

Форма и размеры Земли: обзор и ключевые темы

От древних мифов до современных моделей геоида и эллипсоида.

Путь человечества к пониманию формы Земли

В начале человечество представляло Землю плоской, позже греческие философы сформировали научный взгляд на её шарообразность. Эпоха географических открытий окончательно подтвердила глобальную форму планеты.

Древние взгляды на форму Земли



Плоская Земля в древних цивилизациях

В Египте и Месопотамии Земля изображалась плоским диском, поддерживаемым мифическими существами. Это отражало ограниченные знания и мифологический взгляд на мир.



Месопотамские и индийские космологии

Тексты шумеров и древней Индии описывали Землю как плоскую обитель, окружённую океаном и небу подобным сводом. Такой образ формировался без научных наблюдений.



Ограничения ранних представлений

Отсутствие глобальных путешествий и астрономических данных препятствовало критической оценке формы планеты, удерживая человечество в мифологических рамках.

Античные доказательства шарообразности Земли

1 Аристотель отмечал форму тени Земли на Луне во время затмений, доказывая её круглость. Наблюдения горизонта подчеркивали постепенное исчезновение кораблей снизу вверх.

2 Эратосфен измерил длину тени в двух городах и, используя расстояние между ними, вычислил окружность Земли с поразительной точностью для своего времени.



Ключевые путешествия, подтверждающие форму Земли

1492 — Глобус Мартина Бехайма

Создание первой трехмерной модели планеты, переход от плоских карт к глобусам, визуализирующим реальную форму Земли.

XVII век — Развитие мореплавания

Усовершенствование навигационных инструментов требует точных данных о размерах и форме планеты.

1519–1522 — Экспедиция Магеллана

Первое кругосветное плавание доказывает возможность обойти земной шар и вернуться в исходный пункт.

Конец XVIII — нач. XIX век — Геодезические измерения

Региональные измерения начинают уточнять параметры земного эллипсоида, подтверждая форму сплюснутого шара.

Современные научные модели Земли



Геоид — физическая поверхность

Геоид учитывает гравитационные аномалии и соответствует уровню мирового океана при отсутствии внешних воздействий. Эта модель важна для точных исследований земной поверхности и изменений уровня моря.

Эллипсоид вращения

Эллипсоид — упрощённая математическая фигура, приближающая общую форму Земли. Он используется для вычисления координат в системах навигации и создания карт.

Сравнение геоида и эллипсоида

Модель	Описание	Применение
Геоид	Физическая поверхность, учитывает гравитацию	Геодезия, высоты над уровнем моря
Эллипсоид	Математически гладкая поверхность	Навигация, GPS, картография

Таблица отражает ключевые свойства и области применения двух основных моделей формы Земли.

Совместное использование моделей обеспечивает высокую точность геопространственных данных.

Росреестр

Современные подтверждения формы Земли из космоса



Первые космические снимки

Спутник-1 и миссии «Аполлон» подтвердили сферическую форму планеты на изображениях из космоса.



Гравиметрические спутники

Миссии GRACE и GOCE создают подробные карты геоида с точностью до сантиметров, фиксируя гравитационные вариации.



Спутниковые навигационные системы

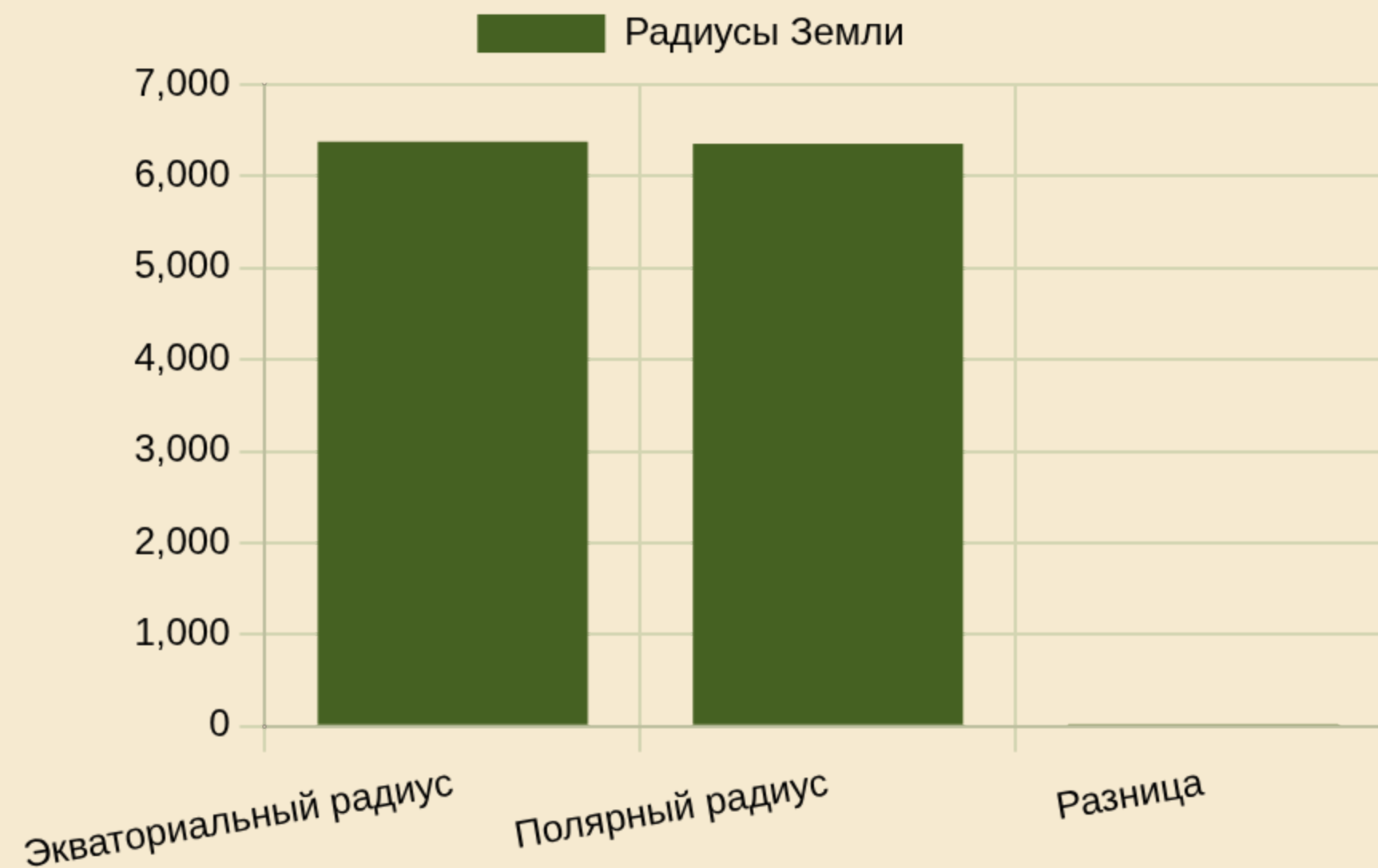
Параметры эллипсоида используются в расчетах GPS и ГЛОНАСС, обеспечивая точное определение координат.



Космическая геодезия

Спутники позволяют измерять размеры Земли и контролировать её деформации с высокой точностью постоянно.

Основные параметры радиусов Земли



Земля сплюснута у полюсов, что важно учитывать в инженерии и навигации.

Разница радиусов подтверждает, что Земля — геоид с неравномерной формой, а не идеальный шар.

Физический атлас Земли, 2023

Основные геометрические параметры Земли

- 1 Экваториальная длина окружности Земли составляет примерно 40 075 км, что отражает максимальный периметр по широте экватора.
- 2 Длина меридиана — около 40 008 км, что представляет собой протяжённость от полюса к полюсу по долготе.
- 3 Средний диаметр Земли равен приблизительно 12 742 км и учитывает сплюснутость вокруг оси вращения.
- 4 Общая площадь поверхности Земли около 510 миллионов квадратных километров, из которых 70% покрыто Мировым океаном.

Эллипсоидальная сплюснутость Земли



- Из-за вращения Земли вокруг оси центробежные силы максимальны у экватора, что приводит к заметному сплюснению планеты у полюсов.

- Величина сплюснутости выражается как отношение разницы между экваториальным и полярным радиусами к экваториальному радиусу и составляет примерно 1 к 298,257.

Методы измерений размеров Земли

1

В XIX веке триангуляция и базисные измерения позволили с высокой точностью определить дуги меридиана и форму Земли на локальных участках.

2

Современные технологии включают спутниковые лазерные дальномеры, радиолокационные спутники и системы глобальной навигации, такие как GPS и ГЛОНАСС.

3

Повторное уточнение параметров эллипсоида и геоида возможно благодаря обработке спутниковых данных, обеспечивая повышение точности геопозиционирования.

39 375 КМ

позволили оценить длину окружности планеты с ошибкой менее 2%, что удивительно для античных времен.
Античные источники и современные исследования

Эратосфен использовал измерения теней солнца в двух городах и расстояния между ними, взяв основу параллельности солнечных лучей.



Этапы геодезического измерения размеров Земли

Процесс определения параметров планеты на основе триангуляции



Измерения во времена Ньютона и Кассини



Теоретическое обоснование Ньютона

Исаак Ньютон математически обосновал возможное сплющивание Земли под влиянием центробежных сил, вызванных её вращением, что стало фундаментом для дальнейших измерений.



Экспедиции XVIII века

Французские научные экспедиции в Лапландию и Перу измерили дуги меридианов, доказав различие в радиусах Земли на разных широтах и подтвердив теории Ньютона.



Вклад семьи Кассини

Семья Кассини разработала точные топографические карты и стандарты геодезических измерений, значительно повысив качество картографии XVIII века.

Различие между геоидом и эллипсоидом: научные детали

2 Эллипсоид представляет гладкую математическую поверхность, необходимую для расчёта координат и работы навигационных систем GPS и ГЛОНАСС.

1 Геоид учитывает локальные аномалии гравитационного поля и служит основой для определения абсолютных высот относительно уровня моря.

3 Максимальные отклонения геоида от эллипсоида достигают около 100 метров в высоту, меняясь по регионам из-за неоднородностей в земной коре.

Влияние формы Земли на гравитацию и время

- 1 Из-за меньшего радиуса на полюсах гравитационное поле там примерно на 0,5% сильнее, чем у экватора, влияя на точность измерений.
- 2 Распределение внутренних масс Земли и рельефа создаёт вариации гравитационного поля, что учитывается в геофизических исследованиях.
- 3 Системы спутниковой навигации корректируют временные и координатные данные с учётом вращения и формы Земли для максимальной точности.
- 4 Такие поправки важны для навигации, телекоммуникаций и синхронизации времени на глобальном уровне, обеспечивая стабильность систем.



Форма Земли на глобусах и картах

- 1 Глобусы демонстрируют трёхмерное представление Земли с учётом сплюснутости, наглядно показывая её фигуру для изучения и обучения.
- 2 Плоские карты неизбежно искажают длины, углы и площади; разные картографические проекции адаптируются под конкретные географические задачи.

70%

поверхности планеты покрыто водой, что делает точное знание формы Земли критичным для морской навигации и глобальных климатических моделей.
Географические исследования и спутниковые данные

Форма и параметры Земли имеют ключевое значение для спутниковых технологий, навигации, метеорологии и геоинформационных систем.





Значение точных данных о форме и размерах Земли

Точные измерения формы Земли поддерживают развитие навигации, науки и технологий, обеспечивая надежную основу для многочисленных природных и технических приложений.