



# Измерение Земли

## Основное содержание урока

Этот фильм повествует историю о том, как Аль-Бируни, персидский ученый XI века, вычислил окружность Земли с помощью гор и тригонометрии. Сначала он рассчитал высоту горы, измерив углы возвышения с двух различных точек. Затем, измерив угол между вершиной горы и горизонтом, он определил угол в большом прямоугольном треугольнике, который простирался от центра Земли через гору до самого горизонта. Путем объединения этих измерений можно было вычислить радиус Земли и, следовательно, её окружность с точностью более 99%.

Знание тригонометрии может пригодиться при просмотре фильма, хотя понимание точных деталей выполненных расчетов не является обязательным.



## Основные результаты

### Цели урока

- Сформировать понятие “прямоугольный треугольник” и ознакомить со свойствами углов этих треугольников.
- Ввести понятие синуса, косинуса и тангенса острого угла и развивать умение использовать их для определения длин и углов прямоугольного треугольника.
- Развивать умение применять углы возвышения и понижения.
- Ознакомить с терминами “центр”, “радиус”, “диаметр”, “длина окружности” и “касательная” круга.
- Развивать умение находить длину окружности и площадь круга по соответствующим формулам.

### Рекомендуемые задания

- Решение тригонометрических задач на нахождение угла возвышения и понижения.
- Вычисление высоты объекта, используя угол его возвышения с двух различных точек.
- Решение задач на вычисление длины окружности и площади круга.

## Дополнительные результаты

### Цели урока

- Формировать умение находить причины с использованием стандартных геометрических утверждений для определения численных значений углов, полученных из любого геометрического контекста, включая линии, многоугольники и окружности.
- Дать представление о том, что касательная к окружности перпендикулярна к радиусу в точке касания.
- Развивать умение применять тригонометрические методы для решения задач в трех измерениях.

### Рекомендуемые задания

- Запись тригонометрических уравнений из диаграмм, представленных в фильме, и вычисление их алгебраического решения.
- Проведение анализа чувствительности на определение радиуса Земли по отношению к точности измерений, описанных в фильме.
- Решение задач на вычисление широты и долготы поверхности Земли.



На сегодняшний день, используя современные  
оборудования, мы можем точно измерить  
размеры нашей планеты.

## Похожие фильмы

Рекомендуется использовать перед уроком:

### Расстояния до Солнца и Луны

Этот фильм представляет собой введение в тригонометрию и её использование при измерении относительных расстояний.

### Как звучат синусоиды?

В этом фильме описывается исследование связи между тригонометрией и музыкой через амплитуды и частоты звуковых волн.

Рекомендуется использовать после данного урока:

### Джай Сингх

В этом фильме рассказывается, как индийские астрономы измеряли углы с удивительной точностью, используя базовые инструменты измерения.

### Вычисление Пи: Архимед

Этот фильм описывает, как древние математики вычислили значение числа пи до появления компьютеров и карманных калькуляторов.

### Какой длины метр?

В этом фильме объясняется, как однажды метр был определен как часть окружности Земли.

### Гиперболическая геометрия

Этот фильм описывает, как геометрия Лобачевского является альтернативой евклидовой и эллиптической геометрии, и то, что она является наиболее научно обоснованным методом измерения расстояний в искривленном пространстве.

## План урока

### Вводный этап

Попросите учащихся вычислить окружность Земли. Если они не смогут найти правильный ответ, предложите следующие ситуации: попросите их определить окружность Земли с помощью рейсов самолета или из общеизвестных размеров своей страны или континента. Посмотрите, насколько точно они смогут определить расстояние.

### Демонстрация фильма

### Измерение Земли

### Основной этап

#### Базовый уровень

Убедитесь, что ученики знают, что подразумевается под “окружностью Земли”, т.е. длиной большого круга вдоль поверхности Земли. Спросите их, имеет ли значение, где были сделаны измерения в фильме. Согласитесь, что местоположение горы недалеко от моря дает точные показания высоты над уровнем моря. Затем повторите тригонометрические отношения и определите углы возвышения и понижения. После этого уделите время решению практических задач, например, на определение высоты колокольни или обрыва. Только после этого переходите на задачи, в которых расстояние от объекта неизвестно (как в фильме), и необходимо рассчитать высоту с помощью двух углов возвышения на заданном расстоянии друг от друга.

## Основной этап продолжение ...

### Углубленный уровень

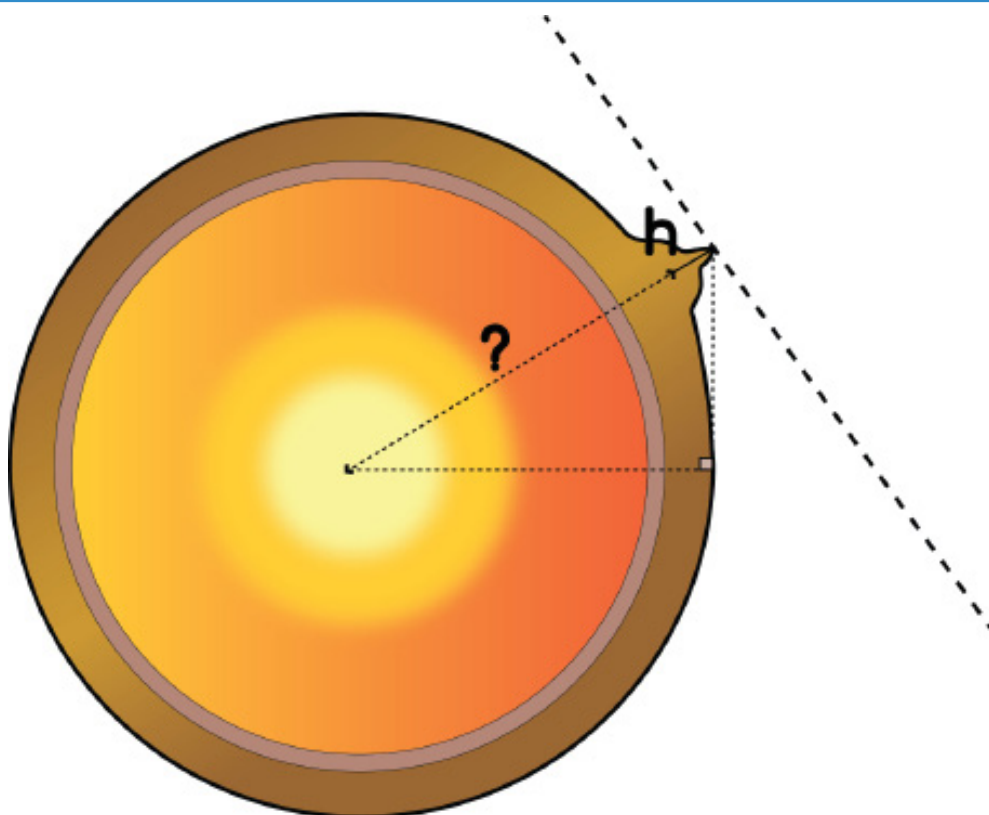
Дайте учащимся значения высоты горы и угла к горизонту, представленных в фильме. Попросите учащихся определить по этим данным, как Аль-Бируни удалось нарисовать прямоугольный треугольник от центра Земли. Какие еще углы были в этом треугольнике? Затем попросите их вычислить радиус Земли, определив косинус угла в центре Земли и решив полученное уравнение. В заключение попросите учащихся определить, если значения, в первом случае – угла к горизонту, а во втором случае – высоты горы, были бы больше на 10%, то как это повлияло бы на их ответ.

### Дополнительное задание

Объясните, как вычисляются широта и долгота. Затем дайте задания на вычисление расстояния между точками на поверхности Земли с одинаковой широтой, но с разной долготой. Определите радиус различных окружностей широты.

### Необязательное дополнительное задание

Все математики, о которых говорилось в фильме, полагают, что Земля имеет форму сферы. Определите верность этого предположения, а если предположения неверны, то выясните, как это скажется на вычислениях Аль-Бируни.



Окружность Земли можно рассчитать с помощью формулы  $\pi \times d$ .