

# Распределенные информационные системы

Единое представление данных:

Пространство

Окружающий мир

# Вопросы

- Положение в пространстве
  - Системы координат, определение положения в пространстве, картография
- Окружающий мир
  - Единые модели, внешние интерфейсы

# Единое представление данных

- «Правила игры»
  - Единицы измерения, стандарты
  - Нормальные условия
  - Значения по умолчанию
- *Когда я? (Время)*
- Где я?
  - Пространство:
    - Системы координат
    - Определение положения
    - Картография
  - *Окружающий мир:*
    - *Общие модели: атмосфера, движение небесных тел, календари*
    - *Интерфейсы с пользователями, другими ИС*
- Кто я? (структура РИС, именование, функции и поведение РИС и ее компонентов)

Положение объектов

Способы определения положения

**ПРОСТРАНСТВО**

# Место, положение, пространство

- Распределённая система – такая система, для которой отношения местоположений элементов (или групп элементов) играют существенную роль с точки зрения функционирования
  - NB! Понимание места (положения, etc.) не имеет смысла без ссылки на что-то другое (аналогично времени, которое привязывается к объектам или событиям):
    - На другие объекты
    - На некоторую систему отношений между объектами  
→ системы координат

# Положение объектов

- В информационных системах часто необходимо использовать данные об абсолютном и/или относительном положении объектов
- Примерами таких данных могут быть:
  - Очередность на ленте транспортера
  - Адрес
  - Номер порта коммутатора
  - Географические координаты
  - Угол поворота манипулятора роботизированного станка

# Получение информации о положении

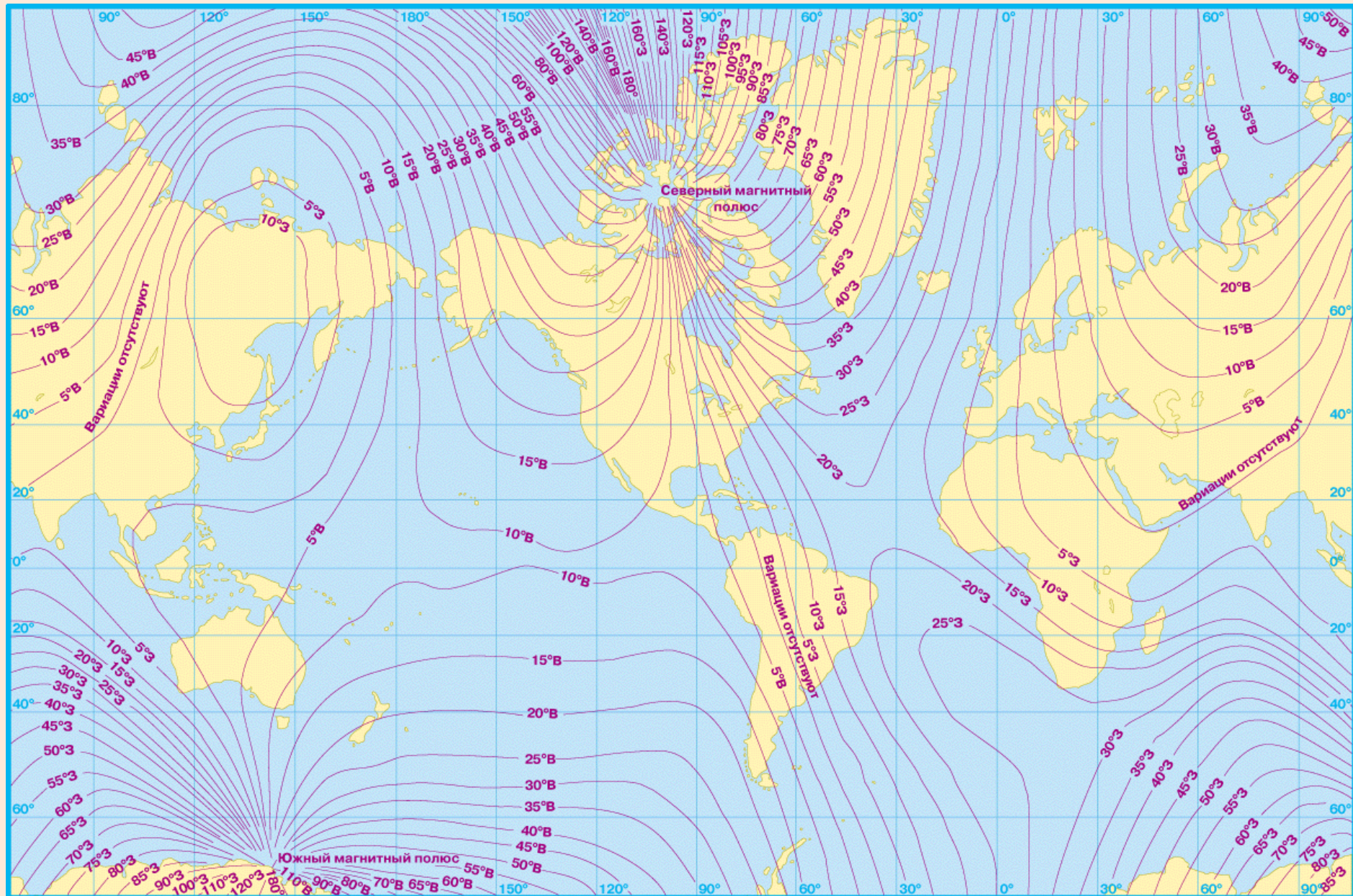
- Способы получения информации о местонахождении:
  - Получить от объекта его знания о собственно местонахождении (по инициативе РИС или объекта)
  - Использовать датчики (сенсоры), определяющие местонахождение наблюдаемого объекта (геодезические методы):
    - Радары
    - Дальномеры
    - Пассивные средства наблюдения
    - Датчики положения (ориентации)

# Свое местоположение

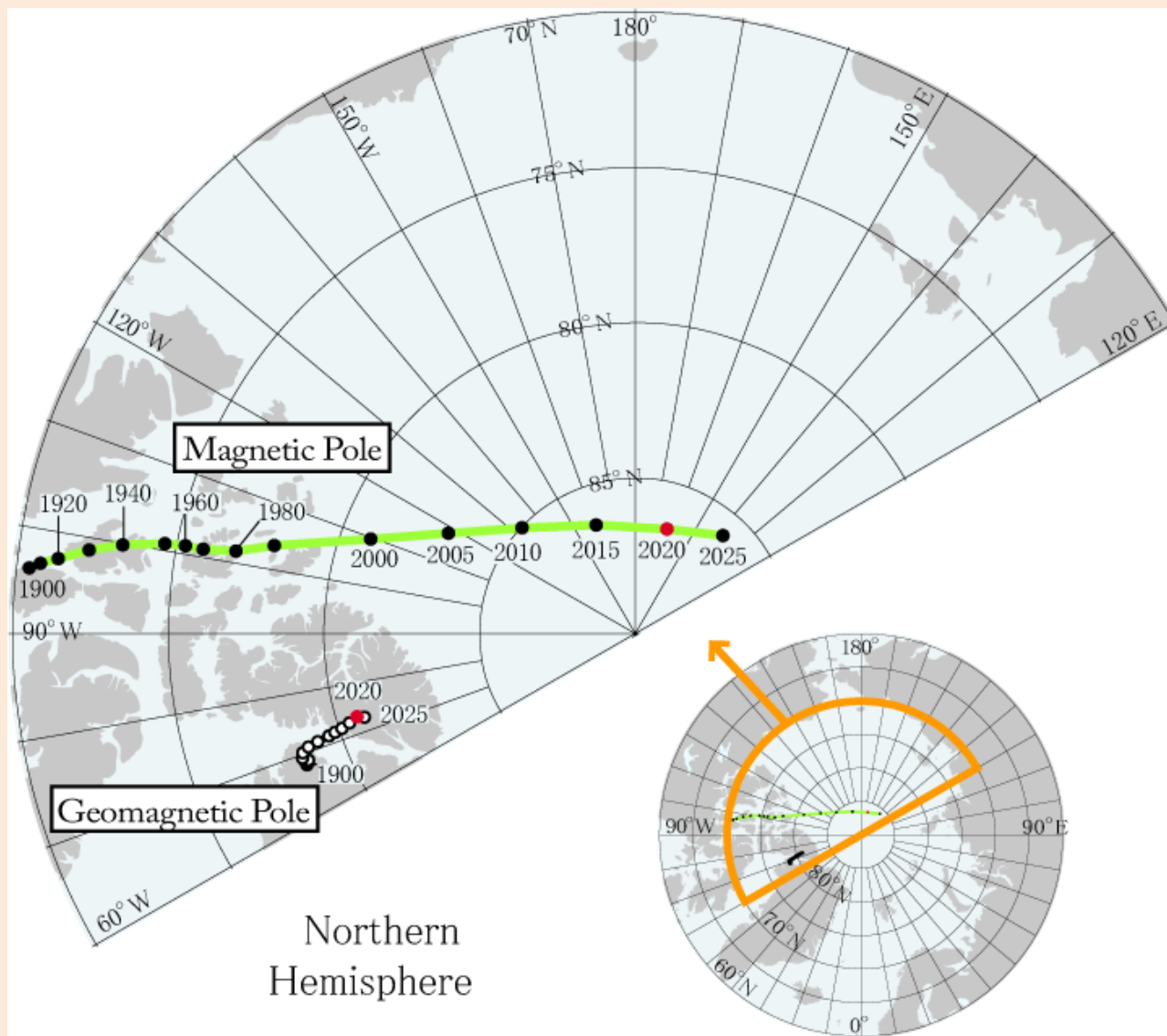
- Для получения информации о [своем] местонахождении можно использовать:
  - Системы глобального позиционирования.  
Проблемы:
    - Точность
    - Область покрытия
  - Системы локального позиционирования (не обязательно геодезические методы)
  - Другие геодезические методы
    - Реперные геодезические точки
    - GSM-вышки, сети Wi-Fi
  - Интегрирование ускорений



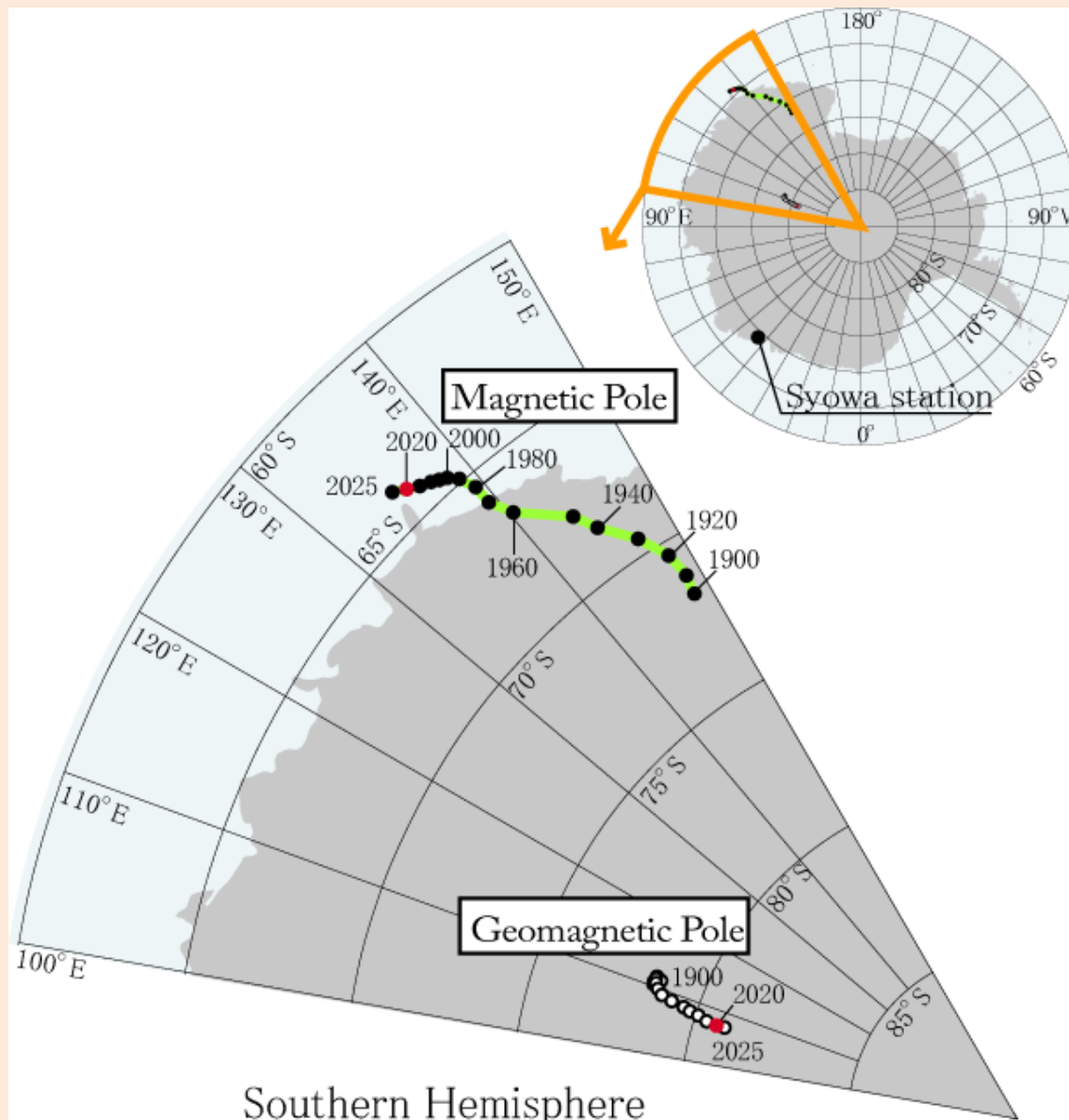
# Компас: куда показывает север?



# Северный магнитный полюс



# Южный магнитный полюс



Классификация

Геоцентрические СК

Топоцентрические СК

Строительные СК

**СИСТЕМЫ КООРДИНАТ**

# Классификация СК – 1/2

- По мерности пространства:
  - Плоские
  - Объемные
- По назначению
  - Звездные
    - Для описания положения небесных объектов
  - Земные
    - Для объектов, участвующих в суточном вращении Земли
  - Строительные
    - Для описания взаимного положения объектов

# Классификация СК – 2/2

- По расположению начал:
  - Геоцентрическая
    - Начало отсчета совпадает с центром масс Земли
  - Квазигеоцентрическая
    - Начало отсчета системы располагается вблизи центра масс Земли (в пределах нескольких сотен метров)
  - Топоцентрическая
    - Начало отсчета располагается на поверхности Земли
  - Строительные
    - Начало координат произвольное
- По виду координатных линий:
  - Прямоугольные (декартовы)
  - Полярные
  - Цилиндрические
  - Сферические
  - Эллипсоидальные (геодезические)

# Земля

- Физическая фигура Земли: поверхность материков, морей и океанов
- Фигура твердой оболочки Земли: поверхность суши, дна морей и океанов
- Уровенная поверхность: всюду перпендикулярна отвесным линиям (направлениям силы тяжести)
- Главная уровенная поверхность (геоид): совпадает с поверхностью морей и океанов в их спокойном состоянии и мысленно продолжается под материки
- Высоты отсчитываются от геоида!

# Геоцентрическая СК – 1/4

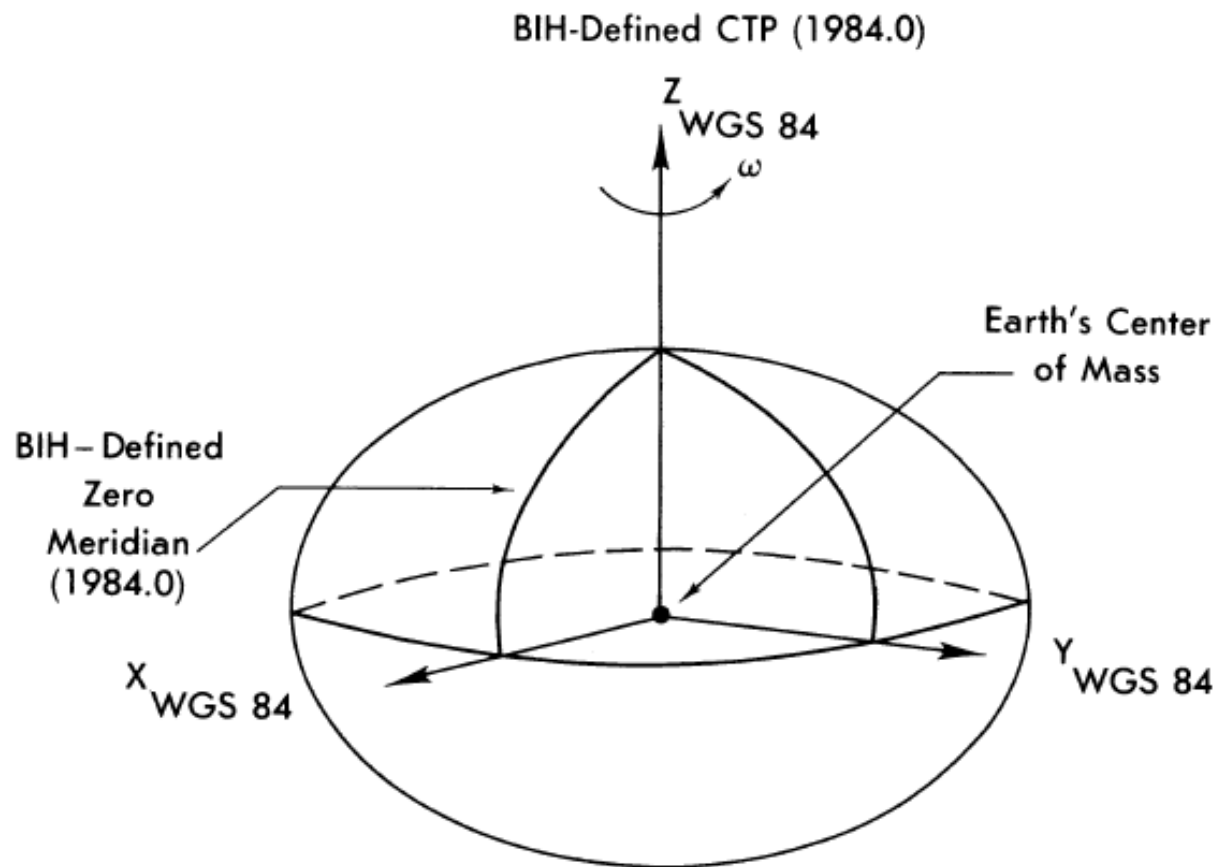
- Построение эллипсоида:
  - Объем эллипсоида предполагается равным объему геоида
  - Большая полуось эллипсоида лежит в плоскости экватора геоида
  - Малая полуось направлена по оси вращения Земли
  - СКО поверхности эллипсоида от поверхности геоида минимально по всей территории земного шара
- Примеры:
  - Международные: WGS84 (старая WGS72)
  - Российская: ПЗ-90.02



# Геоцентрическая СК – WGS84 – 2/4

- WGS 84 (World Geodetic System 1984) — трёхмерная система координат для позиционирования на Земле
  - Предшественники: WGS 72, WGS 66 и WGS 60
- Характеристики:
  - Нулевой меридиан: опорный меридиан, проходящий в 5,31" к востоку от Гринвичского меридиана
  - Эллипсоид:
    - Большой (экваториальный) радиус: 6 378 137 м
    - Меньший (полярный) радиус: 6 356 752,3142 м
    - Отличается от геоида менее чем на 200 м

# Геоцентрическая СК – WGS84 – 3/4



- Используется в GPS

# Геоцентрическая СК – ПЗ-90 – 4/4

- Параметры Земли 1990 года (ПЗ-90) — государственная геоцентрическая система координат, используемая в целях геодезического обеспечения орбитальных полётов и решения навигационных задач
  - Предшественники: ПЗ-77 и ПЗ-85
  - ПЗ-90.02 – версия 2002 года
  - ПЗ-90.11 – версия 2011 года
- Характеристики:
  - Нулевой меридиан: опорный меридиан, проходящий в 5,31" к востоку от Гринвичского меридиана
  - Эллипсоид:
    - Большая полуось:  $6\,378\,136 \pm 1$  м
    - Сжатие эллипсоида:  $1/298,25784 \pm 0,001$ ;
    - Центр эллипсоида совмещён с началом геоцентрической системы координат
- Используется в ГЛОНАСС

# Государственные СК РФ

- Постановление правительства РФ от 28.12.2012 № 1463 – единые государственные системы координат:
  - Геодезическая система координат 2011 года (ГСК-2011)
    - для использования при осуществлении геодезических и картографических работ
  - Общеземная геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90.11) — для использования в целях геодезического обеспечения орбитальных полётов и решения навигационных задач

# Топоцентрическая СК – 1/2

- Построение топоцентрической (национальной) СК:
  - Выбирается эллипсоид
  - Выбирается интересующая нас территория
  - Эллипсоид поворачивается так, чтобы СКО его поверхности от поверхности геоида было минимально для заданной территории
- Особенности:
  - Центры масс Земли и повернутого эллипсоида не совпадают → квазигеоцентрические СК
  - Отклонения на остальной территории Земли (вне заданной территории могут быть велики)
  - РФ большая → отклонения все равно велики

# Топоцентрическая СК – 2/2

- Российские геодезические СК основаны на эллипсоиде Красовского:
  - Пулково-1942 (СК-42) – наиболее распространена, большая часть используемых карт используют эту систему
  - СК-63 – засекречена, используется МО РФ
  - СК-95 – самая новая, уточненная. Количество существующих карт невелико

# Геодезические координаты

- Геодезические координаты – это географическая широта и долгота точки земной поверхности, определенные путем геодезических измерений расстояния (главным образом методом триангуляции) и направления (азимута) от некоторой другой точки, для которой географические координаты известны
  - ГК вычисляются на поверхности референц-эллипсоида, характеризующего фигуру и размеры Земли, и отличаются от широт и долгот, измеренных астрономическими методами, на малые величины, зависящие от неточности элементов принятого эллипсоида и от отклонений отвеса
  - В состав ГК точки входит также ее высота, которая отсчитывается от поверхности принятого референц-эллипсоида и отличается от ее высоты над уровнем моря на величину отклонения геоида от этого эллипсоида

# Строительные СК – 1/6

- Строительная СК – это условная система представления координат в виде строительной геодезической сетки
  - ССК имеет смещение и разворот относительно основной СК
  - В отличие от дополнительной СК, область действия ограничивается площадкой проектирования
  - Начало координат [обычно] выбирается так, чтобы все пункты имели положительные координаты, поэтому обычно за начало координат принимают юго-западный угол строительной сетки



# Строительные СК – 2/6

- Строительные СК используются:
  - В строительстве: на стройплощадке создают локальную ССК и привязывают ее к географическим СК
    - Преимущества:
      - Можно «просто» измерять расстояния от доступного начала координат
      - Чертежи привязываются к ССК простым указанием на них начала координат ССК
    - Как получают координаты:
      - Высота и углы – геодезическими измерительными приборами
      - Расстояния – рулетками и дальномерами (например, лазерными)

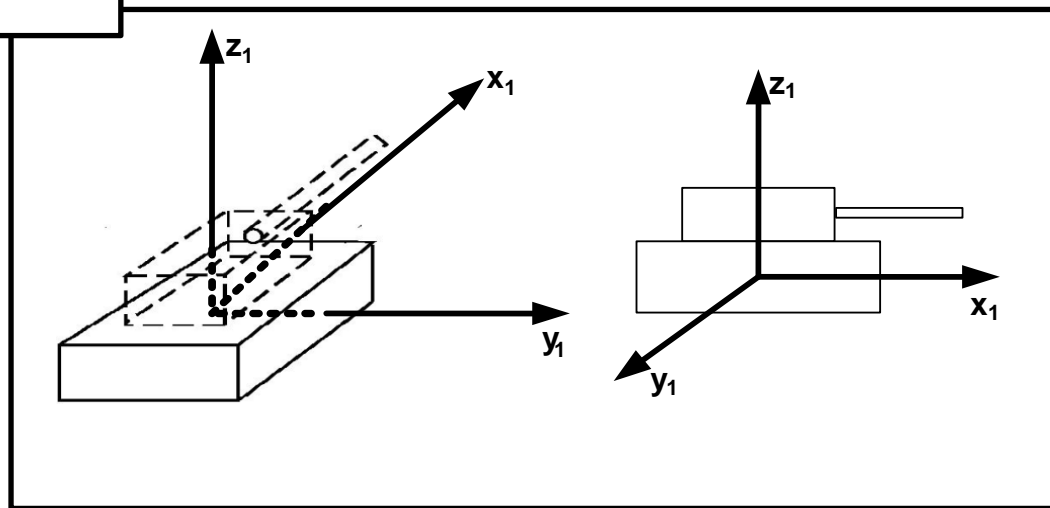
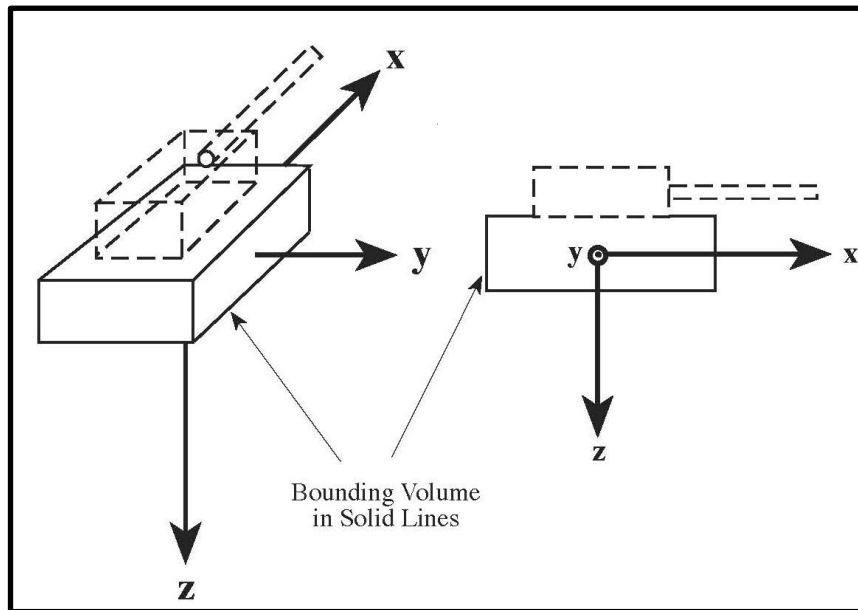
# Строительные СК – 3/6

- Использование ССК (продолжение) :
  - В создании крупных технических средств (кораблей, самолетов)
    - Координаты как таковые не нужны, главное – соотнести реальное расположение частей объекта и сравнить с чертежами
    - Форма тех. средств гораздо сложнее форм зданий
    - Нужны более высокие точности, чем в строительстве
    - Как получают координаты:
      - Лазерными средствами измерения снаружи
      - Внутри замкнутых объемов используются специальные средства и техники (см. системы локального позиционирования)

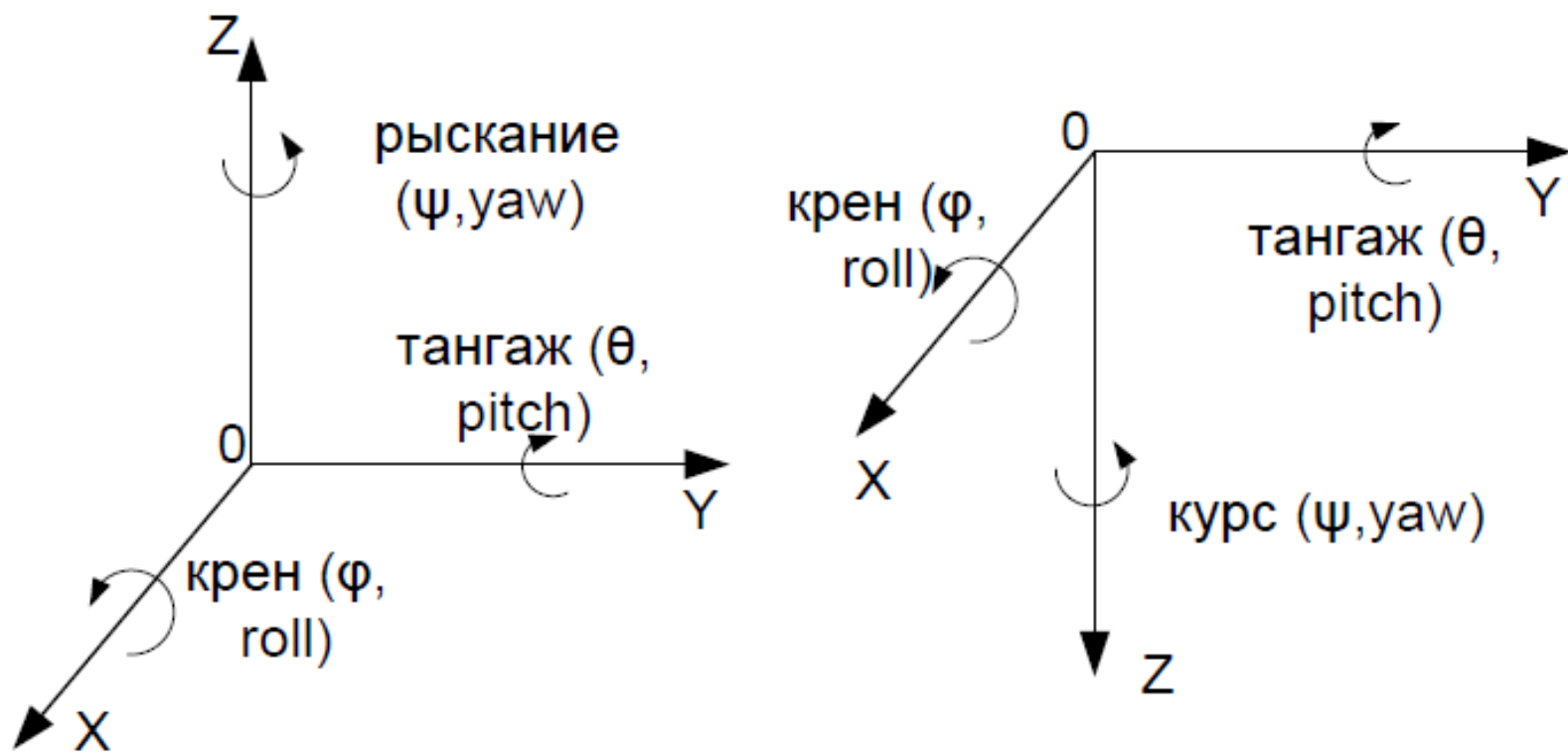
# Строительные СК – 4/6

- Использование ССК (продолжение) :
  - В моделировании
    - Начало координат чаще всего привязывается к центру масс объекта (ненаблюдаемому снаружи), чтобы упростить расчеты математических моделей
    - Нужны для расчета точного расположения частей моделируемых объектов (например, рубка корабля) или оборудования, размещенного на объекте (например, средств связи или РЛС)
    - Как получают координаты:
      - Расчетами

# Строительные СК – 5/6



# Строительные СК – 6/6



Классификация проекций

Пример: проекция Меркатора

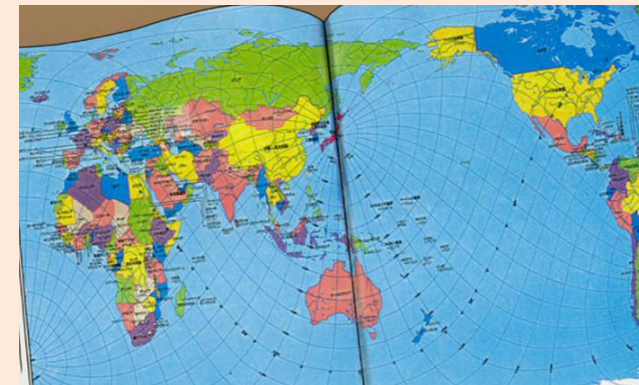
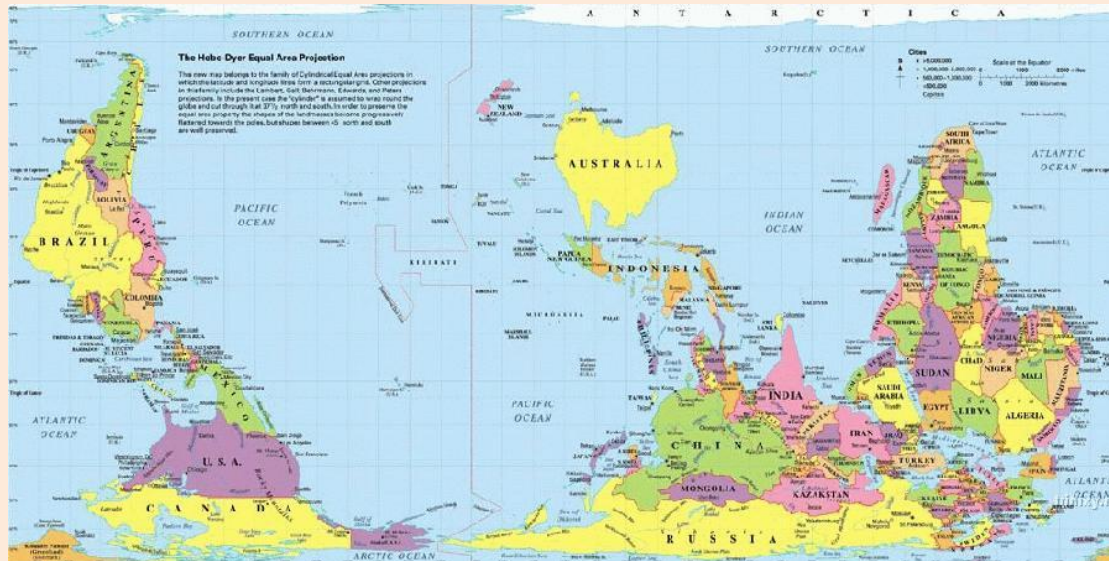
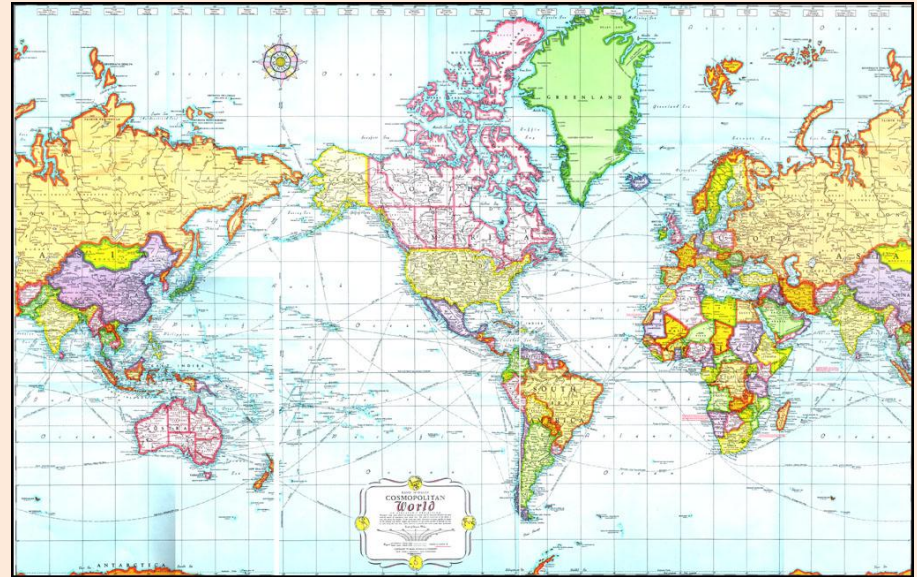
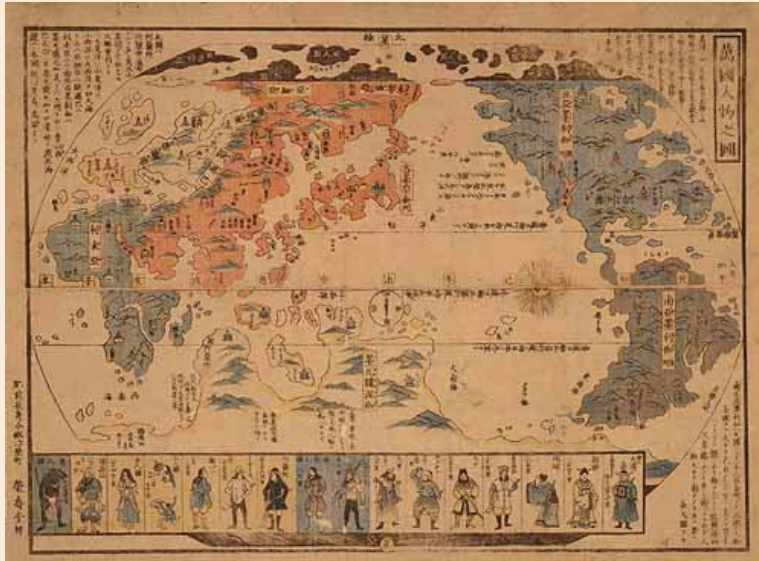
Пример: проекция Гаусса-Крюгера

**КАРТОГРАФИЯ**

# Картографические проекции

- Картографическая проекция — математически определенный способ отображения поверхности Земли на плоскость, то есть карту. При переносе объектов с неплоской поверхности на плоскую возникают искажения:
  - Длин
  - Углов
  - Площадей
  - Форм

# Разное видение мира



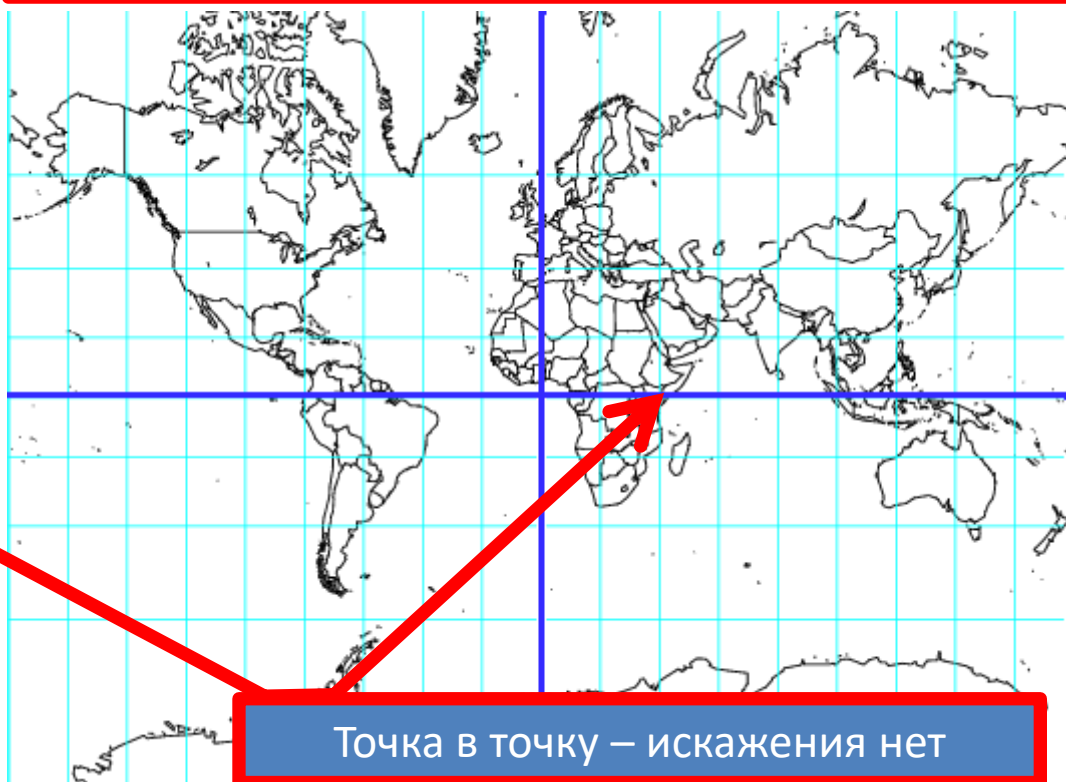
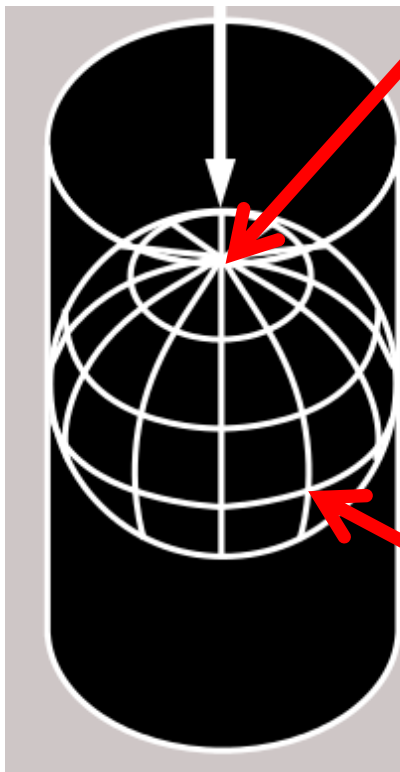


# Классификация проекций – 1/2

- По характеру искажений
  - Равноугольные (без искажений углов)
    - Удобны для решения навигационных задач:
      - Масштаб зависит только от положения точки и не зависит от направления
      - Угол на местности всегда равен углу на карте, линия, прямая на местности — прямая на карте
    - Пример: цилиндрическая проекция Меркатора
  - Равновеликие
    - Отсутствуют искажения площадей, но при этом сильны искажения углов и форм
  - Произвольные
    - Есть искажения всего, но небольшие. Используются шире всего

# Проекция Меркатора – равноугольная

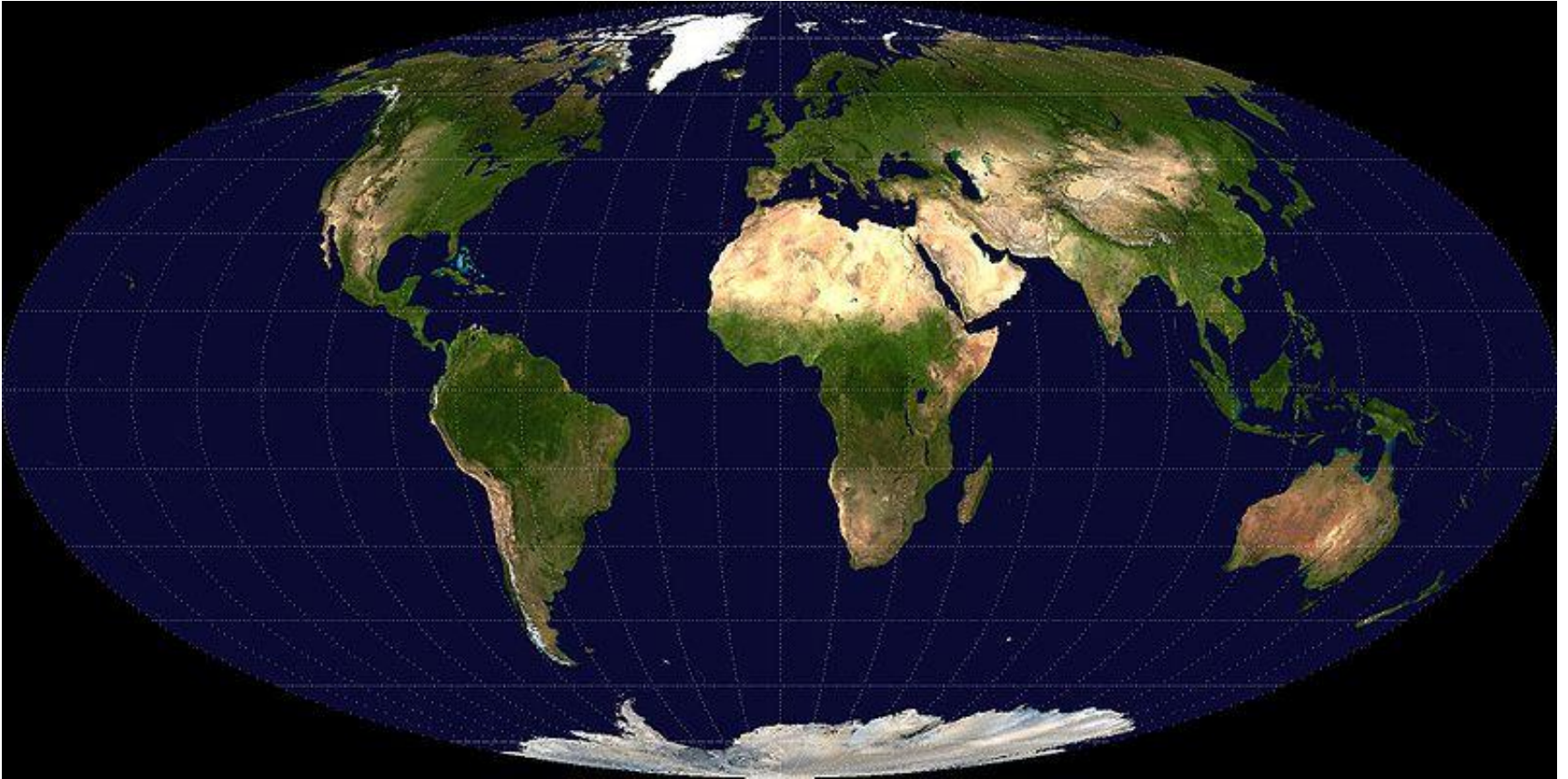
Точка в линию – искажение максимальное



Точка в точку – искажения нет

- Цилиндрическая Проекция Меркатора (1569 г. sic!)
- Используется для морских навигационных карт и в наше время

# Равновеликая проекция



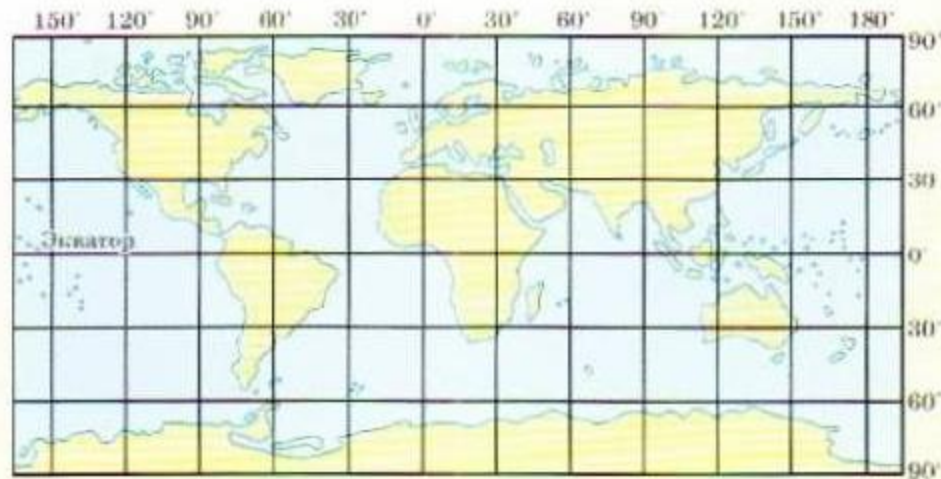
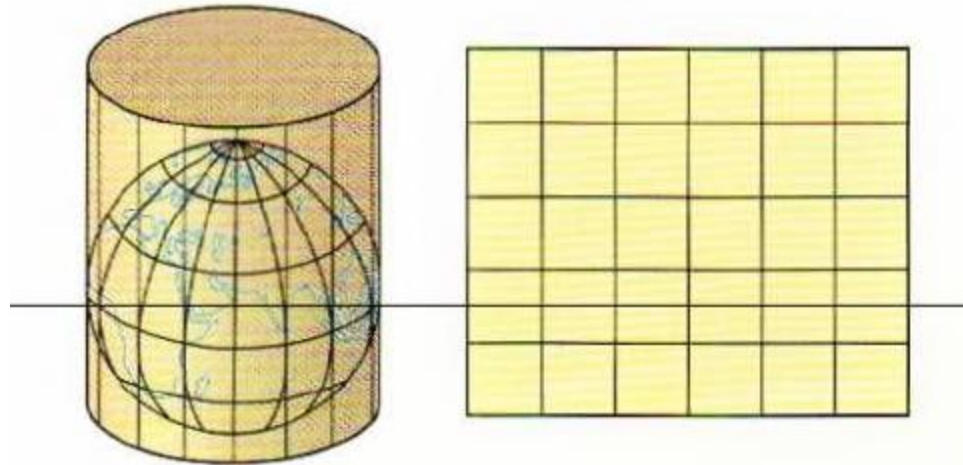
Обычно используются для мелкомасштабных карт (экономических, почвенных и др.)

На картинке – карта пустынь («обычных», арктических, высокогорных)

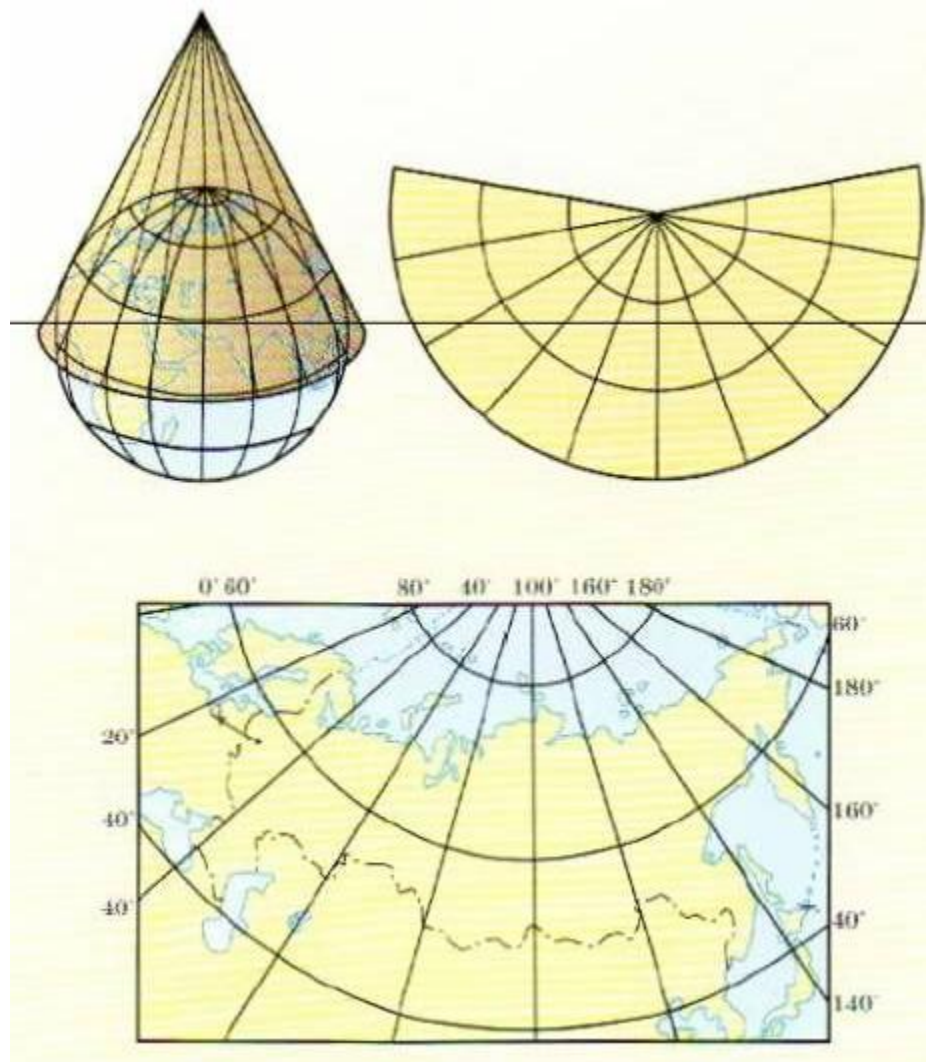
# Классификация проекций – 2/2

- По виду параллелей и меридианов нормальной сетки
  - Цилиндрические
  - Конические
  - Азимутальные
    - Параллели изображаются концентрическими окружностями, а меридианы — пучком прямых, исходящих из центра
  - Псевдоцилиндрические
  - Поликонические

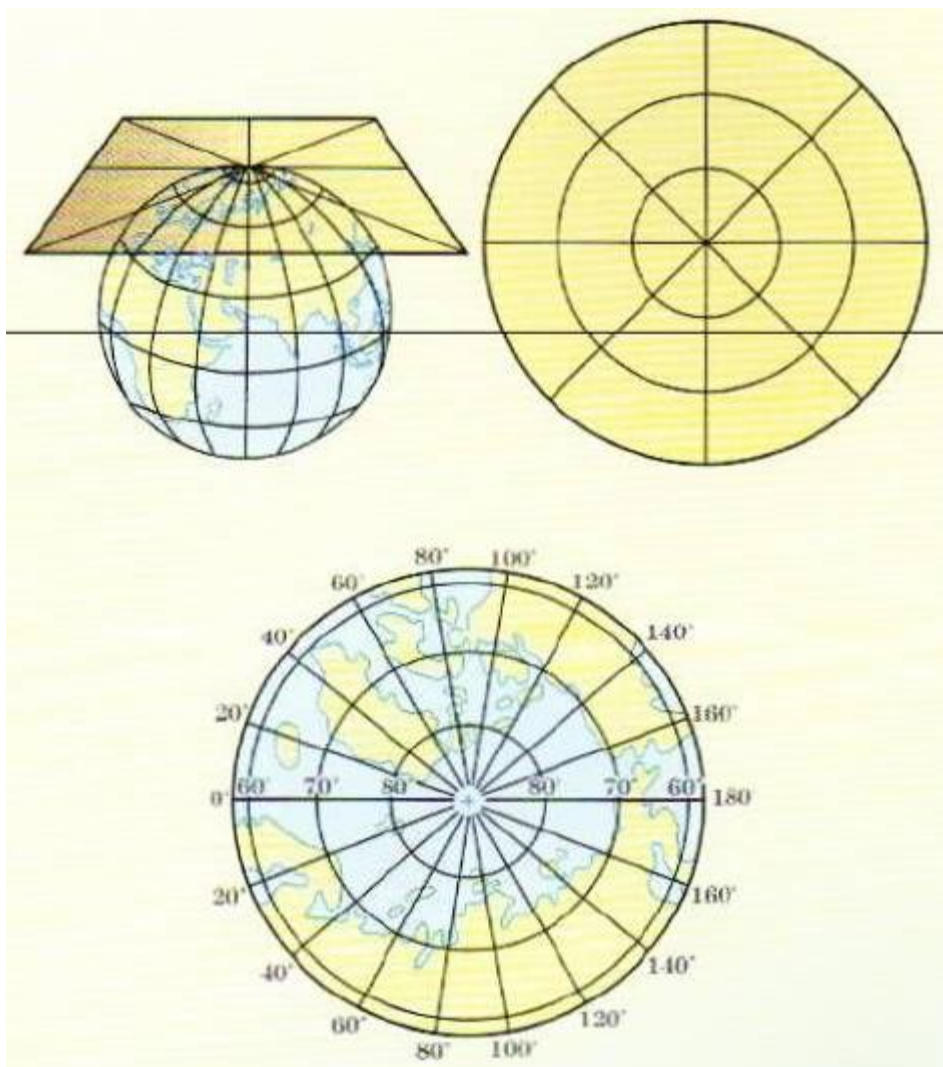
# Цилиндрическая проекция



# Коническая проекция



# Азимутальная проекция



# Проекция Гаусса-Крюгера – 1/2

- Особенности:
  - Углы изображаются без искажений
  - Линейные искажения не зависят от направления, что облегчает их учет
  - При картографировании территорий, где необходимо уменьшить линейные искажения (города, участков для строительства) вводят местную систему координат в проекции Гаусса-Крюгера с нестандартным осевым меридианом и размерами зоны по долготе. При этом структура формул проекции Гаусса-Крюгера не изменяется



# Проекция Гаусса-Крюгера – 2/2

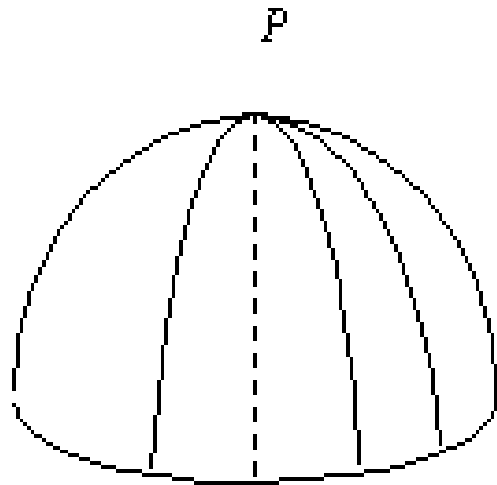


Рис. 1

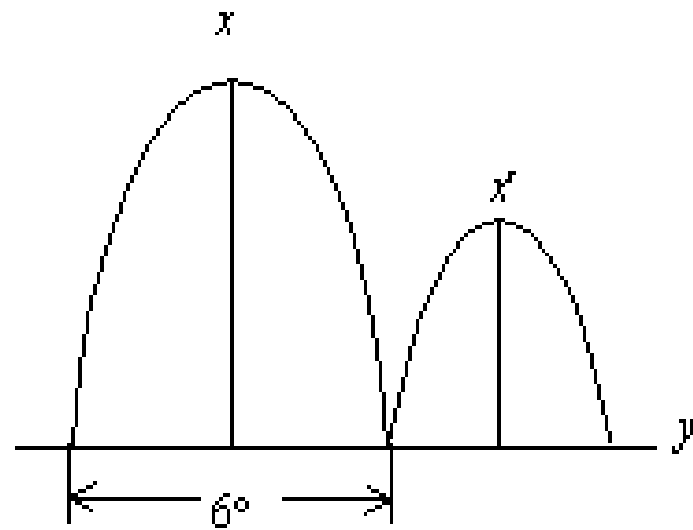


Рис. 2

- Поверхность северной части эллипсоида делится на ряд одинаковых сфероидических треугольников, ограниченных экватором и меридианами с разностью долгот  $6^\circ$