отдельные листы карты, то каждый лист будет покрыт координатной сеткой, составляющей часть разграфки, общей для всей зоны.

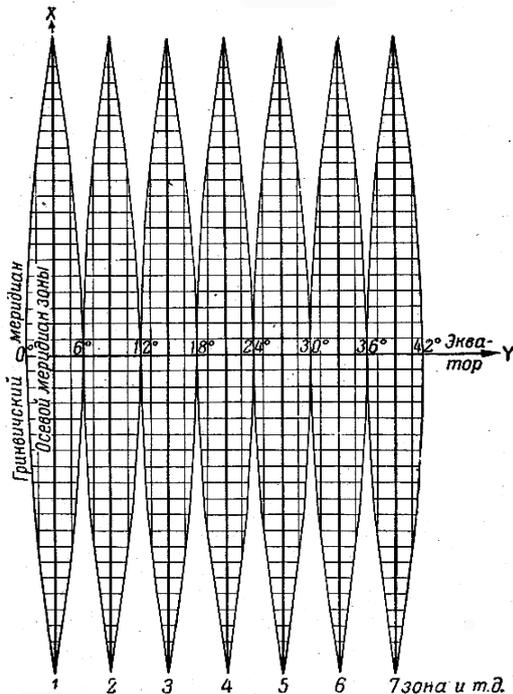
Так как линии, образующие эту сетку, отстоят одна от другой на целое число километров, отложенных в масштабе карты, они оказываются километровыми линиями (горизонтальными и вертикальными), а координатная сетка – километровой

сеткой. Размеры квадратов сетки, т.е. расстояния между соседними километровыми линиями, на картах приняты следующие:

- 1:25000 – 4 см, т.е. 1 км в масштабе карты;
- 1:50000 – 2 см, т.е. 1 км в масштабе карты;
- 1:100000 – 2 см, т.е. 2 км в масштабе карты;
- 1:200000 – 2 см, т.е. 4 км в масштабе карты.

Цифровое обозначение километровых линий и координатных зон на картах.

Каждая координатная зона имеет свой порядковый номер. Счёт зон ведётся от Гринвичского меридиана с запада на восток. Западной границей первой зоны является начальный меридиан, долгота которого 0° (рис.)



Построение прямоугольной координатной сетки топографических карт.

Вся территория вокруг экватора разбита на 60 шестиградусных зон. В каждой зоне числовые значения координат X и Y повторяются. Чтобы можно было определить, к какой зоне относится точка с указанными координатами и тем самым найти её положение на земном шаре, к значению координаты Y слева приписывается цифра, означающая номер зоны.

Все километровые линии подписаны на карте в соответствии с рассмотренным порядком счёта координат. Цифры у выходов километровых линий за рамку означают координаты их в километрах. Координаты линий, ближайших к углам рамки, подписываются полностью, а остальные – сокращённо, последними двумя цифрами.

Пример: обратим внимание на нижний левый угол карты (см. рис.):

1. нижняя линия километровой сетки подписана полностью 6062, это значит $X = 6062$ км от экватора;
2. первая вертикальная линия километровой сетки подписана полностью 7406, это значит $Y = 7$ зона и 406 км от оси X или $500 - 406 = 94$ км к западу от осевого меридиана 7 зоны.

В полевых условиях приходится пользоваться картой в сложенном виде, поэтому для удобства координаты километровых линий подписываются внутри листа в нескольких местах.

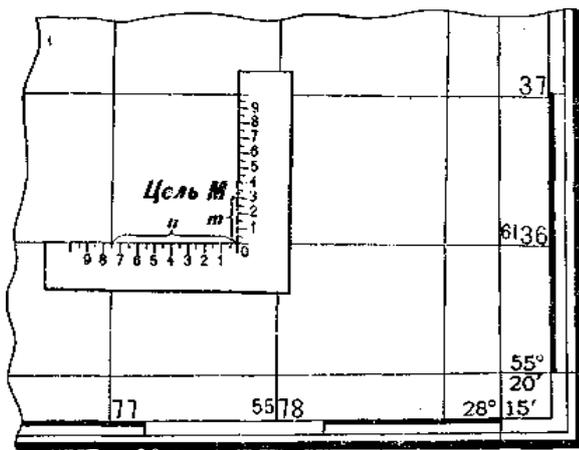
Использование координатной сетки при работе на карте.

Координатная сетка весьма широко используется при работе на карте. Основное её назначение – облегчить и упростить определение прямоугольных координат точек местности при целеуказании на местности. Вместе с тем, она облегчает проектирование по карте и указания на ней местоположения различных объектов, при докладах, постановке задач, передача распоряжений и составлении донесений. Наконец, она помогает быстро, на глаз оценивать расстояние и определять азимуты направлений.

Чтобы указать приближённо местоположение, какого ни будь пункта на карте, достаточно назвать квадрат сетки, в котором он расположен. Для этого достаточно прочесть за рамкой карты оцифровку вертикальной и горизонтальной километровых линий, образующих нижний левый угол квадрата. При этом необходимо обязательно соблюдать следующее правило: сначала прочесть и назвать оцифровку (номер) горизонтальной километровой линии, а затем вертикальной, т.е. сначала называют абсциссу X , а затем ординату Y .

Определение прямоугольных координат точек на карте.

Если необходимо указать более точно положение какой-либо точки внутри



Определение по карте

прямоугольных координат

квадрата, определяют её координаты, отдельно абсциссу (X) и ординату (Y). Для этого (рис.) записывают нижнюю километровую линию квадрата, в котором находится определяемая точка (36), в котором находится определяемая точка M . Затем измеряют по масштабу в метрах расстояние (по перпендикуляру до точки от этой километровой линии), т.е. отрезок m , и полученную величину (330м) приписывают к координате линии.

Для получения ординаты Y

записывают левую (вертикальную) сторону того же квадрата (77) и затем приписывают к ней расстояние в метрах, измеренное от нее по перпендикуляру до определяемой точки, т.е. отрезок n (750м).

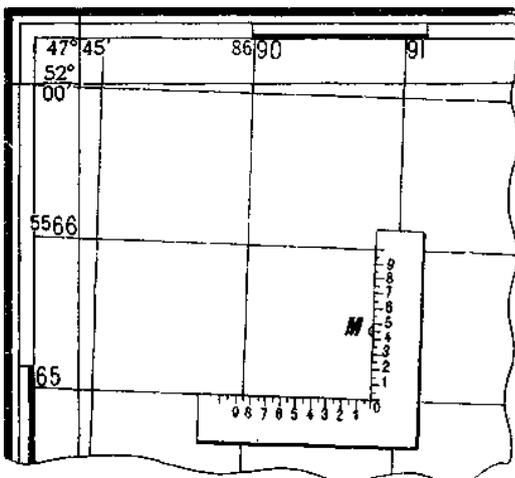
Таким образом, в данном примере координаты точки M будут:

$$x=36\ 330\text{м}; \quad y=77\ 750\text{м}$$

Так как в данном случае при определении координат точки M цифровое обозначение километровых линий было записано не полностью, а лишь последними цифрами, то такие координаты называются сокращёнными координатами точки M . В таком виде координаты обычно записываются при определении их по карте.

Если же оцифровку километровых линий записывать полностью, то получим полные координаты, они обычно записываются в специальных списках координат геодезических пунктов. В нашем примере полные координаты точки M запишутся так:

$$x=6136\ 330\ \text{м}; \quad y=5\ 577\ 750\ \text{м}.$$



. Нанесение на карту точки по координатам.

Разберем это на примере (рис). Допустим, требуется по имеющимся прямоугольным координатам нанести на карту обнаруженную цель M , координаты которой

$$x=65\ 450\text{м}; \quad y=90850\ \text{м}.$$

Первые цифры координат указывают, что цель находится в квадрате, у которого нижняя сторона

имеет значение 65, а левая 90. Расстояние указанное после номера квадрата делим на масштаб карты, полученные результаты откладываем на осях абсцисс X и ординат Y . Проводим линии перпендикулярные километровой сетки квадрата и на пересечении линий получим точку M . Также точку можно определить с помощью координатомера.