**1. Системы координат, применяемые в топографии: географические, плоские прямоугольные, полярные и биполярные координаты, их сущность и использование.**

**Координатами** называются угловые и линейные величины (числа), определяющие положение точки на какой-либо поверхности или в пространстве.  
В топографии применяют, такие системы координат, которые позволяют наиболее просто и однозначно определять положение точек земной поверхности как по результатам непосредственных измерений на местности, так и с помощью карт. К числу таких систем относятся географические, плоские прямоугольные, полярные и биполярные координаты.   
**Географические координаты** (рис.1) – угловые величины: широта (j) и долгота (L), определяющие положение объекта на земной поверхности относительно начала координат – точки пересечения начального (Гринвичского) меридиана с экватором. На карте географическая сетка обозначена шкалой на всех сторонах рамки карты. Западная и восточная стороны рамки являются меридианами, а северная и южная – параллелями. В углах листа карты подписаны географические координаты точек пересечения сторон рамки.

|  |
| --- |
| http://voennizdat.ru/KonspektuRF/VTop/6-1/Untitled-2_clip_image002.jpg  Рис. 1. Система географических координат на земной поверхности |

В системе географических координат положение любой точки земной поверхности относительно начала координат определяется в угловой мере. За начало у нас и в большинстве других государств принята точка пересечения начального (Гринвичского) меридиана с экватором. Являясь, таким образом, единой для всей нашей планеты, система географических координат удобна для решения задач по определению взаимного положения объектов, расположенных на значительных расстояниях друг от друга. Поэтому в военном деле эту систему используют главным образом для ведения расчетов, связанных с применением боевых средств дальнего действия, например баллистических ракет, авиации и др.  
**Плоские прямоугольные координаты** (рис. 2) – линейные величины, определяющие положение объекта на плоскости относительно принятого начала координат – пересечение двух взаимно перпендикулярных прямых (координатных осей Х и Y).  
В топографии каждая 6-градусная зона имеет свою систему прямоугольных координат. Ось Х - осевой меридиан зоны, ось Y – экватор, а точка пересечения осевого меридиана с экватором – начало координат.

|  |
| --- |
| http://voennizdat.ru/KonspektuRF/VTop/6-1/Untitled-2_clip_image004.jpg  Рис. 2. Система плоских прямоугольных координат на картах |

Система плоских прямоугольных координат является зональной; она установлена для каждой шестиградусной зоны, на которые делится поверхность Земли при изображении ее ни картах в проекции Гаусса, и предназначена для указания положения изображений точек земной поверхности на плоскости (карте) в этой проекции.  
Началом координат в зоне является точка пересечения осевого меридиана с экватором, относительно которой и определяется в линейной мере положение всех остальных точек зоны. Начало координат зоны и ее координатные оси занимают строго определенное положение на земной поверхности. Поэтому система плоских прямоугольных координат каждой зоны связана как с системами координат всех остальных зон, так и с системой географических координат.  
Применение линейных величин для определения положения точек делает систему плоских прямоугольных координат весьма удобной для ведения расчетов как при работе на местности, так и на карте. Поэтому в войсках эта система находит наиболее широкое применение. Прямоугольными координатами указывают положение точек местности, своих боевых порядков и целей, с их помощью определяют взаимное положение объектов в пределах одной координатной зоны или на смежных участках двух зон.  
**Системы полярных и биполярных координат** являются местными системами. В войсковой практике они применяются для определения положения одних точек относительно других на сравнительно небольших участках местности, например при целеуказании, засечке ориентиров и целей, составлении схем местности и др. Эти системы могут быть связаны с системами прямоугольных и географических координат.

**2. Определение географических координат и нанесение на карту объектов по известным координатам.**

Географические координаты точки, расположенной на карте, определяют от ближайших к ней параллели и меридиана, широта и долгота которых известна.  
Рамка топографической карты разбита на минуты, которые разделены точками на деления по 10 секунд в каждом. На боковых сторонах рамки обозначены широты, а на северной и южной - долготы.

|  |
| --- |
| http://voennizdat.ru/KonspektuRF/VTop/6-1/Untitled-2_clip_image006.jpg  Рис. 3. Определение географических координат точки по карте (точка А) и нанесение на карту точки по географическим координатам (точка Б) |

Пользуясь минутной рамкой карты можно:  
**1. Определить географические координаты любой точки на карте.**  
Например, координаты точки А (рис.3). Для этого необходимо с помощью циркуля-измерителя измерить кратчайшее расстояние от точки А до южной рамки карты, затем приложить измеритель к западной рамке и определить количество минут и секунд в измеренном отрезке, сложить полученное (измеренное) значение минут и секунд (0'27") с широтой юго-западного угла рамки - 54°30'.  
**Широта** точки на карте будет равна: 54°30'+0'27" = 54°30'27".  
**Долгота** определяется аналогично.  
Измеряют с помощью циркуля-измерителя кратчайшее расстояние от точки А до западной рамки карты, прикладывают циркуль-измеритель к южной рамке, определяют количество минут и секунд в измеренном отрезке (2'35") складывают полученное (измеренное) значение с долготой юго-западного угла рамки- 45°00'.  
**Долгота** точки на карте будет равна: 45°00'+2'35" = 45°02'35"  
**2. Нанести любую точку на карту по заданным географическим координатам.**   
Например, точку Б широта: 54°31 '08", долгота 45°01 '41".  
Для нанесения на карту точки по долготе необходимо провести истинный меридиан через данную точку, для чего соединить одинаковое количество минут по северной и южной рамке; для нанесения на карту точки по широте необходимо провести параллель через данную точку, для чего соединить одинаковое количество минут по западной и восточной рамке. Пересечение двух прямых определит местоположение точки Б.

**3. Прямоугольная координатная сетка на топографических картах и ее оцифровка. Дополнительная сетка на стыке координатных зон.**

Координатная сетка на карте представляет собой сетку квадратов, образованных линиями, параллельными координатным осям зоны. Линии сетки проведены через целое число километров. Поэтому координатную сетку называют также километровой сеткой, а ее линии километровыми.   
На карте 1:25000 линии, образующие координатную сетку, проведены через 4 см, то есть через 1 км на местности, а на картах 1:50000-1:200000 через 2 см (1,2 и 4 км на местности соответственно). На карте 1:500000 наносятся лишь выходы линий координатной сетки на внутренней рамке каждого листа через 2 см (10 км на местности). При необходимости по этим выходам координатные линии могут быть нанесены на карту.   
На топографических картах значения абсцисс и ординат координатных линий (рис. 2) подписывают у выходов линий за внутренней рамкой листа и девяти местах на каждом листе карты. Полные значения абсцисс и ординат в километрах подписываются около ближайших к углам рамки карты координатных линий и около ближайшего к северо-западному углу пересечения координатных линий. Остальные координатные линии подписываются сокращенно двумя цифрами (десятки и единицы километров). Подписи около горизонтальных линий координатной сетки соответствуют расстояниям от оси ординат в километрах.  
Подписи около вертикальных линий обозначают номер зоны (одна или две первые цифры) и расстояние в километрах (всегда три цифры) от начала координат, условно перенесенного к западу от осевого меридиана зоны на 500 км. Например, подпись 6740 означает: 6 - номер зоны, 740 - расстояние от условного начала координат в километрах.  
На внешней рамке даны выходы координатных линий (**дополнительная сетка**) системы координат смежной зоны.

**4. Определение прямоугольных координат точек. Нанесение на карту точек по их координатам.**

По координатной сетке с помощью циркуля (линейки) можно:  
**1. Определить прямоугольные координаты точки на карте.**  
Например, точки В (рис. 2).  
**Для этого надо:**

* записать X - оцифровку нижней километровой линии квадрата, в котором находится точка В, т.е. 6657 км;
* измерить по перпендикуляру расстояние от нижней километровой линии квадрата до точки В и, пользуясь линейным масштабом карты, определить величину этого отрезка в метрах;
* сложить измеренную величину 575 м с значением оцифровки нижней километровой линии квадрата: X=6657000+575=6657575 м.

Определение ординаты Y производят аналогично:

* записать значение Y - оцифровку левой вертикальной линии квадрата,т.е.7363;
* измерить по перпендикуляру расстояние от этой линии до точки В, т.е.335 м;
* прибавить измеренное расстояние к значению оцифровки Y левой вертикальной линии квадрата: Y=7363000+335=7363335 м.

**2. Нанести на карту цель по заданным координатам.**  
Например, точку Г по координатам: Х=6658725 Y=7362360.  
**Для этого надо:**

* найти квадрат, в котором расположена точка Г по значению целых километров, т.е. 5862;
* отложить от левого нижнего угла квадрата отрезок в масштабе карты, равный разности абсциссы цели и нижней стороны квадрата - 725 м;
* - от полученной точки по перпендикуляру вправо отложить отрезок, равный разности ординат цели и левой стороны квадрата, т.е. 360 м.

|  |
| --- |
| http://voennizdat.ru/KonspektuRF/VTop/6-1/Untitled-2_clip_image008.jpg  Рис. 2.  Определение прямоугольных координат точки по карте (точка В) и нанесение на карту точки по прямоугольных координатам (точка Г) |

**5. Точность определения координат на картах различных масштабов.**

Точность определения географических координат по картам 1:25000-1:200000 составляет около 2 и 10'' соответственно.  
Точность определения по карте прямоугольных координат точек ограничивается не только ее масштабом, но и величиной погрешностей, допускаемых при съемке или составлении карты и нанесении на нее различных точек и объектов местности  
Наиболее точно (с ошибкой, не превышающей 0,2 мм) на карту наносятся геодезические пункты и. наиболее резко выделяющиеся на местности и видимые издали предметы, имеющие значение ориентиров (отдельные колокольни, фабричные трубы, постройки башенного типа). Поэтому координаты таких точек можно определить примерно с той же точностью, с которой они на карту наносятся, т.е. для карты масштаба 1:25000 - с точностью - 5-7 м, для карты масштаба 1:50000 - с точностью - 10-15 м, для карты масштаба 1:100000 - с точностью - 20-30 м.  
Остальные ориентиры и точки контуров наносятся на карту, а, следовательно, и определяются по ней с ошибкой до 0,5 мм, а точки, относящиеся к нечетко выраженным на местности контурам (например, контур болота), с ошибкой до 1 мм.

**6. Определение положения объектов (точек) в системах полярных и биполярных координат, нанесение на карту объектов по направлению и расстоянию, по двум углам или по двум расстояниям.**

Система **плоских полярных координат** (рис. 3, а) состоит из точки О - начало координат, или **полюса,** и начального направления ОР, называемого **полярной осью**.

|  |  |
| --- | --- |
| http://voennizdat.ru/KonspektuRF/VTop/6-1/Untitled-2_clip_image009.jpg  Рис. 3. а – полярные координаты; б – биполярные координаты | Положение точки М на местности или на карте в этой системе определяется двумя координатами: углом положения θ, который измеряется по ходу часовой стрелки от полярной оси до направления на определяемую точку М (от 0 до 360°), и расстоянием ОМ=Д. В зависимости от решаемой задачи за полюс принимают наблюдательный пункт, огневую позицию, исходный пункт движения и т. п., а за полярную ось - географический (истинный) меридиан, магнитный меридиан (направление магнитной стрелки компаса) или же направление на какой-либо ориентир. |

Система **плоских биполярных (двухполюсных) координат** (рис. 3, б) состоит из двух полюсов А и В и общей оси АВ, называемой базисом или базой засечки. Положение любой точки М относительно двух данных на карте (местности) точек А и В определяется координатами, которые измеряются на карте или на местности.  
Этими координатами могут служить либо два угла положения, определяющих направления с точек А и В на искомую точку М, либо расстояния D1=АМ и D2=ВМ до нее. Углы положения при этом, как показано на рис. 1, б, измеряются в точках А и В или от направления базиса (т. е. угол А=ВАМ и угол В=АВМ) или от других каких-либо направлений, проходящих через точки А и В и принимаемых за начальные. Например, во втором случае место точки М определено углами положения θ1 и θ2, измеренными от направления магнитных меридианов.

**Нанесение обнаруженного объекта на карту**  
Это один из важнейших моментов в обнаружении объекта. От того, насколько точно объект (цель) будет нанесен на карту, зависит точность определения его координат.  
Обнаружив объект (цель), необходимо сначала точно определить по различным признакам, что обнаружено. Затем, не прекращая наблюдение за объектом и не обнаруживая себя, нанести объект на карту. Для нанесения объекта на карту существуют несколько способов.  
**Глазомерно**: объект наносится на карту, если он находится вблизи известного ориентира.  
**По направлению и расстоянию**: для этого необходимо сориентировать карту, найти на ней точку своего стояния, свизировать на карте направление на обнаруженный объект и прочертить линию до объекта от точки своего стояния, затем определить расстояние до объекта, измерив это расстояние на карте и соизмерив его с масштабом карты.

|  |  |
| --- | --- |
| http://voennizdat.ru/KonspektuRF/VTop/6-1/Untitled-2_clip_image011.jpg  Рис. 4. Нанесение цели на карту прямой засечкой с двух точек. | Если таким образом графически невозможно решить задачу (мешает противник, плохая видимость и др.), то нужно точно измерить азимут на объект, затем перевести его в дирекционный угол и прочертить на карте из точки стояния направление, на котором отложить расстояние до объекта. Чтобы получить дирекционный угол, надо к магнитному азимуту прибавить магнитное склонение данной карты (поправка направления). **Прямой засечкой**. Этим способом наносят объект на карту из 2-х-3-х точек, с которых можно вести наблюдение за ним. Для этого из каждой выбранной точки прочерчивается на ориентированной карте направление на объект, тогда пересечение прямых линий определяет местонахождение объекта. |

**7. Способы целеуказания по карте: в графических координатах, плоских прямоугольных координатах (полных и сокращенных), по квадратам километровой сетки (до целого квадрата, до 1/4, до 1/9 квадрата), от ориентира, от условной линии, по азимуту и дальности цели, в системе биполярных координат.**

Умение быстро и правильно указывать цели, ориентиры и другие объекты на местности имеет важное значение для управления подразделениями и огнем в бою или для организации боя.  
Целеуказания в **географических координатах** применяется очень редко и только в тех случаях, когда цели удалены от заданной точки на карте на значительном расстоянии, выражающемся в десятках или сотнях километров. При этом географические координаты определяются по карте, как описано в вопросе № 2 настоящего занятия.  
Местоположение цели (объекта) указывают широтой и долготой, например, высота 245,2 (40° 8' 40" с. ш., 65° 31' 00" в. д.). На восточную (западную), северную (южную) стороны топографической рамки наносят уколом циркуля отметки положения цели по широте и долготе. От этих отметок в глубину листа топографической карты опускают перпендикуляры до их пересечения (прикладывают командирские линейки, стандартные листы бумаги). Точка пересечения перпендикуляров и есть положение цели на карте.  
Для приближенного целеуказания по **прямоугольным координатам** достаточно указать на карте квадрат сетки, в котором расположен объект. Квадрат всегда указывается цифрами километровых линий, пересечением которых образован юго-западный (нижний левый) угол. При указании квадрата карты придерживаются правила: сначала называют две цифры, подписанные у горизонтальной линии (у западной стороны), то есть координату «X», а затем две цифры у вертикальной линии (южная сторона листа), то есть координата «Y». При этом «X» и «Y» не говорятся. Например, засечены танки противника. При передаче донесения по радиотелефону номер квадрата произносят: ***«восемьдесят восемь ноль два».***  
Если положение точки (объекта) необходимо определить более точно, то пользуются полными или сокращенными координатами.  
Работа с **полными координатами**. Например, требуется определить координаты указателя дорог в квадрате 8803 на карте масштаба 1:50000. Сначала определяют чему равно расстояние от нижней горизонтальной стороны квадрата до указателя дорог (например, 600 м на местности). Таким же образом измеряют расстояние от левой вертикальной стороны квадрата (например, 500 м). Теперь путем оцифровки километровых линий определяем полные координаты объекта. Горизонтальная линия имеет подпись 5988 (X), прибавив расстояние от этой линии до указателя дорог, получим: Х=5988600. Точно также определяем вертикальную линию и получаем 2403500. Полные координаты указателя дорог следующие: Х=5988600 м, У=2403500 м.   
**Сокращенные координаты** соответственно будут равны: Х=88600 м, У=03500 м.   
Если требуется уточнить положение цели в квадрате, то применяют целеуказание буквенным или цифровым способом внутри квадрата километровой сетки.  
При целеуказании **буквенным способом** внутри квадрата километровой сетки квадрат условно разбивается на 4 части, каждой части присваивается заглавная буква русского алфавита.  
Второй способ - **цифровой способ** целеуказания внутри квадрата километровой сетки (целеуказание по ***улитке***). Этот способ получил свое название по расположению условных цифровых квадратов внутри квадрата километровой сетки. Они расположены как бы по спирали, при этом квадрат разбивается на 9 частей.  
При целеуказании в этих случаях называют квадрат, в котором находится цель, и добавляют букву или цифру, уточняющую положение цели внутри квадрата. Например, высота 51,8 (5863-А) или высоковольтная опора (5762-2) (см. рис. 2).  
Целеуказание от ориентира наиболее простой и распространенный способ целеуказания. При этом способе целеуказания вначале называют ближайший к цели ориентир, затем величину угла между направлением на ориентир и направлением на цель в делениях угломера (измеряется биноклем) и удаление до цели в метрах. Например: ***«Ориентир второй, вправо сорок, дальше двести, у отдельного куста – пулемет».***  
Целеуказание **от условной линии** обычно применяется в движении на боевых машинах. При этом способе по карте выбирают в направлении действий две точки и соединяют их прямой линией, относительно которой и будет вестись целеуказание. Эту линию обозначают буквами, разбивают на сантиметровые деления и нумеруют их начиная с нуля. Такое построение делается на картах как передающего, так и принимающего целеуказание.  
Целеуказание от условной линии обычно применяется в движении на боевых машинах. При этом способе по карте выбирают в направлении действий две точки и соединяют их прямой линией (рис. 5), относительно которой и будет вестись целеуказание. Эту линию обозначают буквами, разбивают на сантиметровые деления и нумеруют их начиная с нуля.

|  |  |
| --- | --- |
| http://voennizdat.ru/KonspektuRF/VTop/6-1/Untitled-2_clip_image013.jpg  Рис. 5. Целеуказание от условной линии | Такое построение делается на картах как передающего, так и принимающего целеуказание. Положение цели относительно условной линии определяется двумя координатами: отрезком от начальной точки до основания перпендикуляра, опущенного из точки расположения цели на условную линию, и отрезком перпендикуляра от условной линии до цели. При целеуказании называют условной наименование линии, затем число сантиметров и миллиметров, заключающихся в первом отрезке, и, наконец, направление (влево или вправо) и длину второго отрезка. Например: ***«Прямая АС, пять, семь; вправо ноль, шесть – НП».*** |

Целеуказание от условной линии можно выдать, указав направление на цель под углом от условной линии и расстояние до цели, например: ***«Прямая АС, вправо 3-40, тысяча двести – пулемет».***  
Целеуказание **по азимуту и дальности до цели**. Азимут направления на цель определяют с помощью компаса в градусах, а дальность до нее – с помощью прибора наблюдения или глазомерно в метрах. Например: ***«Азимут тридцать пять, дальность шестьсот – танк в окопе».*** Этот способ чаще всего используют на местности, где мало ориентиров.