

## Лекция 2. Системы координат, применяемые в геодезии

### Оглавление

2.1. Картографические проекции .....	1
2.2. Системы координат .....	3
2.2.1. Географическая система координат .....	5
2.2.2. Система плоских прямоугольных геодезических координат .....	10
2.2.3.    Зональная система плоских прямоугольных координат Гаусса-Крюгера .....	11
2.2.4.    Система плоских полярных координат .....	14

### 2.1. Картографические проекции

Чтобы изобразить физическую поверхность Земли на карте, т.е. на плоскости, её первоначально проектируют на уровенную поверхность отвесными линиями, а затем уже по определённым правилам изображение развёртывают на плоскости. Правила развёртывания уровенной поверхности на плоскости называются *картографическими проекциями* (рис. 2.1).

Рассмотрим геометрические свойства изображения поверхности Земного шара (З.ш.) на глобусе, т.е. на уровенной поверхности [1]:

1. *Равномасштабность изображения* – любой отрезок земной поверхности изображается на глобусе с одинаковым уменьшением, т.е. масштаб изображения остаётся на глобусе везде постоянным.

2. *Свойство равноугольности* – горизонтальный угол на З.ш. равен горизонтальному углу на глобусе, т.е. изображение любой фигуры на глобусе подобно действительным её очертаниям в натуре. Это соотношение одинаково для всех объектов.

3. *Свойство равновеликости изображения* – размеры площадей фигур на глобусе пропорциональны их действительным размерам на З.ш., и это соотношение одинаково для всех объектов.

В зависимости от картографической проекции получают искажения площадей, углов, либо площадей и углов, и всегда – искажение длин линий.

Было разработано большое количество картографических проекций, в которых созданы различные карты. В соответствии со свойствами различают проекции: *равноугольные, равновеликие, равнопромежуточные, произвольные* (рис. 2.1-2.2).

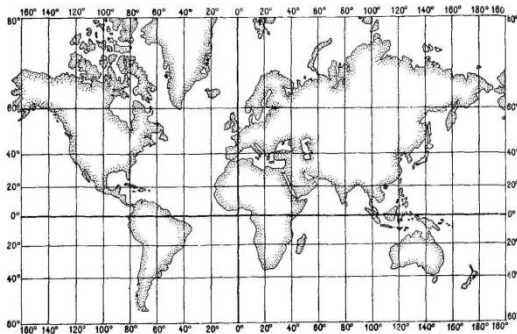


Рис. 2.1. Карта мира в одной из равноугольных проекций (меридианы и параллели пересекаются под прямым углом). Сохранено подобие фигур (фигуры на карте и глобусе подобны). Нарушено свойство равновеликости – искажены площади фигур – Гренландия на самом деле меньше Южной Америки в 15 раз. (Нарушены 1 и 3-е свойства) [2].

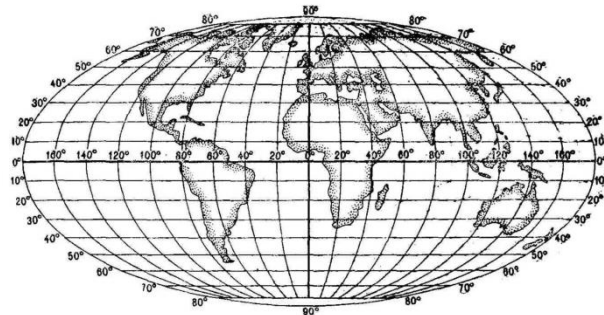


Рис. 2.2. Равновеликая проекция. Сохранена пропорциональность всех площадей, но нарушено подобие фигур, т.е. свойство равноугольности (форма фигур на карте искажена). Параллели и меридианы пересекаются под прямым углом только по среднему меридиану. (Нарушены 1 и 2-е свойства) [2].

Если за признак классификации принять *поверхность, на которую проектируют уровенную поверхность (и расположение этой поверхности)*, то можно различать проекции: *азимутальные, конические, цилиндрические.*

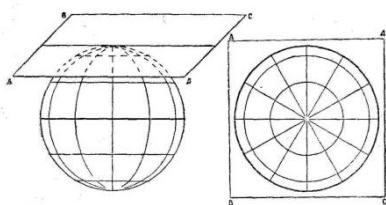


Рис. 2.3. Азимутальная прямая (полярная) проекция [2].

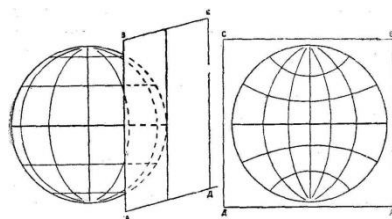


Рис. 2.4. Азимутальная поперечная (экваториальная) проекция [2].

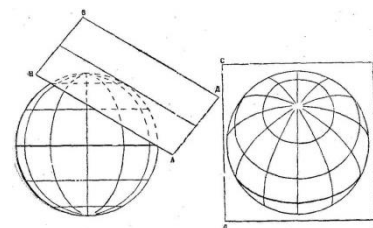
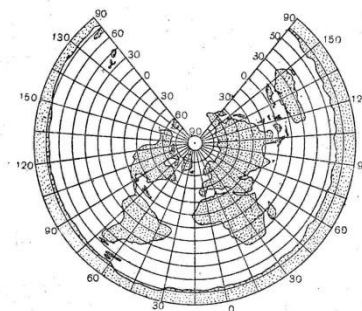
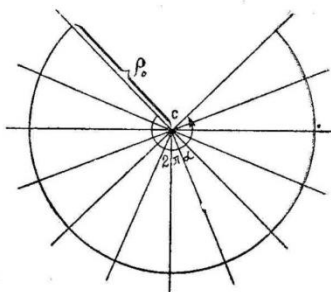
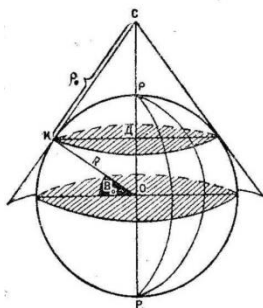
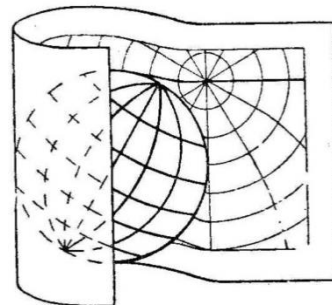
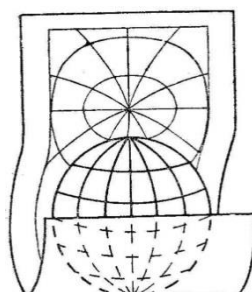
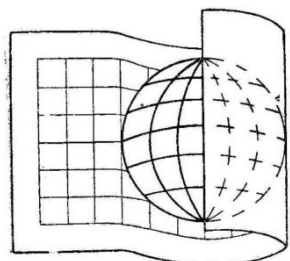


Рис. 2.5. Азимутальная косая (горизонтальная) проекция [2]



*Рис. 2.6. Схема построения конической проекции (проектирование на конус). Параллель касания изображается в натуральную длину (без искажения), меридианы изображаются в виде прямых, совпадающих с образующими конуса, параллели изображаются в виде окружностей [2].*

*Рис. 2.7. Карта мира в конической проекции [2]*



*Рис. 2.8. Цилиндрическая прямая проекция (ось цилиндра совпадает с осью Земли) [2]*

*Рис. 2.9. Цилиндрическая поперечная проекция (оси взаимно перпендикулярны) [2]*

*Рис. 2.10. Цилиндрическая косая проекция [2]*

## 2.2. Системы координат

*Координаты* – параметры, определяющие положение точек в пространстве и на плоскости относительно принятой системы координат.

Системы координат классифицируют по разным признакам: по расположению начала отсчёта (рис. 2.11), по виду координатных линий (рис. 2.12), по назначению (рис. 2.13) и т.д. [3]

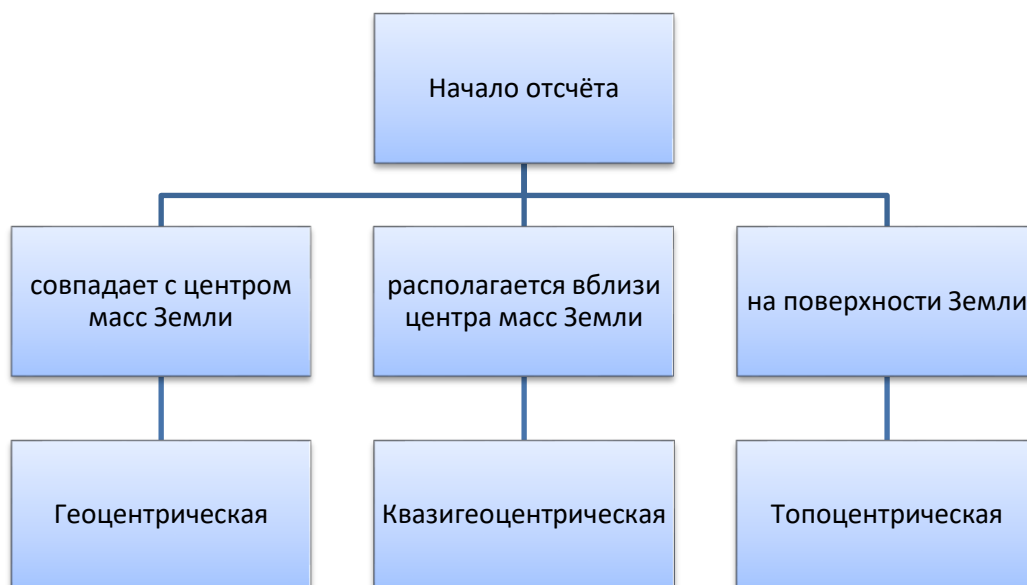


Рис. 2.11. Классификация систем координат по расположению начала координат

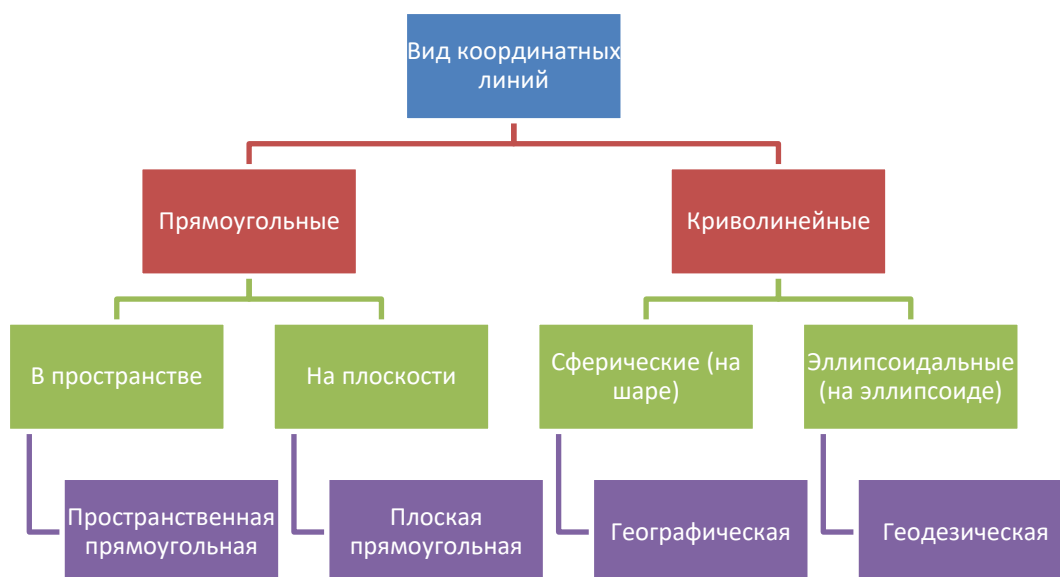


Рис. 2.12. Классификация систем координат по виду координатных линий

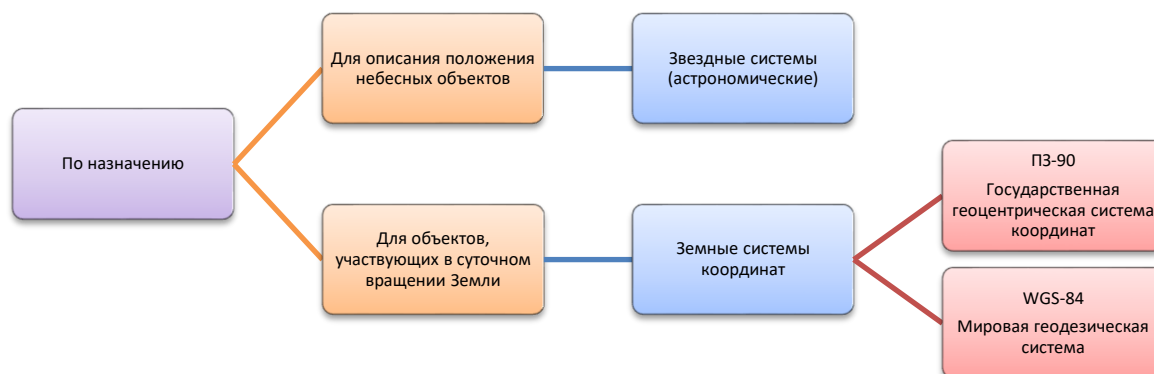


Рис. 2.13. Классификация систем координат по назначению

Рассмотрим более подробно следующие системы координат: географическую, плоских прямоугольных координат, плоских географических координат Гаусса-Крюгера, плоских полярных координат.

### 2.2.1. Географическая система координат

Систему географических координат образуют условные линии – параллели и меридианы [4].

- *Меридиан* – воображаемая линия, образованная секущей плоскостью, проходящей через ось  $PP_1$  вращения Земли и выбранную точку земной поверхности.
- *Параллель* – воображаемая линия сечения поверхности Земли плоскостью, параллельной плоскости экватора.

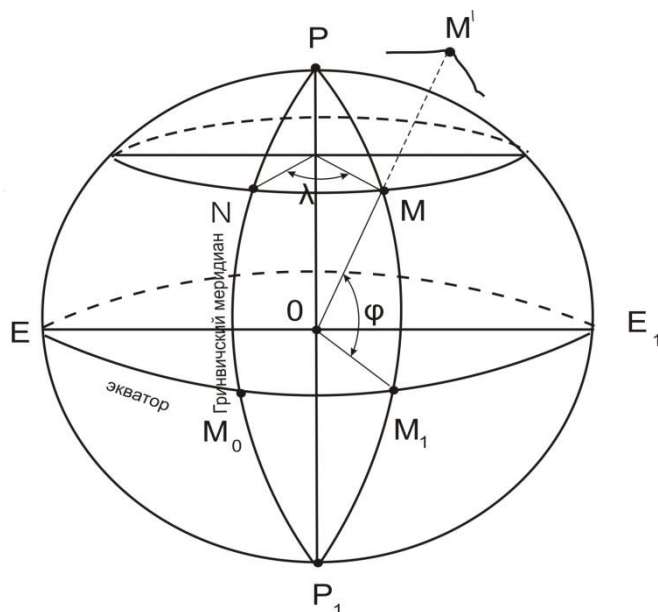


Рис. 2.14. Географическая система координат

Координатные плоскости, относительно которых определяют положение точек земной поверхности:

- плоскость экватора  $EE_1$ ,
- плоскость начального меридиана  $PNM_0P_1$ , за который по международному соглашению принят Гринвичский меридиан.

*Меридиан начальный* – меридиан, от которого ведётся отсчёт географической долготы [1].

*Экватор* – линия сечения плоскостью, проходящей через центр Земли, перпендикулярно оси её вращения [1]. Служит началом отсчёта географической широты.

*Географическими координатами точки* являются широта  $\varphi$  и долгота  $\lambda$ .

*Географической широтой* называется угол, образованный нормалью к уровенной поверхности (шара) в данной точке и плоскостью экватора [5]. Широта  $\varphi$  измеряется дугой географического меридиана  $M_1M$  от экватора до данной точки и в зависимости от полушария может быть северной (+) или южной (-); ее величина изменяется от 0 (на экваторе) до  $\pm 90^\circ$  (на полюсах).

Широта принимает значения от  $-90^\circ$  до  $90^\circ$ .  $0^\circ$  – широта экватора;  $-90^\circ$  – широта Южного полюса;  $90^\circ$  – широта Северного полюса. Положительные значения соответствуют северной широте (точки севернее экватора, сокращённо с.ш. или N); отрицательные – южной широте (точки южнее экватора, сокращённо ю.ш. или S).

*Географической долготой*  $\lambda$  называется двугранный угол,

составленный плоскостями нулевого (Гринвичского)<sup>1</sup> меридиана и географического меридиана данной точки [5]. Долгота измеряется дугой экватора либо параллели от Гринвичского меридиана до меридиана данной точки (от 0 до  $\pm 180^\circ$ ). Может быть западной (–) или восточной (+).

Долгота отсчитывается от нулевого меридиана (рис. 2.15) и принимает значения от  $-180^\circ$  до  $180^\circ$ . Положительные значения соответствуют восточной долготе (сокращённо в.д. или E); отрицательные – западной долготе (сокращённо з.д. или W).

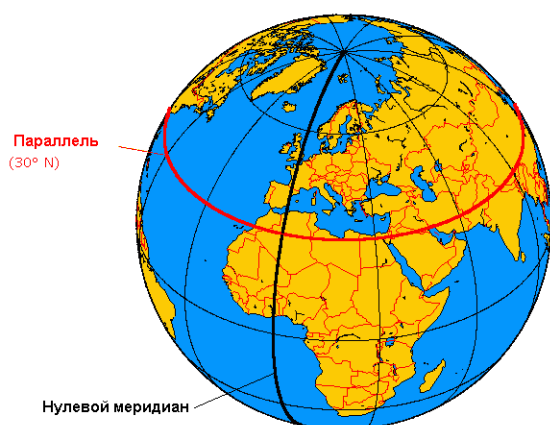


Рис. 2.15. Положение Нулевого меридиана

Рис. 2.16. Здание Гринвичской обсерватории в Англии

Таблица 2.1

Опорный меридиан проходит через следующие страны, моря и территории [https://ru.wikipedia.org/wiki/Опорный\_меридиан]:

Координаты (приблизительно)	Страна, территория или море	Примечания
$90^\circ 00' \text{ с. ш. } 0^\circ 00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Северный Ледовитый океан</u>	<u>Северный Полус</u>
$81^\circ 39' \text{ с. ш. } 0^\circ 00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Гренландское море</u>	
$72^\circ 53' \text{ с. ш. } 0^\circ 00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Норвежское море</u>	
$61^\circ 00' \text{ с. ш. } 0^\circ 00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Северное море</u>	
$53^\circ 45' \text{ с. ш. } 0^\circ 00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Великобритания</u>	Проходит через Лондон, п-ов Гринвич и <u>Гринвичскую обсерваторию</u>

<sup>1</sup> Гринвичский меридиан проходит через главный зал Гринвичской королевской обсерватории (рис. 2.16)

$50^{\circ}47' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	Пролив <u>Ла-Манш</u>	
$49^{\circ}19' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Франция</u>	
$42^{\circ}41' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Испания</u>	
$39^{\circ}56' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Средиземное море</u>	<u>Валенсийский залив</u>
$38^{\circ}52' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Испания</u>	
$38^{\circ}38' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Средиземное море</u>	
$35^{\circ}50' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Алжир</u>	
$21^{\circ}50' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Мали</u>	
$14^{\circ}59' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Буркина-Фасо</u>	
$11^{\circ}06' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Того</u>	Примерно 600 м
$11^{\circ}06' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Гана</u>	Примерно 16 км
$10^{\circ}57' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Того</u>	
$10^{\circ}36' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Гана</u>	Пересекает озеро <u>Вольта</u> , $7^{\circ}48' \text{ с. ш.}$ <sup>НГЯО</sup> $0^{\circ}00' \text{ в. д.}$
$5^{\circ}37' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Атлантический океан</u>	Пересекает <u>экватор</u> в точке $0^{\circ}00' \text{ с. ш.}$ <sup>НГЯО</sup> $0^{\circ}00' \text{ в. д.}$
$60^{\circ}00' \text{ ю. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Южный океан</u>	
$68^{\circ}54' \text{ ю. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Антарктида</u>	<u>Земля Королевы Мод</u> , <u>Южный полюс</u> , $90^{\circ}00' \text{ ю. ш.}$ <sup>НГЯО</sup> $0^{\circ}00' \text{ в. д.}$

Таблица 2.2

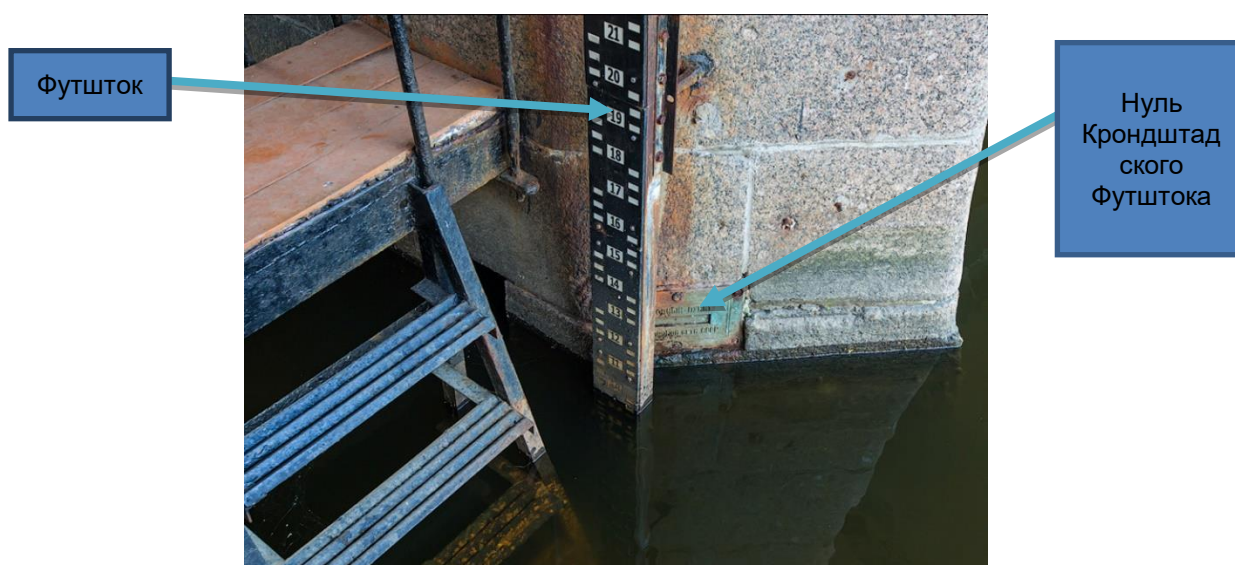
## Географические координаты некоторых городов

Город	Страна	Широта	Долгота	Расстояние до Томска/время относительно Томска	Высота
<b>Аккра (2 млн)</b>	Гана 29 млн	$5^{\circ}33'21''$ с.ш.	$0^{\circ}11'48''$ з.д.	9270 км/на 7 часов меньше	33 м
<b>Дакка (10 млн)</b>	Бангладеш 165 млн	$23^{\circ}42'27''$ с.ш.	$90^{\circ}24'26''$ в.д.	3677 км/на 1 час меньше	23 м
<b>Багдад (7 млн)</b>	Ирак 39 млн	$33^{\circ}20'26''$ с.ш.	$44^{\circ}24'03''$ в.д.	4012 км/на 4 часов меньше	41 м
<b>Каир (8 млн)</b>	Египет 98 млн	$30^{\circ}03'45''$ с.ш.	$31^{\circ}14'58''$ в.д.	5070 км/на 5 часов меньше	23 м



<b>Москва (12 млн)</b>	Россия 145 млн	55°45'07" с.ш.	37°36'59" в.д.	2878 км/на 4 часа меньше	155 м
<b>Томск (0,5 млн)</b>	Россия 145 млн	56°29'51" с.ш.	84°58'27" в.д.	-	117 м

Третья координата точки в географической системе координат – *географическая высота*. Высота над уровнем моря показывает высоту точки относительно условного уровня моря. В России отсчёт высот ведётся от среднего уровня Балтийского моря<sup>2</sup> (Балтийская система высот) (рис. 2.17).



*Рис. 2.17. Кронштадтский футшток*

<sup>2</sup> Кронштадтский футшток — футшток для измерения высоты уровня Балтийского моря, установленный на устье Синего моста через Обводный (Проводной) канал в Кронштадте.

## Справочные данные

### Национальные системы высот.

1. Балтийская система высот (Россия с 1977 г). Отсчёт высот от нуля Крондштадского футштока – среднего уровня Балтийского моря..(рис. 2.17)
2. Normalhohennull (Германия) (с 1992 г). Отсчёт высот от отметки на церкви святого Александра в Валленхорсте.
3. National Geodetic Vertical Datum of 1929. Система высот США и Канады. Отсчёт высот по уровню высоты моря в 26 точках североамериканского континента.
4. European Terrestrial Reference System 1989. Система высот используется в Италии и ряде других европейских стран. Отсчёт ведётся по уровню высот Евразийской литосферной плиты.
5. Amsterdam Ordnance Datum с 1879. Используется в Нидерландах. Отсчёт ведётся от отметки в центре Амстердама на высоте 9 футов 5 дюймов над уровнем моря, которая принята за «0».
6. Во Франции и некоторых других странах Европы и Африки за основу были взяты показания Марсельского мареографа в 1885–1897 годах.
7. В Великобритании отсчет ведут от среднего уровня моря у города Ньюлин в проливе Ла-Манш, зафиксированного между 1915 и 1921 годом.

При геодезических работах невысокой точности используют географические координаты – общее название геодезических и астрономических координат.

Географическая система координат является единой для всего земного шара. Она широко применяется при решении задач астрономии, сферической геометрии, картографии и т. д., охватывающих большие пространства.

### 2.2.2. Система плоских прямоугольных геодезических координат

Элементами данной системы координат являются (рис. 2.18):

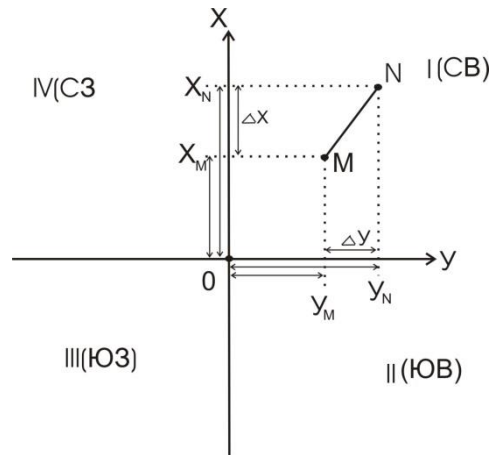
- ось абсцисс –  $Ox$ , направление которой принимается параллельным географическому, магнитному или осевому меридиану зоны либо произвольным;

- ось ординат –  $Oy$ , перпендикулярная к оси  $Ox$ ;

- точка их пересечения  $O$  – начало координат [9].

Оси делят плоскость на четыре четверти.

В геодезии чаще используется левая система, когда нумерация четвертей ведётся по ходу часовой стрелки, начиная с северо-восточной четверти (I(CB), II(ЮВ), III(ЮЗ), IV(CЗ)).



• Рис. 2.18. Система плоских прямоугольных геодезических координат

Положение любой точки на плоскости в данной системе определится координатами  $x$ ,  $y$ , знаки которых зависят от четверти, в которой находится точка [3].

Для двух точек  $M$  и  $N$  с известными координатами определяют *приращения координат* по формулам (из координаты конца отрезка вычесть координату начала отрезка):

$$\Delta x_{MN} = x_N - x_M, \Delta y_{MN} = y_N - y_M.$$

Приращения координат  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  могут быть положительными и отрицательными в зависимости от направления линии  $MN$ .

**Пример 2.1.** Известно  $A(-4;2)$ ;  $B(-8;5)$ . Найти приращение отрезка по осям.

$$\Delta x_{AB} = x_B - x_A = -8 - (-4) = -4, \Delta y_{AB} = y_B - y_A = 5 - 2 = 3.$$

### 2.2.3. Зональная система плоских прямоугольных координат Гаусса-Крюгера

Российские карты с 1928 года строят в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции и соответствующей ей системе плоских прямоугольных координат Гаусса-Крюгера.

Получают эту систему координат следующим образом (рис. 2.19-2.22).

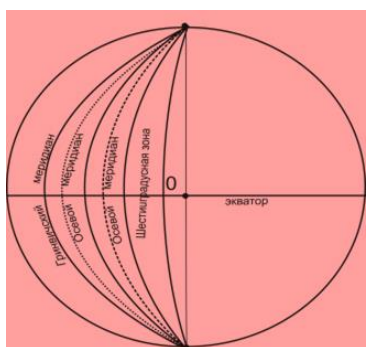


Рис. 2.19. Земной эллипсоид делят меридианами через  $6^\circ$  по широте. Средний меридиан каждой зоны называется *осевым*. Шестиградусные зоны нумеруют арабскими цифрами с запада на восток, начиная от Гринвичского меридиана.

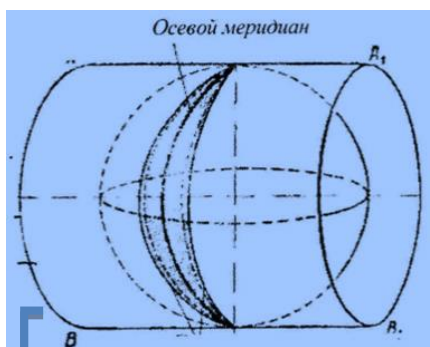


Рис. 2.20. Земной шар помещают внутрь цилиндра и прокатывают. В результате поверхность каждой зоны в отдельности проектируют на плоскость.

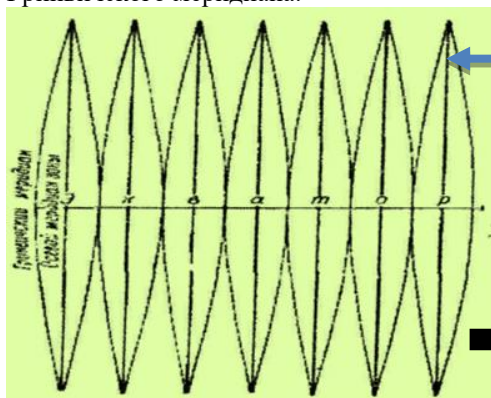


Рис. 2.21. Далее разрезают цилиндр по образующим  $AA_1$  и  $BB_1$  и разворачиваем боковые поверхности. Получают изображение поверхности земного шара (эллипсоида) в виде 60 зон, примыкающих друг к другу на экваторе.

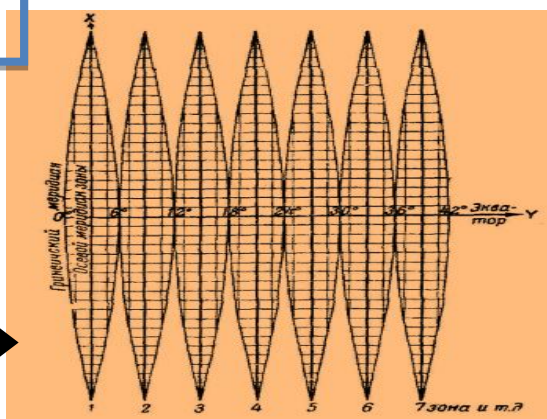


Рис. 2.22. Для удобства решения практических задач на каждую зону наносят координатную сетку (километровую) с размером стороны квадрата 1 или 2 км в масштабе карты и линии оцифровывают. Цифра около линии показывает удаление этой линии от осей координат в км или м.

Осевой меридиан зоны принимают за ось абсцисс  $x$ ; экватор – за ось ординат  $y$ . Т.е. каждая из зон получает прямоугольную систему координат с началом в точке «0» в месте пересечения осей. Координаты точки в зональной системе координат Гаусса-Крюгера – абсцисса и ордината.

Абсциссы отсчитывают от экватора к северу и югу; к северу от экватора абсциссы положительны, к югу – отрицательны. Абсцисса точки – это расстояние от экватора до проекции точки на ось  $x$ .

Ординаты отсчитывают от осевого меридиана к востоку (положительные) и к западу (отрицательные). Ордината точки – это расстояние от оси  $x$  до проекции точки на ось  $y$ .

Пусть нужно определить координаты точки в третьей зоне прямоугольной системы координат Гаусса-Крюгера (рис. 2.23).

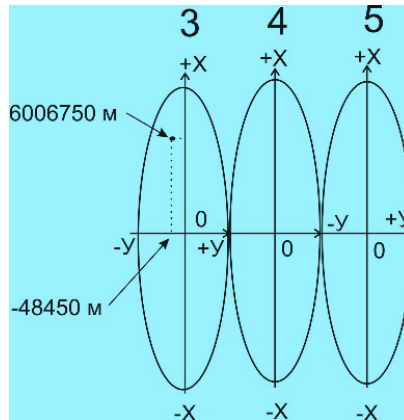


Рис. 2.23. Определение координат точки

Абсцисса точки равна 6006750 м. Ордината точки отрицательна, так как точка расположена слева от оси  $x$ . Ордината точки для схемы на рис. 2.23 равна  $-48450$  м.

И вот тут у нас возникает проблема – появились отрицательные цифры, операции с которыми неудобны. Чтобы уйти от этой проблемы, выполняют следующее преобразование (рис. 2.24-2.25).

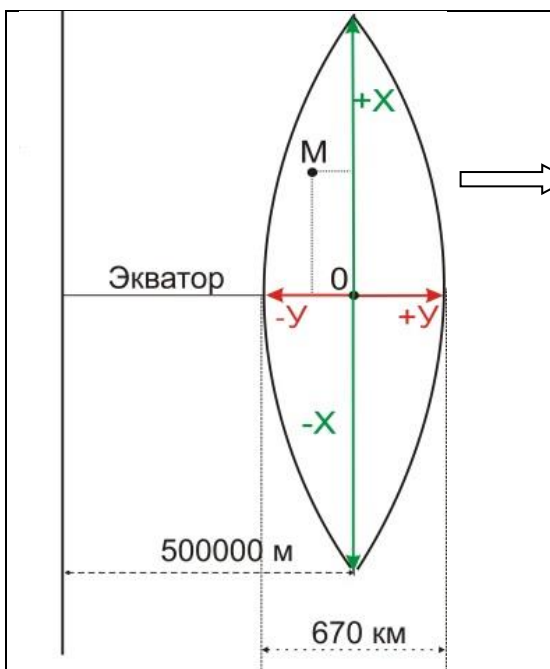


Рис. 2.24. Определение координат в шестиградусной зоне. Перенос осевого меридиана на запад на 500 км

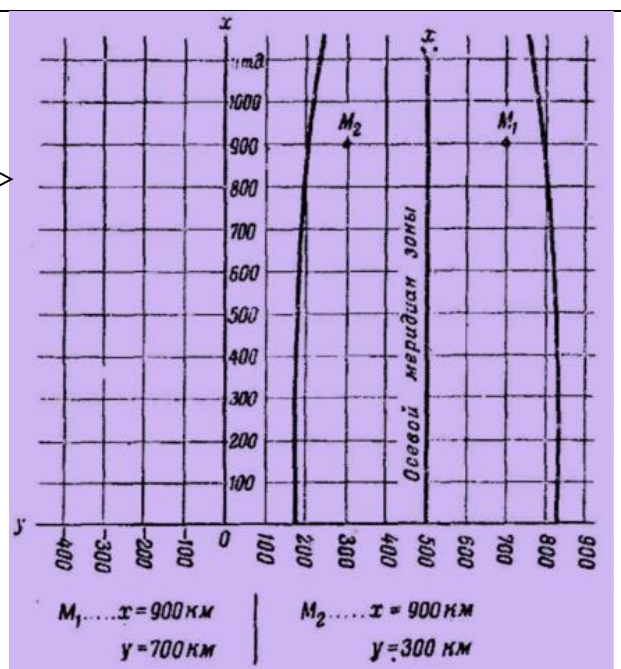


Рис. 2.25. Чтобы не иметь дело с различными знаками, ординату осевого меридиана принимают равным не нулю, а 500 км. Т.е. ось абсцисс ( $x$ ) условно переносят на 500000 м к западу от осевого меридиана.

В результате ординаты всех точек зоны возрастают с запада на восток, при этом к востоку от осевого меридиана они будут больше 500 км, а к западу – меньше 500 км.

Исправленную таким образом ординату называют приведенной ( $y_{прив}$ ).



Кроме того, поскольку в каждой шестиградусной зоне будет своя система прямоугольных координат, точка с точно такими же координатами ( $x = 6006750$  м,  $y = -48450$  м) будет и в 4-й зоне, и 5-й, и во всех остальных зонах. Для решения этой проблемы номер зоны добавляют впереди числа километров.

Таким образом, координату  $Y$  снимают с карты с двумя преобразованиями, и называют её преобразованной или приведённой ( $Y_{\text{прив}}$ ). После удаления преобразований (номера зоны и вычитания 500 км) ординату называют истинной ( $Y$ ).

Долгота осевого меридиана любой зоны восточного полушария определяется по формуле

$$L = 6^\circ n - 3^\circ,$$

где  $n$  – номер 6-градусной зоны.

Долгота восточного меридиана одной зоны равна  $L = 6^\circ n$ , западного меридиана –  $L = 6^\circ(n - 1)$ .

**Пример 2.2.** Найдите преобразованную координату  $Y$ , расположенную в 11 зоне, если известна истинная ордината  $Y_M = -172375$  м.

1.  $Y_{M \text{ прив}} = 500000 \text{ м} + -172375 \text{ м} = 327625 \text{ м}$ .
2. Впереди полученного числа пишем номер зоны, в которой находится данная точка:  $Y_{M \text{ прив}} = 11327625 \text{ м}$ .

**Пример 2.3.** Найдите истинную ординату, если с карты сняли приведённую  $Y_{\text{Сприв}} = 59285746$  м. Определите долготу осевого меридиана зоны, в которой расположена точка.

1. Отсчитываем шесть цифр слева, номер зоны 59.
2. От полученного числа отнимаем 500 км.

$$Y_c = 285746 \text{ м} - 500000 \text{ м} = -214254 \text{ м}.$$

$$\text{Долгота осевого меридиана } 59 \text{ зоны} = 59 \times 6^\circ - 3^\circ = 351^\circ.$$

## 2.2.4. Система плоских полярных координат

Элементами данной системы координат являются (рис. 2.26)

- полярная ось  $Ox$ ; за ось  $Ox$  может приниматься любое направление, например сторона теодолитного хода;
- точка  $O$  – начало координат (полюс), принимается произвольно; обычно за полюс принимается точка теодолитного хода.

Положение точек на плоскости в рассматриваемой системе

определяется двумя координатами: горизонтальным углом  $\beta$  между полярной осью и направлением на определяемую точку; горизонтальным расстоянием  $d$  от полюса до определяемой точки (см. рис. 2.26).

Данная система координат находит широкое применение в теодолитной съемке и при выносе точек в натуру на горизонтальной плоскости.

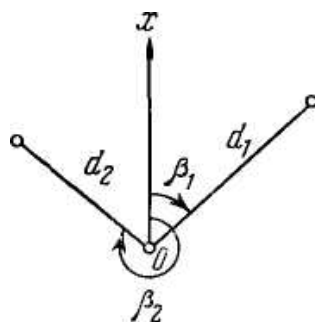


Рис. 2.26. Полярная плоская система координат

### Литература

1. Чекалин С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии: Учебное пособие для вузов / Чекалин С.И. – М.: Академический проект, 2009. – 393 с.
2. Маловичко, Александр Кириллович. Элементы геодезии и картографии [Текст] : курс лекций, читанных на естественно-географическом отделении Учительского института / А. К. Маловичко ; Новосиб. гос. пед. инст. - Новосибирск : [б. и.], 1948. - 171 с., 136 рис.
3. Поклад Г.Г. Геодезия: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1988. – 304 с.
4. Инженерная геодезия/ Учебник для вузов / Ключин Е.Б., Киселёв М.И., Михелёв Д.Ш., Фельдман В.Д; Под ред. Д.Ш. Михелёва. – М.: Высшая школа, 2001. – 464 с.
5. Федотов Г.А. Инженерная геодезия: Учебник / Федотов Г.А. – М.: Высшая шк., 2006. – 463 с.
6. ГОСТ 22268-76. Государственный стандарт Союза ССР. Геодезия. Термины и определения. – Введ. 1981-06-15. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 39 с.
7. Перфилов В.Ф. Геодезия: Учеб. для вузов/В.Ф. Перфилов, Р.Н. Скогорева, Н.В. Усова. – М.: Высш. шк., 2006. – 350 с.

### Термины ЛК 2

- *Картографические проекции* – правила развертывания уровенной поверхности на плоскости.

- *Координаты* – параметры, определяющие положение точек в пространстве и на плоскости относительно принятой системы координат.

- *Географические координаты* – обобщённое понятие об астрономических и геодезических координатах, когда уклонения отвесных линий не учитывают [6].

- *Меридиан* – воображаемая линия, образованная секущей плоскостью, проходящей через ось  $PP_1$  вращения Земли и выбранную точку земной поверхности.

- *Параллель* – воображаемая линия сечения поверхности Земли плоскостью, параллельной плоскости экватора.

- *Меридиан начальный* – меридиан, от которого ведётся отсчёт географической долготы.

- *Экватор* – линия сечения плоскостью, проходящей через центр Земли, перпендикулярно оси её вращения.

- *Географическая широта  $\varphi$*  – угол, образованный нормалью к уровенной поверхности в данной точке и плоскостью экватора.

- *Географическая долгота  $\lambda$*  – двугранный угол, составленный плоскостями начального меридиана и географического меридиана данной точки.

- *Нуль Крондштадского Футишока* – горизонтальная черта на устое синего моста в Крондштадте

- *Приращения координат* – разница координат начала и конца отрезка.

- *Координатная сетка (километровая)* – система линий, проведённых через определённое расстояние параллельно осевому меридиану зоны и экватору [3].

- *Плоские прямоугольные геодезические координаты* – прямоугольные координаты на плоскости, на которой отображена по определённому математическому закону поверхность земного эллипсоида [6].

- *Система плоских полярных координат* – положение точки определено горизонтальным углом  $\beta$  между полярной осью и направлением на определяемую точку; горизонтальным расстоянием  $d$  от полюса до определяемой точки.

- *Зональная система плоских прямоугольных координат Гаусса-Крюгера* – точка имеет две координаты – абсциссу  $x$  и ординату  $y$ .

- *Шестиградусные зоны* – результат деления Земного шара на участки в 6 градусов по экватору.



- *Осевой меридиан* – средний меридиан каждой шестиградусной зоны.
- *Осевой меридиан* – меридиан, принятый за ось какой-либо системы координат на поверхности [6].