



# Очень странный закон Бенфорда

## Основное содержание урока

Этот фильм повествует о странном и довольно неожиданном результате, полученном американским физиком Фрэнком Бенфордом: распределение первых цифр чисел, встречающихся в природе, возникает далеко не случайным образом, а следует общей закономерности, обуславливающей частое появление меньших чисел, нежели больших. Впервые замеченный в логарифмических таблицах результат исследования Бенфорда применим для вычисления длины рек, магнитуды землетрясений и расстояния от звёзд до Земли. Кратко описано использование закона Бенфорда в проверке сфальсифицированных данных.



## Основные результаты

### Цели урока

- Ознакомить с языком вероятности в терминах “результаты”, “события”, “выборочное пространство”, “равная вероятность” и “случайный”.
- Ввести термин “ожидаемая частота” и развивать умение его использовать.
- Развивать умение определять, что  $\sum P_i = 1$ .
- Развивать умение оценивать вероятность ранее собранных данных.
- Развивать умение представлять данные с помощью гистограмм.

### Рекомендуемые задания

- Измерение объектов в классе и вычисление распространённости первых цифр измерений.
- Использование общедоступных данных и вычисление распределения первых цифр.

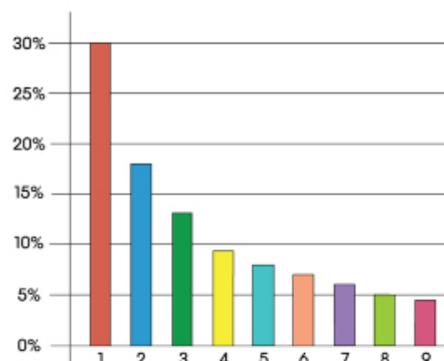
## Дополнительные результаты

### Цели урока

- Ввести понятия оценки и степени вероятности из теоретических моделей.
- Ознакомить с логарифмами и развивать умение использовать их.
- Развивать умение применять вероятность для решения простых задач.

### Рекомендуемые задания

- Вычисление степени двойки, или факториала, и распределение первых цифр.
- Анализ логарифмов натуральных чисел от 1 до 10 и нахождение связи их распределения с законом Бенфорда.



Удивительно, закон Бенфорда также наблюдается в природе.

## Похожие фильмы

Рекомендуется использовать до урока:

### Логика: Байесовские роботы

Представленный фильм показывает, как можно обучать роботов, используя Байесовскую статистику, с помощью поиска закономерностей и осмысления опыта.

Рекомендуется использовать после данного урока:

### Шкала Рихтера

Этот фильм объясняет, что сила и частота землетрясений образуют логарифмическую шкалу.

### Закономерность в простых числах

Данный фильм повествует о продолжающихся попытках математиков найти закономерность в простых числах.

## План урока

### Вводный этап

Спросите учащихся, как они понимают слово «случайный». Используйте генератор случайных чисел на научном калькуляторе или электронную таблицу для генерации случайных чисел от 1 до 10. Отметьте, что первые цифры равномерно распределены от 1 до 9. Спросите учащихся, что они ожидают найти, если посмотреть на первые цифры чисел, встречающихся в реальном мире. Согласитесь, что большинство людей посчитают, что эти числа появились случайно.

### Демонстрация фильма

#### Очень странный закон Бенфорда

### Основной этап

Преподаватели могут дать задания перед просмотром фильма во избежание непреднамеренного смещения:

#### Базовый уровень

Предложите учащимся измерить предметы в классе рулеткой (например, длину и ширину книги, парты, окна, двери, экрана компьютера, карандаша или ластика) и записать измерения на доске. Рассчитайте частоту первой цифры от 1 до 9 и сравните результаты с законом Бенфорда. Повторите с другой единицей измерения (например, в футах и дюймах вместо сантиметров и метров) и убедитесь, что результат остался прежним.

#### Углубленный уровень

Дайте задание вычислить и записать на листе степень двойки, факториал или целое число, и рассчитать частоту первых цифр от 1 до 9. Сравните результаты с результатами закона Бенфорда. Повторите с большим числом и убедитесь, что результат остался прежним.

## Дополнительное задание

### Базовый уровень

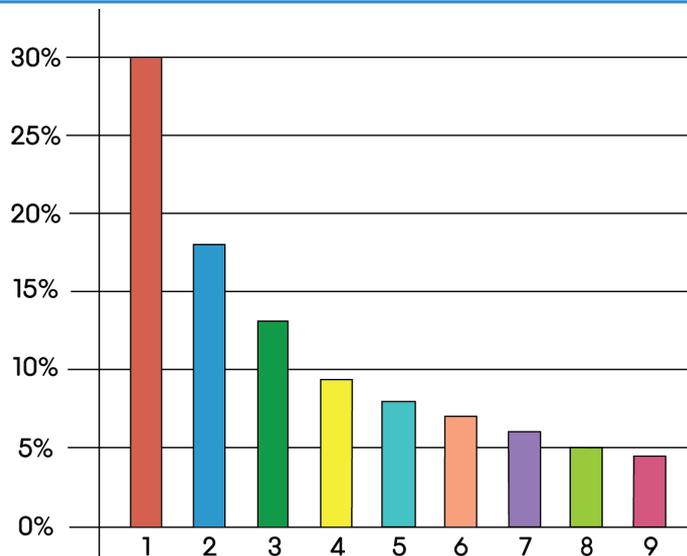
Найдите общедоступные списки измерений, таких как длина крупных рек мира или мировые рекорды спортивных мероприятий, и рассчитайте частоту первых цифр от 1 до 9. Удостоверьтесь, что она примерно соответствует закону Бенфорда.

### Углубленный уровень

Объясните, что такое логарифм, затем вычислите логарифмы (по основанию 10) чисел от 1 до 10. Рассматривая различия между значениями, найдите объяснение закону Бенфорда. (Подсказка: различия между значениями очень близки, будучи выраженными в процентах, к частотам, наблюдаемым Бенфордом).

## Необязательное дополнительное задание

Попросите учащихся представить себе, что закономерность – пока что неизвестная – действительно существует в частоте первых цифр измерений, независимо от используемых единиц измерения. Представьте, что произойдет, если “метры” поменять на “полуметры”, и измерения между 1 и 2 превратились бы в измерения между 2 и 4, измерения между 2 и 4 – в измерения между 4 и 8, и так далее. Поможет ли это объяснить верность закона Бенфорда?



Бенфорд обнаружил, что использование первых цифр идет в последовательности: существует 30 % вероятности того, что цифра 1 будет первой по сравнению с только 4% вероятностью того, что этой цифрой будет 9.