



# Фигура и размеры Земли

# Предмет и задачи геодезии

**Предмет:** исследование планеты  
в целом

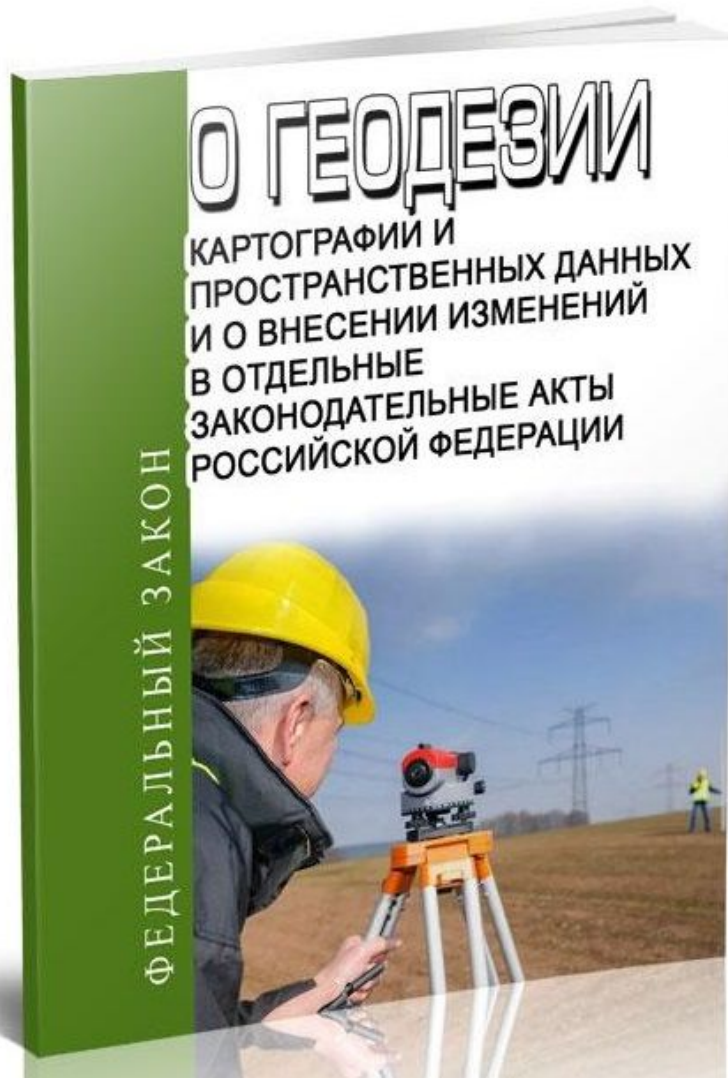
**Задачи:**

определение формы и размеров  
Земли



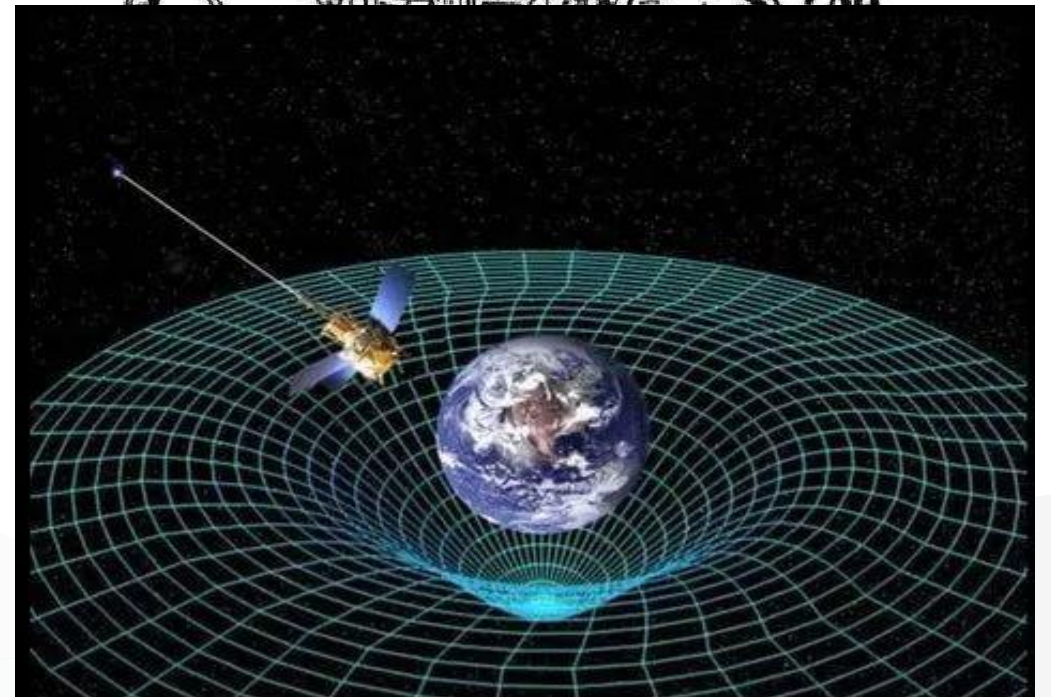
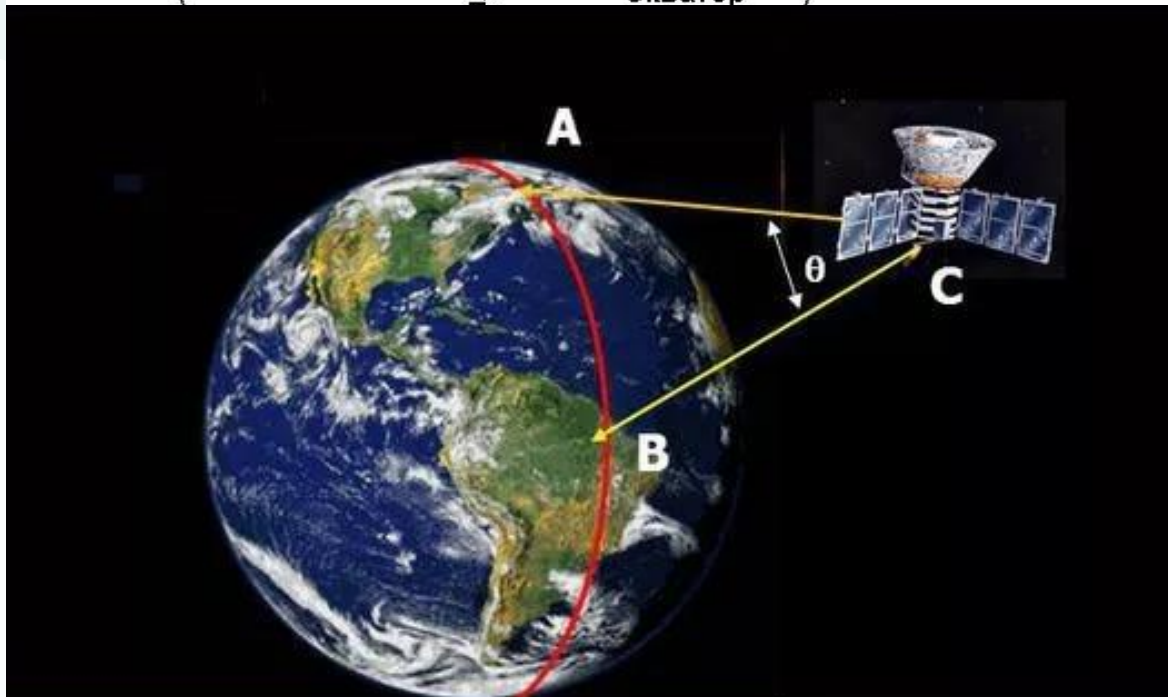
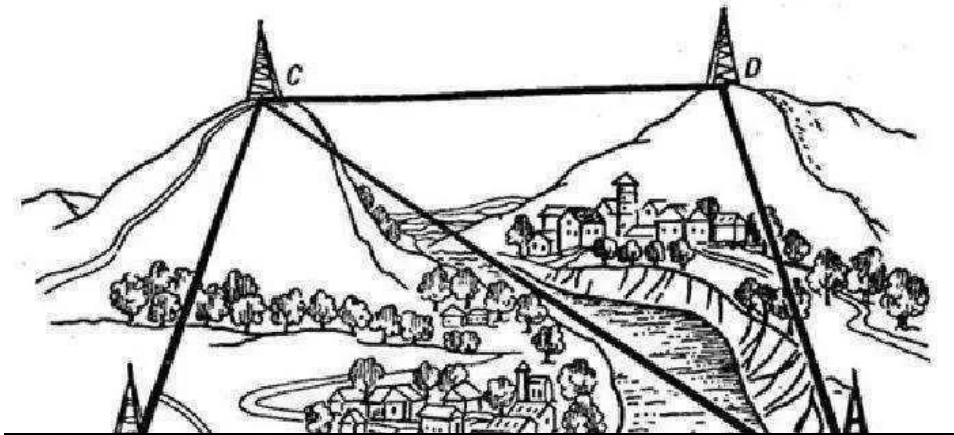
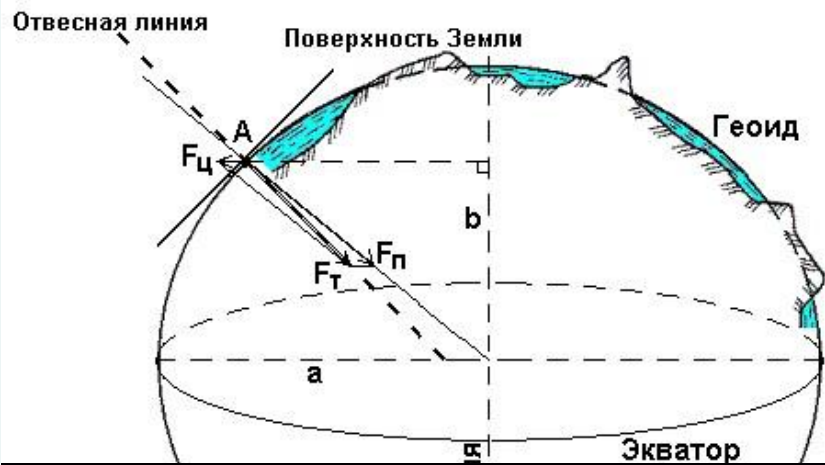
создание опорных геодезических сетей, служащих математическим обоснованием топографических и картографических работ

# Геодезическая и картографическая деятельность в Федеральном законе о геодезии и картографии



Настоящий Федеральный закон направлен на создание условий для удовлетворения потребностей государства, граждан и юридических лиц в геодезической и картографической продукции, а также условий для функционирования и взаимодействия органов государственной власти Российской Федерации в области геодезии и картографии.

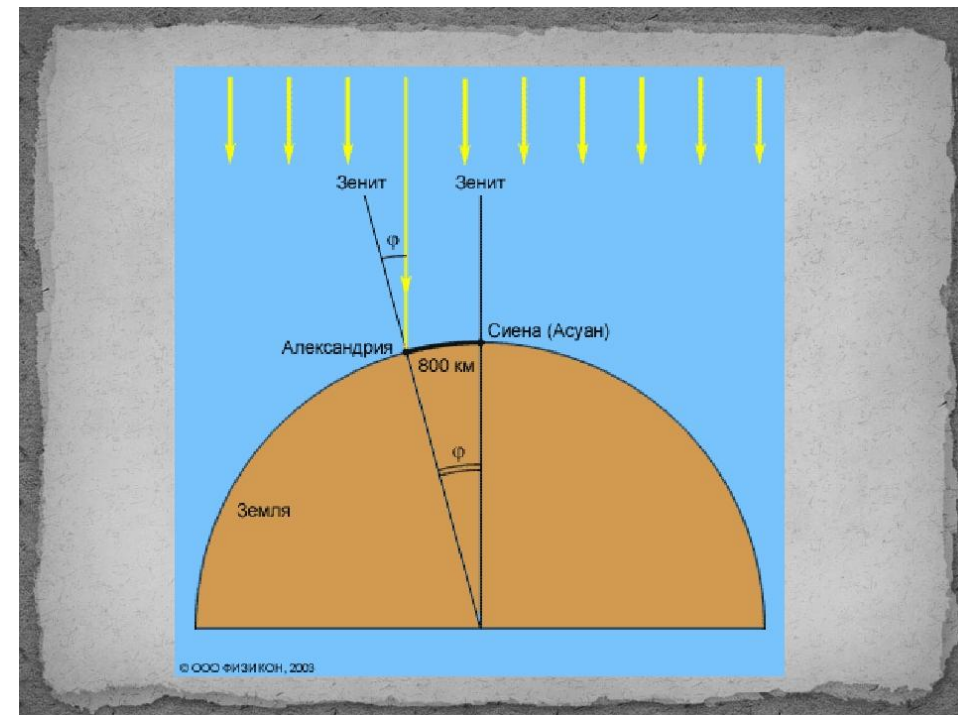
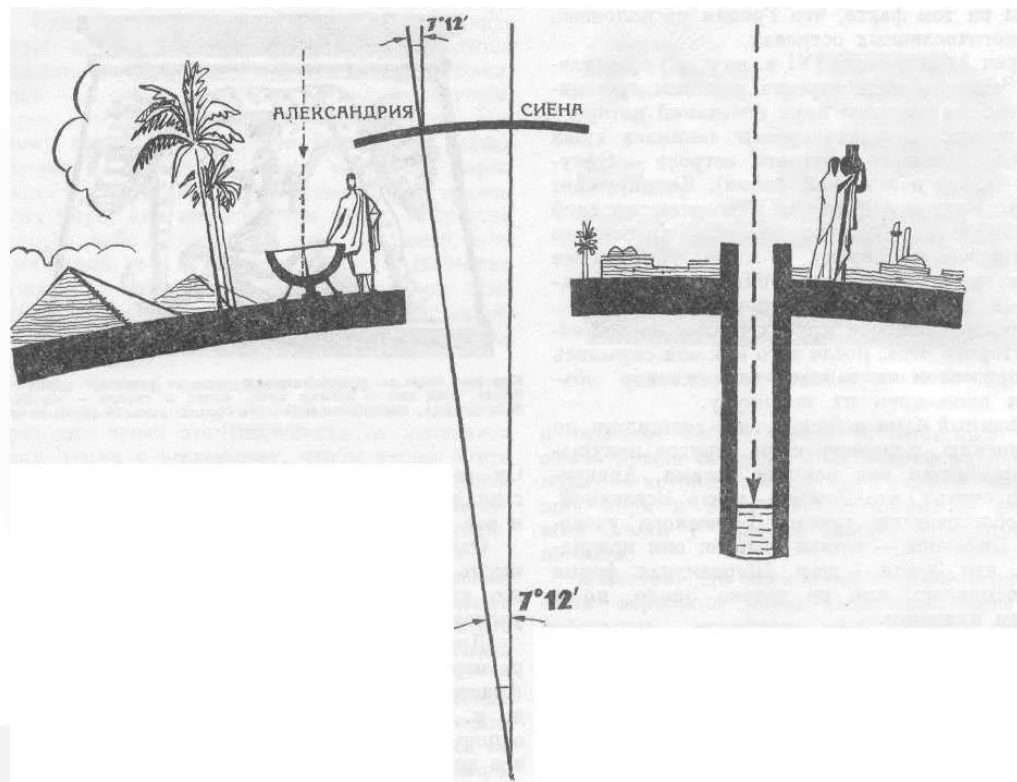
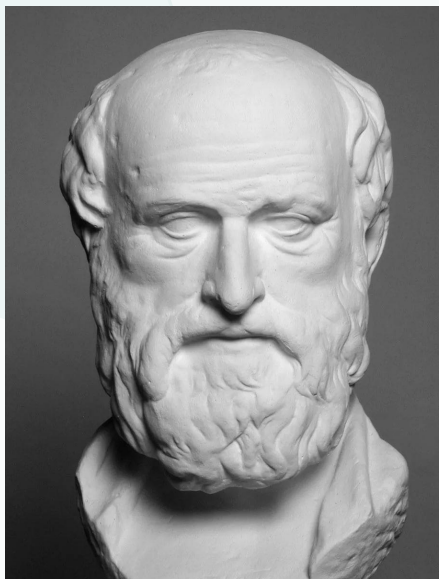




Космический метод

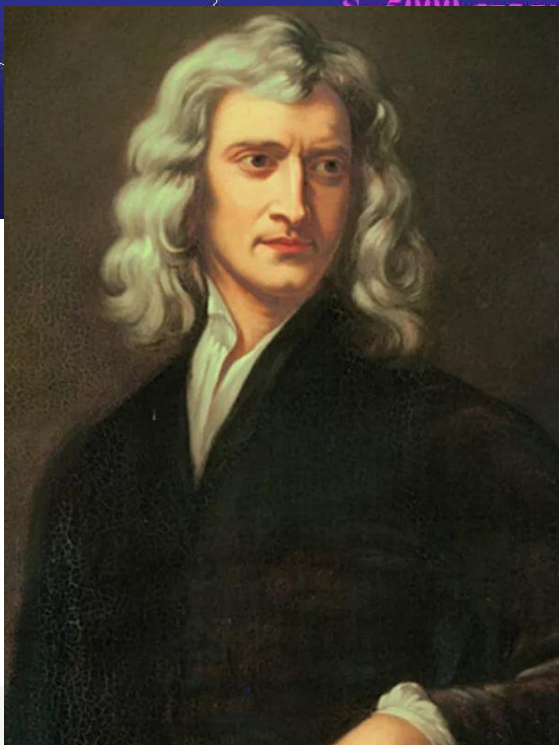
Геофизический  
(гравиметрический) метод

# Работы Эратосфена, их значение в исследовании планеты



# Совершенствование методики градусных измерений

Схема градусных измерений  
Эратосфена (240 г. до н.э.)

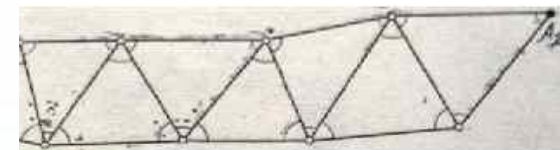


- В 1616 г. голландский ученый Снеллиус произвел первые градусные измерения на основе изобретенного им способа **триангуляции**, который позволял также с высокой точностью определять значительные расстояния на местности.

северный полюс



южный полюс



# Работы на Дуге Струве

## ДУГА СТРУВЕ

уникальный объект историко-культурного наследия



Геодезическая Дуга Струве - сеть из **265** триангуляционных пунктов\*

Протяженность - **2820** км

Создавалась в **19** веке для определения параметров Земли (формы и размеров)

Пункты дуги расположены на территории **10** стран

В Беларуси сохранился 21 пункт, **5** из них включены в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО:

- Пункт "Чекуцк" (Брестская область)
- Пункт "Лесковичи" (Брестская область)
- Пункт "Осовница" (Брестская область)
- Пункт "Лопаты" (Гродненская область)
- Пункт "Тупишки" (Гродненская область)

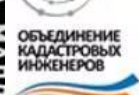
## Дуга Струве



Дуга Струве состояла из отдельных 258 пунктов протяженностью 2880 км (с 1816 по 1855 гг.) объект всемирного наследия ЮНЕСКО в Беларуси — 5 пунктов



НАЦИОНАЛЬНАЯ ПАЛАТА  
КАДАСТРОВЫХ ИНЖЕНЕРОВ



В настоящее время дуга Струве пересекает 10 стран. Эти страны 28 января 2004 года обратились в Комитет ЮНЕСКО по Всемирному наследью с предложением об утверждении сохранившихся 34 пунктов Дуги Струве в качестве Памятника Всемирного наследия.

В 2005 году это предложение было принято.

## Дуга Струве



Самый северный пункт Дуги Струве, Хаммерфест, Норвегия







Василий Яковлевич Струве



Карл ИвановичТеннер

# Гравиметрический метод исследования формы Земли. Работы М.С. Молоденского



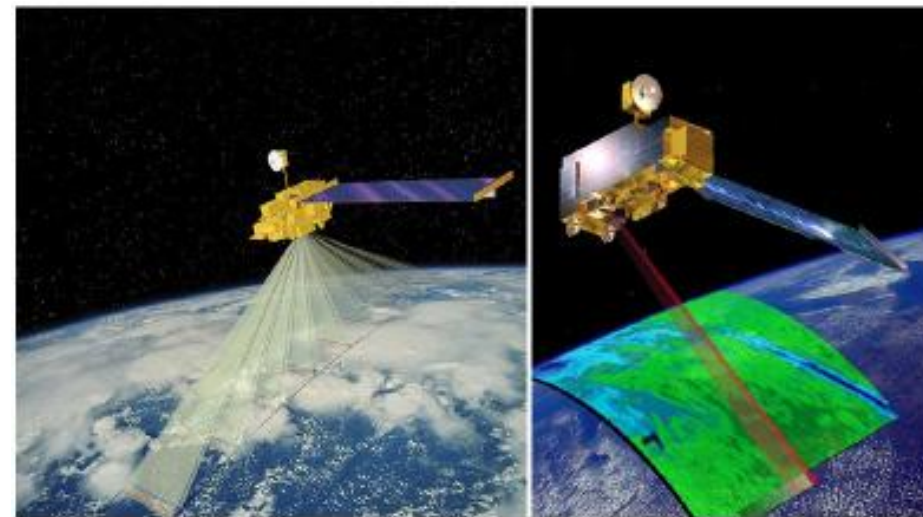
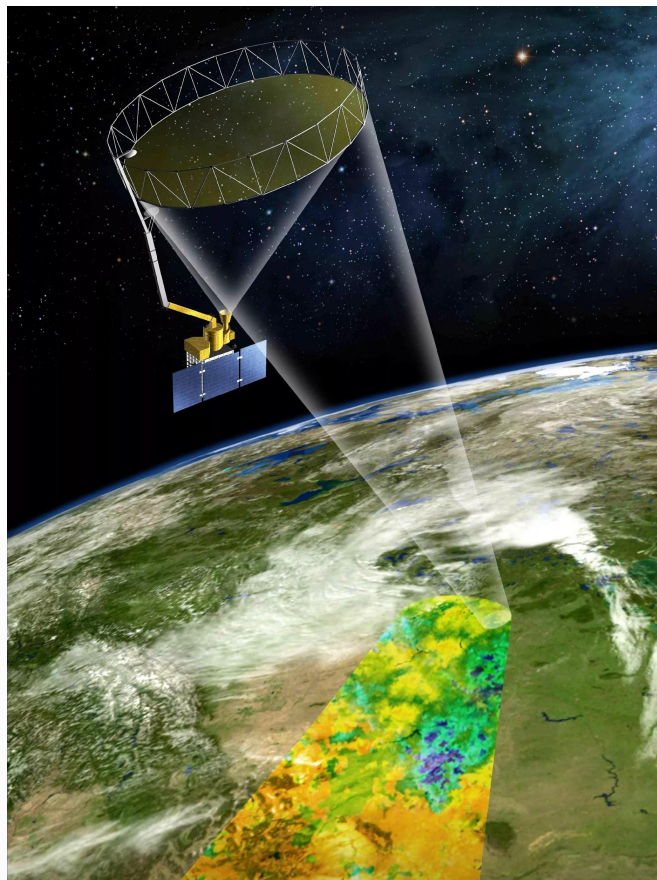
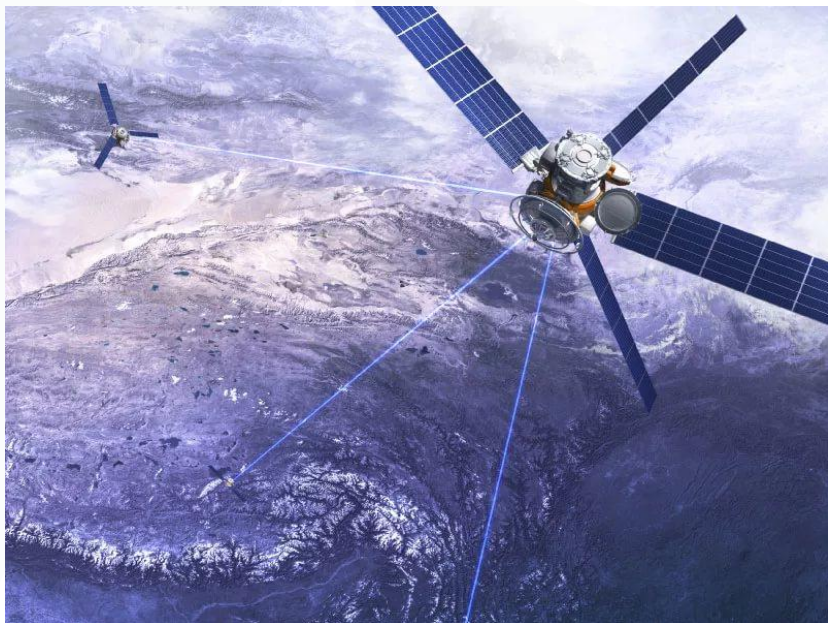
- ✓ Разработал теорию использования измерений гравитационного поля Земли для целей геодезии.
- ✓ Предложил метод астрономо-гравиметрического нивелирования, новый метод определения фигуры Земли.
- ✓ Сконструировал первый в СССР пружинный гравиметр. Молоденскому принадлежат также труды по исследованию упругих свойств Земли и земного ядра.
- ✓ Разработал теорию фигуры Земли и её гравитационного поля, изменившую классические представления о методах решения основной задачи высшей геодезии.
- ✓ Предложил метод изучения фигуры физической поверхности Земли, свободный от каких-либо предположений о распределении масс в земной коре и поэтому имеющий существенное практическое значение.
- ✓ В 1961 году разработал более полную объединённую теорию нутации и приливных деформаций Земли, с помощью которой были рассчитаны значения периода свободной близсуточной нутации для двух моделей ядра Земли.

Гравиметрический метод определения формы нашей планеты основан на изучении гравитационного поля Земли и заключается в измерении значений силы тяжести в различных точках земной поверхности. Гравиметрический метод, в отличие от геометрического, дает возможность определить только форму Земли без ее размеров. Достоинством гравиметрических измерений является то, что их можно производить в океанах и морях, т. е. там, где возможности геометрического способа ограничены



# Использование ИСЗ в геодезических целях

ИСЗ - искусственный спутник Земли

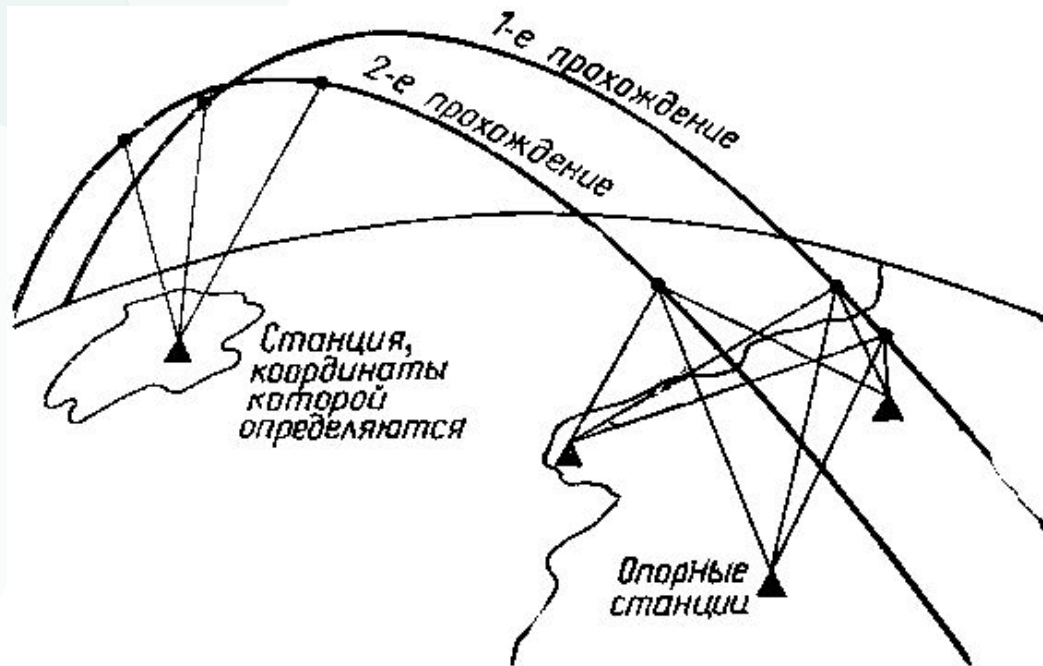


# Геометрические задачи спутниковой геодезии

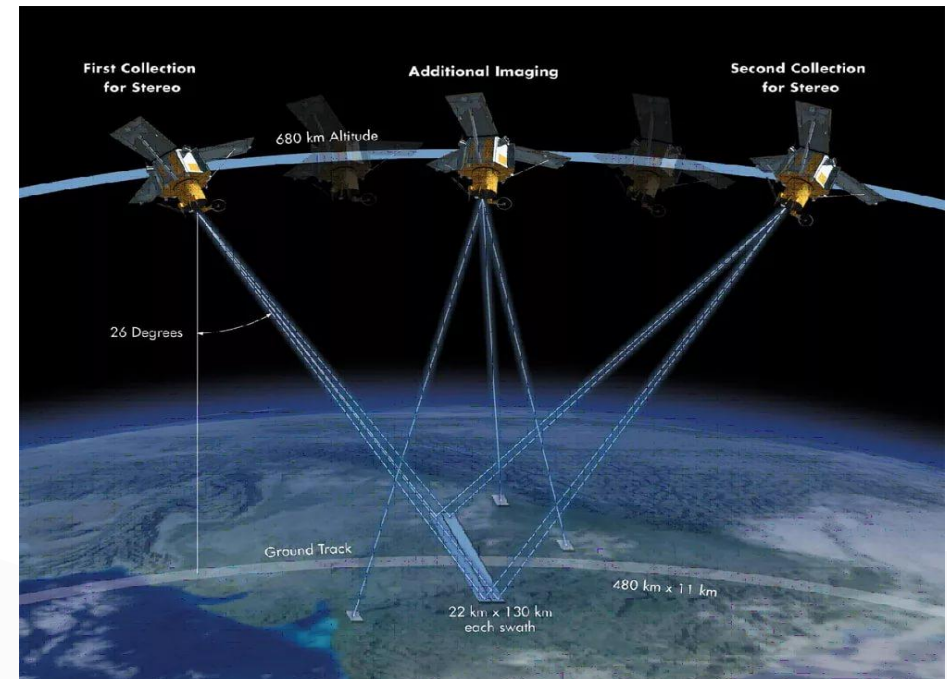
- определение координат ряда точек на земной поверхности;
- создание опорной геодезической сети для картографирования акваторий, вмещающих множество, удалённых друг от друга островных групп, относящихся от материков на значительном удалении, как например, в Океании;
  - создание планетарной единой геодезической сети

# Для решения геометрических задач в спутниковой геодезии применяются два метода

- ▶ Орбитальный метод

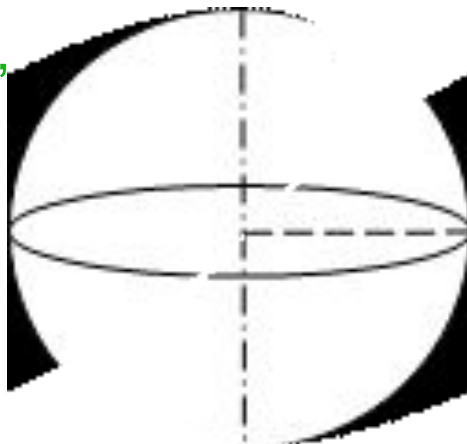


- ▶ Метод синхронных наблюдений

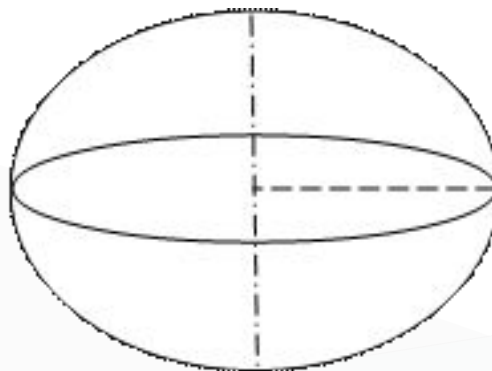


# Математические модели Земли

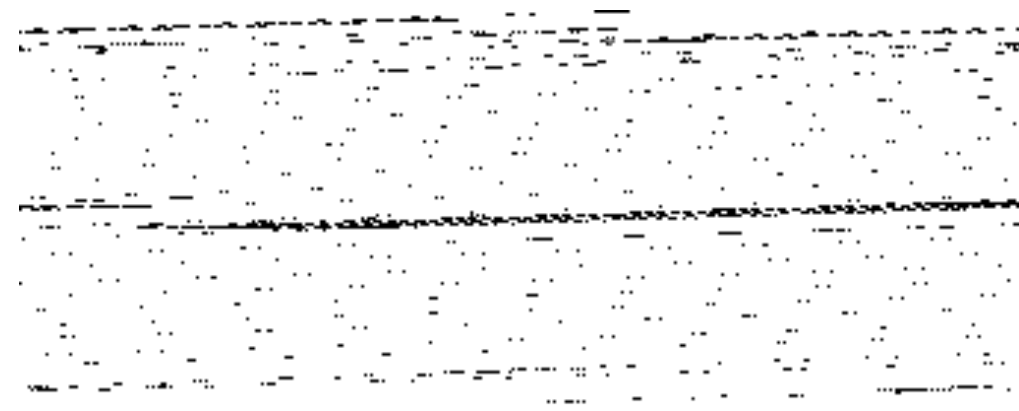
- Если бы Земля была бы однородной, неподвижной и подвержена только действию внутренних сил тяготения, она имела бы форму шара



- Под действием центробежной силы, вызванной вращением вокруг оси с постоянной скоростью, Земля приобрела форму сфероида или эллипсоида вращения

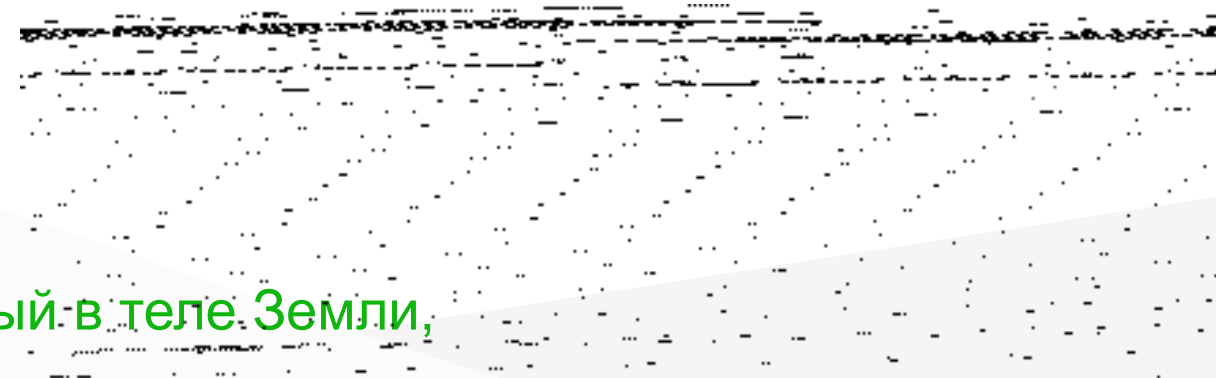


- Под действием центробежной силы, вызванной вращением вокруг оси с постоянной скоростью, Земля приобрела форму сфероида или эллипсоида вращения



Для того, чтобы земной эллипсоид ближе подходил к геоиду, его располагают в теле Земли, ориентируя определенным образом.

Такой эллипсоид с определенными параметрами и определенным образом ориентированный в теле Земли, называется референц-эллипсоидом

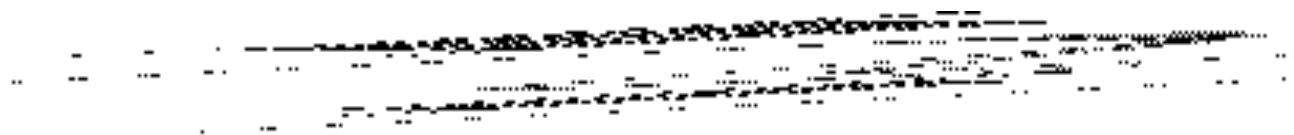




Геоид не может быть строго изучен из-за незнания распределения плотности масс внутри Земли.

Было предложено вместо геоида принять фигуру квазигеоида, которая может быть определена точно на основании

астрономо-геодезических и гравиметрических измерений на поверхности Земли без учета внутреннего строения и плотности масс внутри Земли



# Параметры эллипсоидов и взаимосвязь между ними

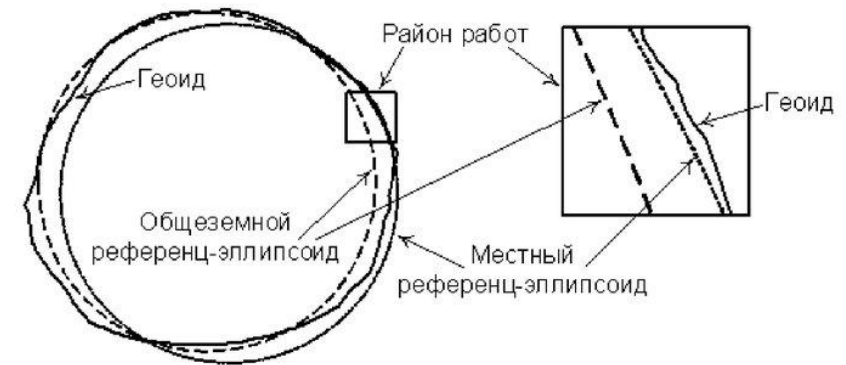
Эллипсоид	Годы	Большая полуось	Сжатие (а)
Деламбра	1800	6 375 653	1/334
Вальбека	1819	6 376 896	1/303
Эйри	1830	6 377 563,396	1/299,3249646
Эвереста	1830	6 377 276,345	1/300,8017
Басселя	1841	6 377 397	1/299,15
Кларка	1866	6 378 206	1/294,98
Кларка	1880	6 378 249	1/293,46
Хейфорда	1909	6 378 388	1/297
Красовского	1940	6 378 245	1/298,3
Австралийская	1965	6 378 160	1/298,25
GRS-67	1967	6 378 160	1/298,247167247
WGS-72	1972	6 378 135	1/298,26
GRS-80	1979	6 378 137	1/298,257222101
WGS-84	1984	6 378 137	1/298,257223563
ПЗ-90	1990	6 378 136	1/298,257839303

# Параметры основных земных эллипсоидов

Параметры	Эллипсоиды		
	WGS-84	ПЗ-90	Красовского
a	6 378 137	6 378 136	6 378 245
b	6 356 77752,314	6 356 751,362	6 356 863,019
a	1/298.257223563	1/298,257839303	1/298,3
$e^2$	0.006694379990	0.006694366193	0,006693421623
Площадь	510 065 622	510 065 464	510 083 059

## ► Референц-эллипсоид

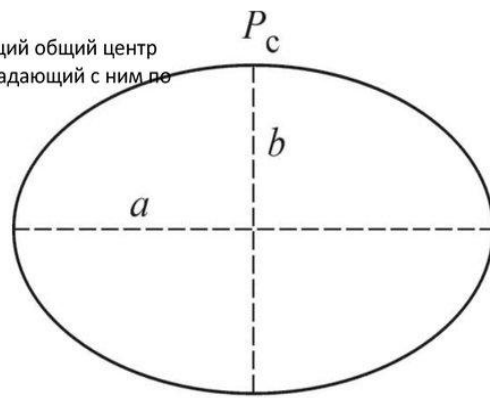
Референц-эллипсоид



## ► Общеземной эллипсоид

Общеземной эллипсоид

Эллипсоид вращения, имеющий общий центр масс с геоидом, а также совпадающий с ним по массе



Для справки: Масса Земли составляет  $5.9742^{24}$  кг  $P_{Ю}$