

Карагандинский технический университет им. А. Сагинова

Кафедра «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Дисциплина

«Введение в теоретические основы полевых геофизических методов»

Специальность 6В07201

«Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Лекция 4

«Нормальное гравитационное поле Земли»

Разработчик:

Мадишева Р.К., PhD

Ассоциированный профессор
каф. ГРМПИ

Караганда 2025



Нормальное гравитационно е поле Земли

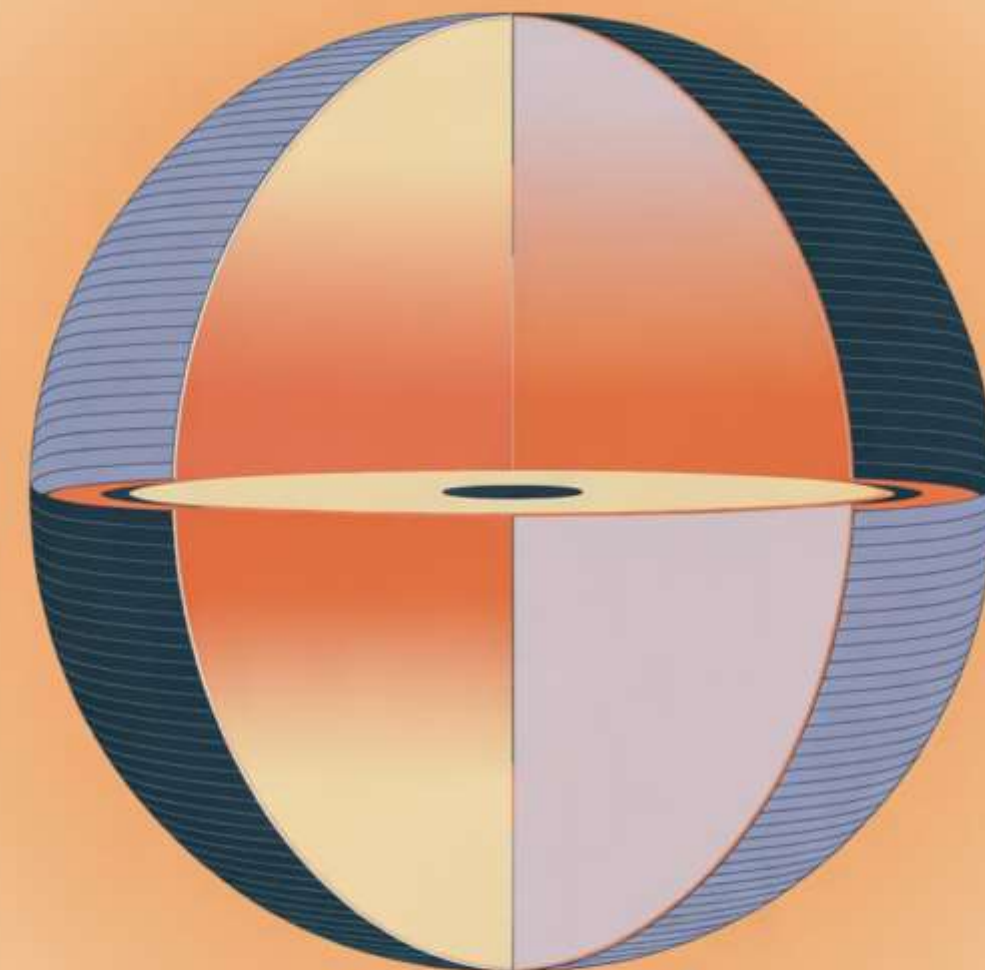
Теоретическое поле силы тяжести однородной Земли с концентрическими слоями разной плотности



Эволюция модели Земли



Сжатие Земли: $1/298,26$ по космическим исследованиям. Переход к эллипсоиду приблизил теорию к реальности.



Геоид и эллипсоид

Геоид

- Совпадает с поверхностью Мирового океана
- Отклонение от эллипсоида: до 100 м
- Неправильная форма, не описывается аналитически

Практическое применение

- 72% Земли — океаны (геоид совпадает)
- 28% — суша (отклонения значительны)
- Геоид как промежуточная поверхность для расчётов



Формула Клеро (1743)

Зависимость силы тяжести от формы Земли, сжатия и широты:

$$\gamma_0 = g_0(1 + \beta \sin^2 \varphi)$$

γ_0

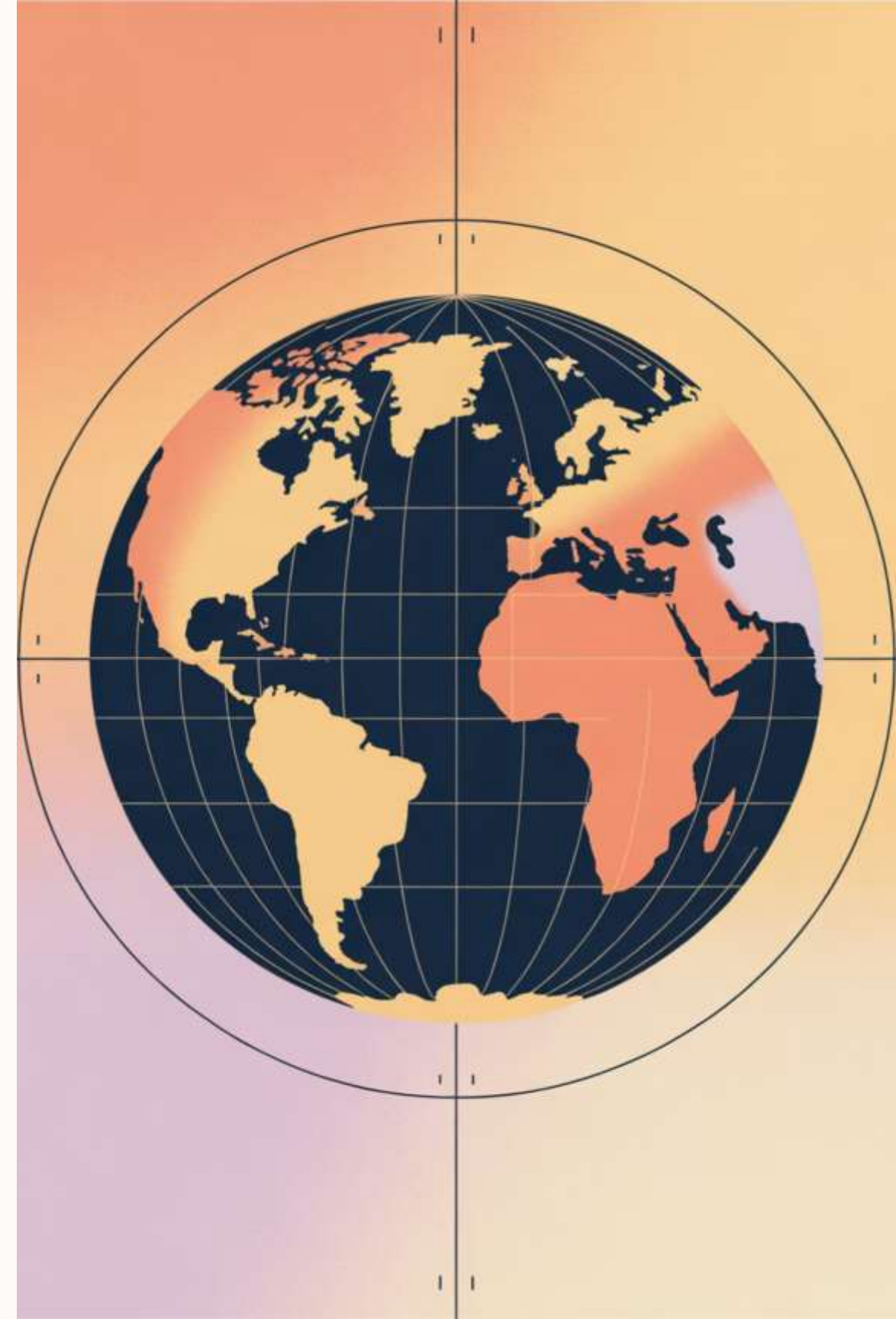
Нормальное значение силы
тяжести

g_0

Сила тяжести на экваторе

φ

Широта пункта наблюдения



Формула Гельмерта (1901-1909)

Практическая формула нормального распределения силы тяжести для эллипсоида вращения:

$$\gamma_0 = 978030(1 + 0.005302 \sin^2 \varphi - 0.000007 \sin^2 2\varphi) \text{ мГал}$$

Нормальное ускорение свободного падения **зависит от широты**. На разных широтах его величина различается.



Гравитационные аномалии

Земля состоит из концентрических оболочек разной плотности. Различные геологические образования в земной коре создают отклонения от нормального поля.

Определение

Отклонение измеренного значения ускорения от вычисленного нормального

Причина

Неоднородность плотности геологических слоёв

Значение

Позволяет изучать внутреннее строение Земли



Редуцирование силы тяжести

Перед сравнением измеренного значения с нормальным вводят три поправки:

1 Поправка Фая

За высоту пункта над уровнем моря: $\Delta_1 g = 0,30861 \cdot 10^{-5} H$ (мГал/м)

2 Поправка за промежуточный слой

За породы между пунктом и сфероидом: $\Delta_2 g = -0,0419 \cdot 10^{-5} \sigma H$ (отрицательная)

3 Поправка за рельеф

За неровности земной поверхности (всегда положительная)



Поправка Буге

Алгебраическая сумма поправки Фая и поправки за промежуточный слой:

$$\Delta g_{\text{Буге}} = g_{\text{изм}} + \Delta_1 g + \Delta_2 g - \gamma_0$$

На платформах

Плотность пород $\sigma = 2,3 \text{ г/см}^3$

В геосинклиналях

Плотность пород $\sigma = 2,67 \text{ г/см}^3$



Поправка за рельеф

Местность разбивают на криволинейные призмы. Влияние каждой рассчитывают аналитически. Сумма всех призм определяет величину поправки.

Равнинные районы

Поправка незначительна, может не вводиться

Горная местность

Поправка обязательна при любых редукциях

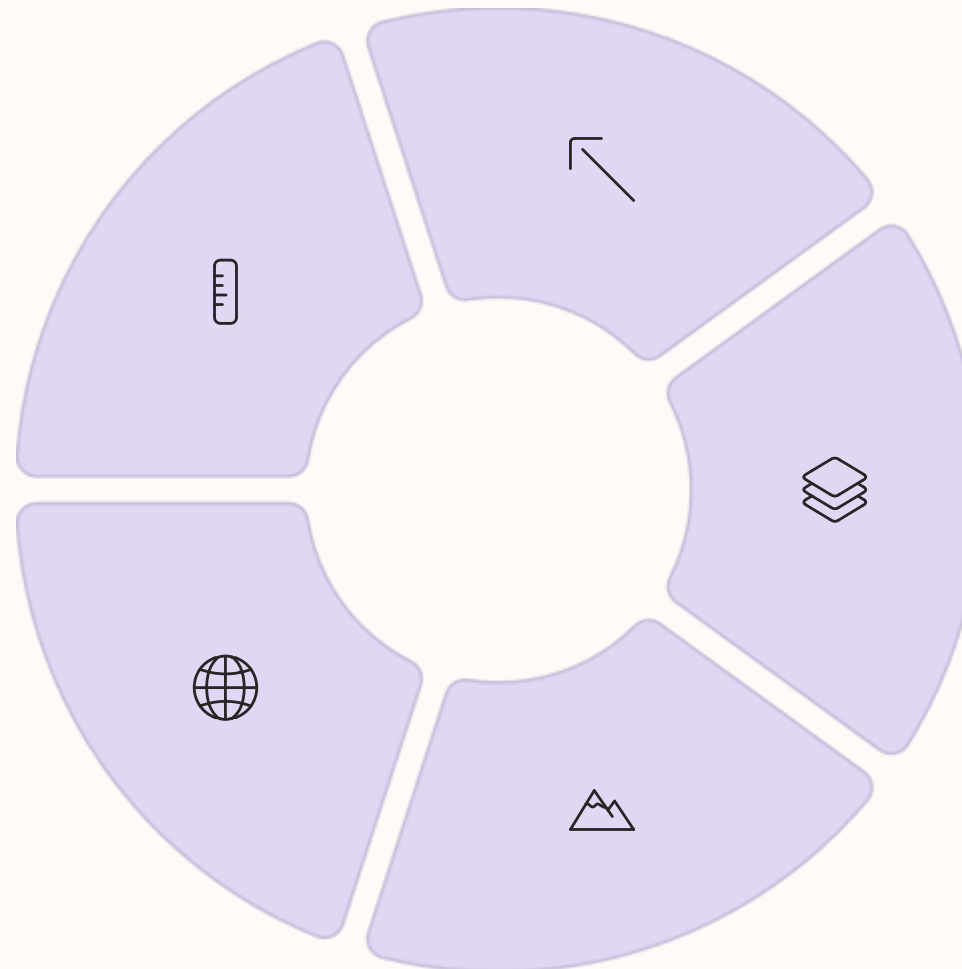
Важно: Положительные и отрицательные формы рельефа уменьшают измеряемое значение силы тяжести.

Полная формула гравитационной аномалии

$$\Delta g = g_{\text{изм}} + \Delta_1 g + \Delta_2 g + \Delta_3 g - \gamma_0$$

$g_{\text{изм}}$
Измеренное ускорение

γ_0
Нормальное значение



$\Delta_1 g$
Поправка Фая

$\Delta_2 g$
Промежуточный слой

$\Delta_3 g$
Рельеф местности