**Лекция №3**

**Тема: Ориентирование линий.**

*3.1 Связь плоской прямоугольной и полярной систем координат.*

*3.2 Ориентирование линий.*

*3.3 Единицы мер, применяемые в топографии и геодезии.*

**3.1 Связь плоской и полярной систем координат.**

Вследствие сферичности Земли меридианы параллельны между собой только на экваторе. В направлении к земным полюсам расстояние между ними постепенно сокращается, а сами меридианы сходятся в точках-полюсах, образуя углы, называемые *углами сближения меридианов* (сокращенно *сближением меридианов*). Поэтому азимут линии в каждой ее точке имеет различное значение. *Угол между направлением меридианов в данных двух точках линии называется* ***сближением меридианов******γ*** *(гамма)* (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 Прямой и обратный азимуты.

Как следует из рис. 3.1 зависимость между прямым и обратными азимутами линии *MN* определяется выражением:

**А2 = А1 + 180º + γ**, или в общем случае **А2 = А1 ± 180º + γ**

Если известны долготы точек *М и N*, то сближение меридианов

**γ = Δλ sinφ (3.1)**

где, **Δλ** – разность долгот меридианов, проходящих через точки *М и N*, **φ** – средняя широта ориентируемой линии.

 Максимальное значение угла сближения меридианов не превышает 3º, поэтому не всегда учитывается в практической работе при крупномасштабных съемках. Обычно, для точек, лежащих в восточной части координатной зоны (к востоку от осевого меридиана), величина сближения положительная, а для точек, расположенных в западной части , - отрицательная.

Простота полярной системы координат и возможность ее построения относительно любой точки местности, принимаемый за полюс, обусловили ее широкое применение в топографии. *Чтобы связать воедино полярные системы отдельных точек местности, необходимо перейти к определению положения этих точек в прямоугольной системе координат, которая может быть распространена на значительно большую по площади территории*. *Связь между двумя системами устанавливается решением прямой и обратной геодезических задач.*

*Прямая геодезическая задача состоит в определении координат конечной точки линии по длине ее горизонтального проложения, направлению и координатам начальной точки.*

**

Рисунок 3.2 Прямая и обратная геодезические задачи.

Так, если принять точку А (рис. 3.2) за полюс полярной системы координат, а прямую АС – за полярную ось, параллельной оси ОХ, то полярными координатами точки В будут ***s*** и α. Необходимо вычислить прямоугольные координаты этой точки в системе ХОУ. На рис. 3.2 видно, что *ХВ* отличается *ХА* на величину ***(ХВ - ХА) = Δх***, а *УВ* отличается от *УА* на величину ***(УВ - УА) = Δу***. Разности координат конечной **В** и начальной **А** точек линии **АВ Δх** и **Δу** называются ***приращениями координат***. Из данных рисунка ясно, что приращениями координат линии являются ортогональные проекции горизонтального проложения этой линии на оси координат, а координаты *ХВ* и  *УВ* могут быть вычислены по формулам:

 **ХВ = ХА + ΔхАВ;**

**УВ = УА + ΔуАВ (3.2)**

 Значение приращений определяются из прямоугольного треугольника АСВ по заданным ***s*** и α, так как приращения ***Δх*** и ***Δу*** являются катетами этого прямоугольного треугольника:

***ΔхАВ = s cosα; ΔуАВ = s sinα* (3.3)**

 Приращения координат имеют знаки. Знак приращений зависит от знака косинуса и синуса угла направления или от названия четверти прямоугольной системы координат (таблица 3.1).

Таблица 3.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Угол направления, град | Четверть | Знаки приращений координат  |
| Δх | Δу |
| 0 – 90º  | I | + | + |
| 90 – 180º | II | -  | + |
| 180 – 270º | III | -  |  -  |
| 270 – 360º | IV | + |  -  |

Подставив значения приращений ***ΔхАВ*** и ***ΔуАВ*** в равенство (3.2), получим формулы для решения прямой геодезической задачи:

**ХВ = ХА + *s cosα***; **УВ = УА + *s sinα (3.4)***

 *Обратная геодезическая задача* заключается в определении длины горизонтального проложения ***s*** и направления α линии АВ по данным координатам ее начальной точки А (*ХА*, *УА*) и конечной В (*ХВ*, *УВ*). Угол направления вычисляется по катетам прямоугольного треугольника:

**tg α =** $\frac{Y\_{B }- Y\_{A}}{X\_{B }- X\_{A}}= \frac{ΔY\_{AB}}{ΔX\_{AB}}$ **(3.5)**

Горизонтальное проложение ***s***, согласно (3.3), можно определить по двум формулам:

**s =** $\frac{ΔX\_{AB}}{cos α}$ **=** $\frac{X\_{B }- X\_{A}}{cos α}$ **; s =** $\frac{ΔY\_{AB}}{sin α}$ **=** $\frac{Y\_{B }- Y\_{A}}{sin α}$ **(3.6)**

Обратную задачу можно решить в такой последовательности: вначале вычислить горизонтальное проложение ***s*** по теореме Пифагора:

**s =** $\sqrt{(X\_{B }- X\_{A})^{2}+(Y\_{B }- Y\_{A})^{2}}$ **(3.7)**

а затем вычислить угол направления α по формулам, согласно (3.6):

**sin α =** $\frac{Y\_{B }- Y\_{A}}{S}$ **; cos α =** $\frac{X\_{B }- X\_{A}}{S}$ **(3.7)**

**3.2 Ориентирование линий.**

 *Ориентировать линию местности* – значит определить ее направление относительно другого направления, принимаемого за исходное, т.е. определить угол между исходным и данными направлениями. В качестве исходных направлений приняты: **географически**й меридиан, **осево**й (меридиан, принятый за ось какой-либо системы плоских прямоугольных координат) и **магнитный** (совпадающий с направлением свободно подвешенной магнитной стрелки) меридианы.

 Направление линии может быть **прямым** (если рассматривать заданное направление от какой-либо начальной точки к конечной) и **обратным** (от конечной к начальной). В связи с этим различают *прямые* и *обратные* углы ориентирования. Ориентирными углами направления являются: *азимут*, *дирекционный угол, румб*.

 *Азимутом* называют двугранный угол между плоскостью меридиана данной точки и вертикальной плоскостью, проходящей в данном направлении, отсчитываемый от северного направления меридиана по ходу часовой стрелки. Азимуты могут иметь значение от 0 - 360º.

 Азимут называется географическим А, если он отсчитывается от географического меридиана, и магнитным Ам, если отсчитывается от магнитного меридиана. Так же как географические координаты, географический азимут – обобщенное понятие азимута астрономического и азимута геодезического. Горизонтальные углы А1, А2, А3 и А4, являются азимутами линий М1, М2, М3 и М4 (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 Направление отсчетов азимутов.

 Если линия СЮ является географическим меридианом, то и азимуты этих линий будут географическими, если СЮ – магнитный меридиан, то углы – магнитные азимуты. Так как географические меридианы в общем случае не параллельны между собой, то азимут одной и той же линии в разных ее точках различен. Так, для линии М1, М2 азимут в точке М1 равен А1, в точке М2 равен А2. Последний отличается от А1 на величину сближения меридианов ***γ*** (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 Дирекционные углы. Связь дирекционного угла и азимута.

 Прямой и обратный азимуты одной и той же линии в разных ее точках (А1 и $А\_{2}^{'}$) отличаются между собой на ***180º + γ*** ; они же в одной и той же точке (А1 и $А\_{2}^{'}$) различаются на 180º, т.е.

$А\_{2}^{'}$ **= А1 + 180º + γ** ;

$А\_{2}^{'}$ **= А2 + 180º ;**

Магнитный меридиан какой-либо точки земной поверхности в общем случае не совпадает с географическим меридианом этой точки.

2002 год, Северный магнитный полюс - 75°53' с.ш., 100°23' з.д.

Южный магнитный полюс - 66°06' ю.ш., 139°36' в.д.

1931 год, Северный магнитный полюс - 70°05'11'' с.ш., 96°46'45'' з.д.

1952 год, Северный магнитный полюс - 70° с.ш., 100° з.д.

Угол, образованный магнитным меридианом точки с ее географическим меридианом, называется *склонением магнитной стрелки*. Склонение ***δ*** (дельта) (рис.3.5) может быть восточным (положительным) или западным (отрицательным). Связь между географическим А и магнитным АМ азимутами выражается формулой

**А = АМ +** ***δ (3.8)***

Склонение ***δ*** изменяется с изменением места и времени (для территории стран СНГ оно колеблется от +30 до -14º). Различают суточные, годовые и вековые изменения склонения. В средних широтах суточные изменения не превышают 15′, а вековые – достигают значительных величин, например за 500 лет – 22,5º. Склонения изменяются также под влиянием магнитных бурь, связанных с полярным сиянием, солнечными пятнами. Правильность показаний магнитной стрелки нарушается в районах залегания магнитных руд или районах магнитных аномалий.



Рисунок 3.5 Склонение магнитной стрелки.

 В топографии и геодезии применяется также ориентирование линий относительно осевого меридиана. Угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана (или линии, параллельной ему) до данного направления по ходу часовой стрелки, называется дирекционным углом ***α***. Дирекционный угол изменяется в пределах 0 - 360º.

 Из данных рис. 3.4 видно, что в точке М2 **А2 – α = γ** , т.е. разность между географическим азимутом и дирекционным углом какой-либо линии в данной точке равна сближению географического меридиана в этой точке с осевым меридианом. Зависимость между географическим азимутом и дирекционным углом имеет вид:

**А = α + γ (3.9)**

 Дирекционные углы, измеренные в любой точке данного направления, сохраняют (в отличие от азимутов) свое значение (на рисунке 3.4 **α2 = α3**).

 Обратный дирекционный угол отличается от прямого на 180º на рисунке 3.4

$α\_{3}^{'}$ **= α3 + 180º и** $α\_{3}^{'}$ **= α2 + 180º**

На основании формул (3.8) и (3.9) можно вывести зависимость между магнитным АМ и дирекционным углом ***α***. Имеем:

**α + γ = АМ + *δ,*** отсюда

 **α = АМ + (*δ* – γ)**

 **АМ = α – (*δ* – γ) (3.10)**

Иногда ориентирование линий удобнее выражать острыми углами – румбами. Румбом называют острый горизонтальный угол, отсчитываемый от ближайшего направления меридиана (северного или южного) до данной линии. Румбы имеют значение в пределах 0 - 90º и сопровождаются названием четверти, в которой проходит линия. На рисунке 3.6 линии М1, М2, М3 и М4 соответственно имеют румбы: r1, r2, r3 и r4.



Рисунок 3.6 Румбы.

Румбы переводятся в азимуты и, наоборот, по соотношениям представленным в таблице 3.2

|  |  |
| --- | --- |
| Четверть | Связь между азимутами и румбами |
| І – СВ | А1 = r1  | r1 = А1 |
| ІІ – ЮВ  | А2 = 180° - r2  | r2 = 180° - А2  |
| ІІІ – ЮЗ | А3 = 180° + r3 | r3 = А3 - 180° |
| IV - СЗ | А4 = 360° - r4 | r4 = 360° - А4 |

**3.3 Единицы мер, применяемые в топографии и геодезии.**

 При проведении измерительных работ на местности, топографической карте, других материалах применяются меры длины, площади, углов, массы, температуры, времени, давления и др. Измерение любой физической величины заключается в определении отношения этой величины к величине того же рода, принятой за единицу. Число, показывающее, сколько раз единица измерения содержится в измеряемой физической величине, называется *мерой* этой величины. Совокупность единиц физических величин, принятых в государстве для измерения главнейших величин, называется **системой мер**.

 За единицу линейных измерений в геодезии и топографии принят метр (м).

1791 год – установление метрической системы мер, 1799 год – изготовлен первый эталон метра. – «архивный метр».

1875 год на Международной дипломатической конференции по метру была принята Метрическая конвенция, согласно принятым решениям был изготовлен 31 метр-прототип в виде платино-иридиевых жезлов. Метр №6 и две копии хранится в Севре во Франции; Метр №11 и №28 хранятся в России. Это решение стало действующим в 1889 году.

1960 год – ХІ Генеральная конференция по мерам и весам (ГКМВ) приняла решение о введении единой уникальной системы – Международной системы единиц (СИ).

1983 год – XVII ГКМВ – новое определение метра – 1 м равен расстоянию, проходимому в вакууме плоской электромагнитной волной за 1/299 792 458 долей секунды.

1 км = 1000 м = 100 000 см 1 м = 10 дц = 100 м = 1000 мм

1 радиан = 57,3º = 3438' = 206 265′′