Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение

Средняя общеобразовательная школа №292

С углубленным изучением математики

Фрунзенского района Санкт-Петербурга

Исследовательская работа

По дисциплине математика

На тему « Практическое применение логарифмов»

Выполнил:

ученик 10 класса «А»

Ефимов Денис

Преподаватель:

Абрамова Мария Николаевна

Санкт-Петербург

2014-2015 гг.

Содержание:

§1 Введение…………………………………………………………….3

§2 История открытия логарифмов……………………………………3-6

§3 Определение. Основные свойства логарифмов. Примеры………6-8

§4 Логарифмическая линейка…………………………………………8-10

§5 Области применения логарифмов…………………………………10-16

§6Логарифмическая шкала…………………………………………....16-19

§7 Вывод…………………………………………………………………19

§8 Список использованной литературы………………………………19-21

«Без знания математики

нельзя понять ни основ

современной техники, ни того,

как ученые изучают природные

и социальные явления»

Колмогоров А. Н.

**§1 Введение**

Логарифмы – это тема школьного курса алгебры и математического анализа. Она далеко не излюблена школьниками. Ведь вычисляя логарифмы, решая сложные логарифмические уравнения и неравенства, мы вряд ли задумываемся, кто и зачем ввел понятие логарифма, а также в каких областях наук, разумеется, кроме математических, используются логарифмы. В ходе своей работы я постараюсь ответить на вопросы истории открытия логарифмов, их основных свойств, применения в областях естественного цикла, решу задачи связанные с непосредственным применением логарифмов в повседневной жизни и в различных сферах наук, а также научусь пользоваться логарифмической линейкой и изготовлю ее макет самостоятельно.

**§2 История открытия логарифмов**

Идейным источником и стимулом применения логарифмов послужил тот факт (известный ещё [Архимеду](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%B4)), что при умножении степеней их показатели складываются: abac=ab+c. Индийский математик VIII века Вирасена, исследуя степенные зависимости, опубликовал таблицу целочисленных показателей (то есть, фактически, логарифмов) для оснований 2, 3, 4.

Решающий шаг был сделан в средневековой Европе. Потребность в сложных расчётах в [XVI веке](http://ru.wikipedia.org/wiki/XVI_%D0%B2%D0%B5%D0%BA) быстро росла, и значительная часть трудностей была связана с умножением и делением многозначных чисел, а также извлечением [корней](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%8C_(%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)). В конце века нескольким математикам, почти одновременно, пришла в голову идея: заменить трудоёмкое умножение на простое сложение, сопоставив с помощью специальных таблиц [геометрическую](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F) и [арифметическую](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F) прогрессии, при этом геометрическая будет исходной. Тогда и деление автоматически заменяется на вычитание, упростятся также возведение и [извлечение корня](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%8F).

Первым эту идею опубликовал в своей книге «*Arithmetica integra*» (1544) [Михаэль Штифель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B5%D0%BB%D1%8C,_%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D1%8D%D0%BB%D1%8C), который, впрочем, не приложил серьёзных усилий для практической реализации своей идеи. Главной заслугой Штифеля является переход от целых показателей степени к произвольным [рациональным](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE) (первые шаги в этом направлении сделали [Николай Орем](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B5%D0%BC,_%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B9) в XIV веке и [Никола Шюке](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0_%D0%A8%D1%8E%D0%BA%D0%B5) в XV веке).



Джон Непер вошёл в историю как изобретатель замечательного вычислительного инструмента — таблицы логарифмов. Это открытие вызвало гигантское облегчение труда вычислителя. [18]

В [1614году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1614_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) шотландский математик [Джон](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BF%D0%B5%D1%80,_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD" \o "Непер, Джон)

[Непер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BF%D0%B5%D1%80,_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD" \o "Непер, Джон) опубликовал на латинском языке сочинение под названием «*Описание удивительной таблицы логарифмов*». В нём было краткое описание логарифмов и их свойств, а также 8-значные таблицы логарифмов [синусов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D1%83%D1%81_(%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F)), [косинусов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%83%D1%81) и [тангенсов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%81), с шагом 1'. Термин *логарифм*, предложенный Непером, утвердился в науке. Теорию логарифмов Непер изложил в другой своей книге «*Построение удивительной таблицы логарифмов*», изданной посмертно в 1619 году его сыном Робертом.

Судя по документам, техникой логарифмирования Непер владел уже к 1594 году. Непосредственной целью её разработки было облегчить Неперу сложные астрологические расчёты; именно поэтому в таблицы были включены только логарифмы [тригонометрических функций](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8).

Понятия [функции](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) тогда ещё не было, и Непер определил логарифм [кинематически](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_(%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0)), сопоставив равномерное и логарифмически-замедленное движение; например, логарифм синуса он определил следующим образом: логарифм данного синуса есть число, которое арифметически возрастало всегда с той же скоростью, с какой полный синус начал геометрически убывать.

Дальнейшее развитие:

Как вскоре обнаружилось, из-за ошибки в алгоритме все значения таблицы Непера содержали неверные цифры после шестого знака. Однако это не помешало новой методике вычислений получить широчайшую популярность, и составлением логарифмических таблиц занялись многие европейские математики. [Кеплер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D1%80,_%D0%98%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BD) в изданный им астрономический справочник 1620 года вставил восторженное посвящение Неперу (не зная, что изобретатель логарифмов уже скончался). В 1624 году Кеплер опубликовал свой собственный вариант логарифмических таблиц ([лат.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Chilias Logarithmorum ad totidem numeros rotundos*). Использование логарифмов позволило Кеплеру относительно быстро завершить многолетний труд по составлению [Рудольфинских таблиц](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8B), которые закрепили успех [гелиоцентрической астрономии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B0).[16]

Спустя несколько лет после книги Непера появились логарифмические таблицы, использующие более близкое к современному понимание логарифма. Лондонский профессор [Генри Бригс](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%B8%D0%B3%D1%81,_%D0%93%D0%B5%D0%BD%D1%80%D0%B8) издал 14-значные таблицы [десятичных логарифмов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%81%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC) (1617), причём не для тригонометрических функций, а для произвольных целых чисел до 1000 (7 лет спустя Бригс увеличил количество чисел до 20000). В 1619 году лондонский учитель математики Джон Спайделл переиздал логарифмические таблицы Непера, исправленные и дополненные так, что они фактически стали таблицами натуральных логарифмов. У Спайделла тоже были и логарифмы самих чисел до 1000 (причём логарифм единицы, как и у Бригса, был равен нулю) — хотя масштабирование до целых чисел Спайделл сохранил.

Вскоре выяснилось, что место логарифмов в математике не ограничивается расчётными удобствами. В 1629 году бельгийский математик  [Грегуар де Сен-Венсан](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BD-%D0%92%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D0%BD,_%D0%93%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%83%D0%B0%D1%80_%D0%B4%D0%B5) показал, что площадь под [гиперболой](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%B0_(%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) y= меняется по логарифмическому закону. В 1668 году немецкий математик [Николас Меркатор](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80,_%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D1%81) открыл и опубликовал в своей книге *Logarithmotechnia* разложение логарифма в бесконечный ряд. По мнению многих историков, появление логарифмов оказало сильное влияние на многие математические концепции.

До конца XIX века общепринятого обозначения логарифма не было, основание *a* указывалось то левее и выше символа *log*, то над ним. В конечном счете, математики пришли к выводу, что наиболее удобное место для основания — ниже строки, после символа *log*: . Краткие обозначения наиболее употребительных видов логарифма — lg, ln для десятичного и натурального — появились намного раньше сразу у нескольких авторов и закрепились окончательно также к концу XIX века.

Близкое к современному понимание логарифмирования — как операции, обратной [возведению в степень](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B2_%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D1%8C) — впервые появилось у [Валлиса](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%81,_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD) (1685) и [Иоганна Бернулли](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%83%D0%BB%D0%BB%D0%B8,_%D0%98%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BD) (1694), а окончательно было узаконено Эйлером. В книге «Введение в анализ бесконечных» (1748), Эйлер дал современные определения как [показательной](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F), так и логарифмической функций, привёл разложение их в степенные ряды, особо отметил роль натурального логарифма. Эйлеру принадлежит и заслуга распространения логарифмической функции на комплексную область.[6]

**§3 Определение. Основные свойства логарифмов. Примеры.**

Логарифмом числа*b* по основанию*a*обозначают выражение . Вычислить логарифм, значит найти такую степень*x (),*при которой выполняется равенство: ax=b

Приведенные ниже свойства необходимо знать, поскольку, на их основе решаются практически все задачи, и примеры связаны с логарифмами. Остальные экзотические свойства можно вывести путем математических манипуляций с данными формулами:

1.    
2.    
3.   
4.   
5.    
6.    
7.    
8.   
9.  b  
10.    
11.    
12.    
13.   
14.    
15.  [4]

Натуральный логарифм – это логарифм, у которого за основу экспонента (обозначают *ln(x)*).

Число *е* равно *2,718281828….* Чтобы запомнить это число можете выучить правило: *экспонента равна 2,7 и два раза год рождения Льва Николаевича Толстого.*Зная это правило, будете знать и точное значение экспоненты, и дату рождения Льва Толстого.[7]

Примеры на логарифм:

Пример 1.

Прологарифмировать выражение:  
 *х=10ас*2 *(а>0,с>0).*

По свойствам 3 и 5 вычисляем   
lg x=lg(10ac2)=lg10+lg a+lg c2=1+lg a+2lg c[2]

Пример 2.

Решить уравнение:

Решить уравнение: [9]



**Решение.**  
Преобразуем левую часть уравнения: О.О.У.



По правилу логарифмирования имеем

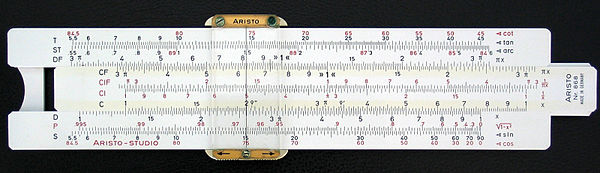
Сводим уравнение к квадратному и решаем его

Дискриминант равен нулю, следовательно, имеем один корень кратности два  
x=2

Ответ:

**§4 Логарифмическая линейка**

В 1620-е годы Эдмунд Уингейт и [Уильям Отред](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%B4,_%D0%A3%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BC) изобрели первую [логарифмическую линейку](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D0%B0), до появления карманных калькуляторов служившую незаменимым расчётным орудием инженера. С помощью этого компактного инструмента можно быстро производить все алгебраические операции, в том числе с участием [тригонометрических функций](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8). Точность расчётов — около 3 значащих цифр.

[](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Sliderule_2005.jpg)

Логарифмическая линейка служила своеобразным калькулятором для инженеров и школьников до 80-х годов двадцатого века, пока ее не вытеснили калькуляторы и ЭВМ. Устройство этой линейки достаточно просто. Одним из этапов практики было самостоятельное создание логарифмической линейки. Разберемся, как же пользоваться этим инструментом. Рассмотрим шкалы на логарифмической линейки.

Шкала К служит для вычисления кубов чисел, откладываемых на шкале D. Если число отложить на шкале К, то на шкале В будет корень третей степени этого числа. Отрезки, нанесенные на эту шкалу, пропорциональны (m/3)\*lg X, где m – длина шкалы в миллиметрах (250). На участке от 1 до 2 цена наименьшего деления соответствует 0.02, на участке от 2 до 4 – 0.05, на участке от 4 до 10 – 0.1. На участках от 10 до 20, от 20 до 40, от 40 до 100 значения наименьших делений равны соответственно 0.2, 0.5, 1. А на участках от 100 до 200, от 200 до 400 и от 400 до 1000 - соответственно равны 2,5 и 10.

Шкала А служит для вычисления квадратов чисел, откладываемых на шкале D. Так же можно с помощью шкал А и В вычислять квадратные корни чисел.

Шкала В точно такая же, как шкала А. На этих шкалах нанесены отрезки, пропорциональные (m/2)\*lg X. Цена наименьшего деления на участках от 1 до 2, от 2 до 5, от 5 до 10, от 10 до 20, от 20 до 50, от 50 до 100 равна соответственно 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5 и 1.

Шкала L – равномерная. На ней отложены мантиссы (дробная часть десятичного логарифма) логарифмов шкалы D. Наименьшее деление этой шкалы соответствует 0.002, а метки, обозначенные цифрами 1,2,3,4.., читаются как 0.1, 0.2, 0.3, 04…

Шкалы D и С называются основными. На них нанесены отрезки, пропорциональные m\*lg X, при Х изменяемом от 1 до 10. Значение наименьших делений этих шкал на участке от 1 до 2 означает 0.01, на участке от 2 до 4 они означают 0.02, на участке от 4 до 10 – 0.05.

Шкала R – это шкала обратных значений. Она представляет собой шкалу С (D), но в перевернутом виде. Таким образом, метка 10 этой шкалы будет на левом конце, а 1 – на правом. На этой шкале любой отрезок P от начала шкалы равняется 250-250\* lg p = 250\* lg (1/p).

Шкалы sin, S&T и tg используются при вычислениях с тригонометрическими функциями. Отрезки на этих шкалах пропорциональны следующим функциям:

Для шкалы синусов (sin): y = k ( lg sin Vs + 1 ),

Для шкалы синусов и тангенсов (S&T): y = k [ lg 1/2( sin V + tg V ) +2],

Для шкалы тангенсов (tg): y = k ( lg tg Vt + 1 ),где Vs и Vt – пометки углов, соответствующие шкалам. На шкале sin углы изменяются от 5043,77` до 900. На шкале tg – от 5043,77` до 450. На шкале S&T – от 0034,38` до 5043,77`. Значения углов выбраны таким образом, чтобы значения функций начала шкалы были в десять раз меньше значения функции конца той же шкалы.

Для шкалы синусов значение наименьшего деления на участке от начала до 100 – 5`, на участке от 100 до 200 – 10` , на участке от 200 до 900 - 20`. Для шкалы тангенсов на участке от начала шкалы до 200 наименьшее деление соответствует 5`, а на участке от 200 до 450 – 10`. На шкале синусов и косинусов значение наименьшего деления 1` соответствует участку от начала шкалы до 30, и 2` - для участка от 30 и дальше.

На шкалах логарифмической линейки отмечены константы: =3.14… , М = 1/ , C = C1= , .

Следует помнить, что каждая метка (риска) на шкалах линейке имеет не одно определенное значение, а всякое другое, которое может быть получено умножением этого значения на 10 в любой степени. То есть, числа … 1525, 152.5, 15.25, 1.525, 0.1525 … будут расположены в одном месте логарифмической линейки.[8]

**§5 Области применения логарифмов**

Логарифмические функции распространены чрезвычайно широко как в математике, так и в естественных науках. Часто логарифмы появляются там, где проявляется [само подобие](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5), то есть некоторый объект последовательно воспроизводится в уменьшенном или увеличенном масштабе; см. ниже такие примеры, как [рекурсивные алгоритмы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B0%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC%D1%8B), [фракталы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BB) или раковины моллюсков.

Рассмотрим наиболее важные области применения логарифмов

1. Химия

Активность [водородных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4) [ионов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BE%D0%BD) ([pH](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C)).

Из курса химии известно: – это ионное произведение воды. Очень многие животные, растительные и технологические объекты в процессе деятельности выделяют в окружающую среду кислотные оксиды и другие продукты кислотного характера. Внутренняя среда живых организмов имеет некоторую кислотность. Нередко требуется знание концентрации ионов водорода (или ионов гидроксогруппы). Выражение громоздко и неудобно. Придумали другое – ионное произведение воды прологарифмировали и все умножили на (-1):

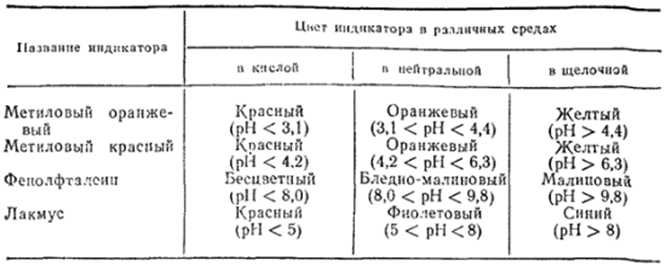
То есть: =рН, =pOH

Отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов – водородный показатель рОН.

Отрицательный десятичный логарифм концентрации гидроксильных ионов – гидроксильный показатель рОН.

рН+рОН=14

Итак, в воде ==10-7 – не кислотно и не щелочно – нейтрально. Водородный показатель равен 7. В таблице показано прологарифмированное значение водородного показателя и среды вещест.

[19]

Решу задачу, которая относиться к физической химии, а точнее к радиоуглеродному анализу:

Известно, что соотношение между углеродом С12 и его радиоактивным изотопом С14 во всех живых организмах постоянно. Период полураспада углерода С14 составляет 5760 лет. Определите возраст останков мамонта, найденных в вечной мерзлоте в Таймыре, если относительное содержание изотопа С14 в них составляет 26 процентов от его количества в живом организме.

Решение:

Пусть изначально изотопа С14 было m, получим q=m, t=5760, p=1/2, B=0,26m, и значит,

Следовательно, возраст останков мамонта примерно 11200 лет.

1. Физика

* [Формула Циолковского](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BB%D0%B0_%D0%A6%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE) применяется для расчёта скорости ракеты.

Эта формула связывает скорость ракеты V с ее массой m, в итоге: V=Vr, где Vr скорость вылетающих газов, m0 - стартовая масса ракеты. Скорость истечения газа при сгорании невелика (в настоящее время) она меньше или равна 2 км/с.[11]

* [Акустика](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) — [уровень звукового давления](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) и [интенсивность звука](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%B0) ([децибелы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%86%D0%B8%D0%B1%D0%B5%D0%BB)).

Коэффициент звукоизоляции стен измеряется по формуле: D=A, где Р0 -давление звука до поглощения, Р - давление звука, прошедшего через стену, А – некоторая константа, которая в расчетах принимается равной 20 ДБ. Если коэффициент звукоизоляции равен D, например, 20 ДБ, то это означает, что и Р0=10Р, то есть стена снижает давление звука в 10 раз (такую звукоизоляцию имеет деревянная дверь).

* [Астрономия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%8F) — шкала [яркости звёзд](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%B2%D1%91%D0%B7%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0).[14]

Шкала звёздных величин идёт в направлении, обратном привычному: яркие звёзды имеют меньшую величину, чем тусклые.

Современная шкала величин представляет собой количественную меру потока света от звезды по логарифмической шкале:

m = m0 - 2,5 \* lg (F / F0)

Проще говоря, величина звезды (m) отличается от некой стандартной величины (m\_0) на логарифм отношения их потоков, умноженный на 2,5. Этот коэффициент и логарифм приводят к тому, что разница в потоке в 100 раз дает разницу в 5 звёздных величин. То есть звезда шестой величины в 100 раз слабее звезды первой величины. Простая классификация Гиппарха использует относительно сложную функцию, потому что глаз человека именно так реагирует на яркость света.

Есть несколько различных шкал звёздных величин, каждая из которых служит своей цели. Чаще всего используется шкала видимой звёздной величины; это простая оценка того, как ярка звезда (или другой объект) для человеческого глаза. Она определяет яркость звезды Вега за нулевую точку отсчета и присваивает другим звездам величину на основе уравнения, приведенного выше.

Трудно сравнивать звёзды только по видимой величине. Представьте себе, что две звёзды имеют одну видимую величину, так что выглядят они одинаково. Однако при взгляде на них нельзя сказать, одинаковая ли у них собственная яркость, ведь возможно, что одна звезда ярче другой, но расположена дальше. Если бы мы знали расстояния до звёзд (см. статью Параллакс), мы могли бы их учесть и посчитать абсолютную звёздную величину, уже отражающую собственную яркость звезды. Абсолютная величина равняется относительной при условии, что звезда расположена на расстоянии 10 парсеков от наблюдателя (1 парсек равен 3,26 светового года или 3,1 x 10^18 см). Абсолютная величина (M) может быть подсчитана из относительной (m) при расстоянии d в парсеках по формуле:

M = m + 5 - 5 \* lg(d) (обратите внимание, что M=m, если d=10)

Современная шкала звёздных величин уже не основывается на человеческом зрении, сейчас анализируются фотоснимки и фотоэлектрические фотометры. С помощью телескопов мы можем наблюдать объекты намного слабее тех, которые были доступны невооруженному глазу Гиппарха, поэтому шкала была расширена. Сейчас космический телескоп Хаббла может наблюдать звёзды 30 величины, то есть в триллион раз слабее, чем Вега.

И в заключение: величина обычно измеряется через определённый цветовой фильтр, и поэтому величины подписываются в соответствии с фильтром (например, mV означает фильтр «видимого» излучения, в основном, в зеленой части спектра; mB — синий фильтр, mpg — яркость, вычисленную с использованием фотопластинки и т.д.).[16]

1. Биология

Ряд биологических форм хорошо соответствует [логарифмической спирали](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C) — кривой, у которой касательная в каждой точке образует с радиус-вектором в этой точке один и тот же угол, то есть прирост радиуса на единицу длины окружности постоянен:

[](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:NautilusCutawayLogarithmicSpiral.jpg)[3]

Раковина [наутилуса](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%83%D1%81)

Решу, опираясь на свойства логарифмов, биологическую задачу:

В начальный момент времени было 8 бактерий, через 2 часа после помещения бактерий в питательную среду их число возросло до 100. Через сколько времени с момента помещения в питательную среду следует ожидать колонию в 500 бактерий?

Решение:

q=8, t=2, p=100/8, B=500.

Значит, требуемое время соответствует значению выражения: , то есть примерно через 3 часа 5 минут

Число кругов игры по [олимпийской системе](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) равно [двоичному логарифму](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%BE%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC) от числа участников соревнований.

1. Экономика

Обширное применение логарифмы нашли в экономике. Разберемся с этим на примере задачи.

Некоторая сумма денег в А руб. подвержена приросту в Р процентов годовых. Через сколько лет эта сумма составит S руб.?

Решение:

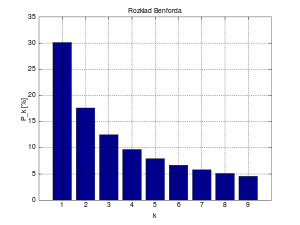
Решая эту задачу, я руководствовался формулой сложных процентов (эту формулу часто применяют экономисты), имеем уравнение относительно n: S=10000(1+) Логарифмируя это уравнение по основанию 10 (так как именно с этим основанием удобно работать в случаях с прямыми подсчетами), получим:,

), , n=

Хочется обратить внимание на то, что умение проводить такие расчеты является очень важной составляющей экономического анализа, особенно в случаях принятия оптимального решения. Однако мы рассмотрели примеры, когда деньги просто положены под проценты, причем неважно в банк, в производство и т.п.

А также логарифмы, непосредственно с логарифмической шкалой применяются в следующих сферах:

* Теория вероятностей и статистика[15]

[](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Rozklad_benforda.svg)

[Распределение Бенфорда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%91%D0%B5%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B0). По горизонтали — первые значащие цифры, по вертикали — вероятность их появления.

В [статистике](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) и [теории вероятностей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%8F%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9) логарифм входит в ряд практически важных вероятностных распределений. Например, [логарифмическое распределение](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)используется в генетике и физике. [Логнормальное распределение](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) часто встречается в ситуациях, когда исследуемая величина есть произведение нескольких независимых положительных [случайных переменных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0).

* [Закон Бенфорда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%91%D0%B5%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B0) («закон первой цифры») описывает вероятность появления определённой первой значащей цифры при измерении реальных величин.[1]

Для оценки неизвестного параметра широко применяются [метод максимального правдоподобия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D1%8F) и связанная с ним [логарифмическая функция правдоподобия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D1%8F).

Флуктуации при [случайном блуждании](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B1%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) описывает [закон Хинчина-Колмогорова](http://en.wikipedia.org/wiki/Law_of_the_iterated_logarithm).

* Информатика и вычислительная математика

В [информатике](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0): [единица измерения информации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82) ([бит](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82)). Например, для хранения в компьютере натурального числа N (в обычном для компьютера двоичном формате) понадобится  битов.

[Информационная энтропия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F) — мера количества информации.

Оценка [асимптотической сложности](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) [рекурсивных алгоритмов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%8F), основанных на принципе «[разделяй и властвуй](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D0%B9_%D0%B8_%D0%B2%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83%D0%B9_(%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0))» — таких как [быстрая сортировка](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8B%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0), [быстрое преобразование Фурье](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8B%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%A4%D1%83%D1%80%D1%8C%D0%B5) и т. п.

Обычно числовые значения хранятся в памяти компьютера или специализированного процессора в формате [с плавающей запятой](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE_%D1%81_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B5%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D1%8F%D1%82%D0%BE%D0%B9). Если, однако, сложение и вычитание для группы данных выполняются редко, а умножение, деление, возведение в степень и извлечение корня — гораздо чаще, тогда имеет смысл рассмотреть возможность хранения таких данных в [логарифмическом формате](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%81%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F). В этом случае вместо числа хранится логарифм его модуля и [знак](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%B1%D0%B8%D1%82), и скорость вычислений благодаря свойствам логарифма значительно повышается. Логарифмический формат хранения был использован в нескольких системах, где доказал свою эффективность.[2]

* Теория музыки

Чтобы решить вопрос о том, на сколько частей делить [октаву](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B0), требуется отыскать рациональное приближение для . Если разложить это число в [непрерывную дробь](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BF%D1%80%D0%B5%D1%80%D1%8B%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%8C), то третья подходящая дробь (7/12) позволяет обосновать классическое деление октавы на 12 [полутонов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BD).[5]

* Психология и физиология

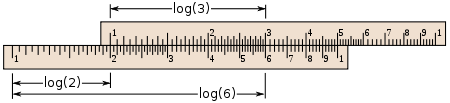
Человеческое [восприятие](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%8F%D1%82%D0%B8%D0%B5) многих явлений хорошо описывается логарифмическим законом.

[Закон Вебера — Фехнера](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%92%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B0_%E2%80%94_%D0%A4%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0) — эмпирический [психофизиологический](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%81%D0%B8%D1%85%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) закон, заключающийся в том, что интенсивность [ощущения](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%89%D1%83%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) пропорциональна логарифму интенсивности [стимула](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B8%D0%BC%D1%83%D0%BB) — [громкости звука](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%B0), [яркости](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D1%80%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) света.

[Закон Фиттса](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%A4%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%81%D0%B0): чем дальше или точнее выполняется движение организма, тем больше коррекции необходимо для его выполнения и тем дольше эта коррекция исполняется.

Время на принятие решения при наличии выбора можно оценить по [закону Хикса](http://en.wikipedia.org/wiki/Hick%27s_law). [10]

**§6 Логарифмическая шкала**

[](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Slide_rule_example2_with_labels.svg)

Логарифмическая шкала

[Неравномерная шкала](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%88%D1%82%D0%B0%D0%B1) десятичных логарифмов используется во многих областях науки. Для обеспечения вычислений она наносится на [логарифмические линейки](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D0%B0). Другие примеры:

* [Отношение сигнал/шум](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB/%D1%88%D1%83%D0%BC) в [радиотехнике](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0) и [электросвязи](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C).
* [Сейсмология](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) — [шкала Рихтера](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B0_%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%8F%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F).

Рихтер предложил для оценки силы землетрясения (в его эпицентре) десятичный логарифм перемещения (в микрометрах) иглы стандартного сейсмографа Вуда-Андерсона, расположенного на расстоянии не более 600 км от эпицентра: ML = lg A + f, где f — корректирующая функция, вычисляемая по таблице в зависимости от расстояния до эпицентра. Энергия землетрясения примерно пропорциональна A3/2, то есть увеличение магнитуды на 1,0 соответствует увеличению амплитуды колебаний в 10 раз и увеличению энергии примерно в 32 раза.

Эта шкала имела несколько существенных недостатков:

Рихтер использовал для градуировки своей шкалы малые и средние землетрясения южной Калифорнии, характеризующиеся малой глубиной очага.

Из-за ограничений используемой аппаратуры шкала Рихтера была ограничена значением около 6,8.

Предложенный способ измерения учитывал только поверхностные волны, в то время как при глубинных землетрясениях существенная часть энергии выделяется в форме объёмных волн.

В течение следующих нескольких десятков лет шкала Рихтера уточнялась и приводилась в соответствие с новыми наблюдениями. Сейчас существует несколько производных шкал, самыми важными из которых являются:

Магнитуда объёмных волн

mb = lg (A/T) + Q(D,h),

где A — амплитуда колебаний земли (в микрометрах), T — период волны (в секундах), и Q — поправка, зависящая от расстояния до эпицентра D и глубины очага землетрясения h.

Магнитуда поверхностных волн

Ms = lg (A/T) + 1,66 lg D + 3,30.

Эти шкалы плохо работают для самых крупных землетрясений — при M ~ 8 наступает насыщение.

* [Оптическая плотность](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) — мера поглощения света прозрачными объектами или отражения света непрозрачными объектами.
* [Фотографическая широта](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%88%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0) — характеристика светочувствительного материала.[13]
* [Шкала выдержек](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8B%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%BA%D0%B0_(%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE)) и [диафрагм](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D1%82%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%B5) в фотографии.
* [Теория музыки](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BC%D1%83%D0%B7%D1%8B%D0%BA%D0%B8) — нотная шкала, по отношению к частотам нотных звуков.[17]
* [Сельское хозяйство](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D1%85%D0%BE%D0%B7%D1%8F%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) — [основная гидрофизическая характеристика](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) почвы.
* [Теория управления](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) — [логарифмическая амплитудно-фазовая частотная характеристика](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%90%D0%A4%D0%A7%D0%A5).

Логарифмическая шкала особенно удобна в тех случаях, когда уровни измеряемой величины образуют [геометрическую прогрессию](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F), поскольку тогда их логарифмы распределены с постоянным шагом. Например, 12 полутонов классической [октавы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B0) образуют (приближённо) такую прогрессию со знаменателем \sqrt[12]{2} \approx 1{,}059. Аналогично, каждый уровень шкалы Рихтера соответствует в 10 раз большей энергии, чем предыдущий уровень. Даже при отсутствии геометрической прогрессии логарифмическая шкала может пригодиться для компактного представления широкого диапазона значений измеряемой величины.[10]

Логарифмическая шкала также широко применяется для оценки показателя степени в [степенных зависимостях](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F) и коэффициента в показателе экспоненты. При этом график, построенный в логарифмическом масштабе по одной или двум осям, принимает вид прямой, более простой для исследования.  
Логарифмические таблицы

[](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Abramowitz&Stegun.page97.agr.jpg)

Из свойств логарифма следует, что вместо трудоёмкого умножения многозначных чисел достаточно найти (по таблицам) и сложить их логарифмы, а потом по тем же таблицам (раздел «[Антилогарифмы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BC)») выполнить [потенцирование](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_(%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)), то есть найти значение результата по его логарифму. Выполнение деления отличается только тем, что логарифмы вычитаются.[12]

**§7 Вывод**

Рассмотренные мной примеры показывают, что знание математики (в таком объеме) нужно не только человеку непосредственно связанного с математикой, но и людям многих других специальностей. Хочется обратить внимание на то, что умение проводить расчеты является очень важной составляющей экономического анализа, особенно в случаях с принятием оптимального решения. Процессы размножения микроорганизмов, рост колоний бактерий, радиоактивный распад элементов, измерение скоростей химических реакций и т.п. имеют практическое применение логарифмов.

Итак, по проделанной работе можно сделать следующие выводы:

1. Рассмотрена мною история открытия логарифмов
2. Изучены основные логарифмические формулы и с помощью них решены соответствующие примеры
3. Я изучил области применения логарифмов в жизнедеятельности и приведены конкретные задачи по некоторым областям
4. Изготовил логарифмическую линейка, а также провел работу с ней.

**§8 Список использованной литературы:**

1. [Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике, 1978](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.92.D1.8B.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D1.81.D0.BA.D0.B8.D0.B9_.D0.9C._.D0.AF._.D0.A1.D0.BF.D1.80.D0.B0.D0.B2.D0.BE.D1.87.D0.BD.D0.B8.D0.BA_.D0.BF.D0.BE_.D1.8D.D0.BB.D0.B5.D0.BC.D0.B5.D0.BD.D1.82.D0.B0.D1.80.D0.BD.D0.BE.D0.B9_.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B5.D0.BC), с. 186.
2. [Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике, 1978](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.92.D1.8B.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D1.81.D0.BA.D0.B8.D0.B9_.D0.9C._.D0.AF._.D0.A1.D0.BF.D1.80.D0.B0.D0.B2.D0.BE.D1.87.D0.BD.D0.B8.D0.BA_.D0.BF.D0.BE_.D1.8D.D0.BB.D0.B5.D0.BC.D0.B5.D0.BD.D1.82.D0.B0.D1.80.D0.BD.D0.BE.D0.B9_.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B5.D0.BC), с. 184-186.
3. Швецов К. И., Бевз Г. П. Справочник по элементарной математике. Арифметика, алгебра. Киев: Наукова Думка, 1966. §40. Исторические сведения о логарифмах и логарифмической линейке.
4. [Корн Г., Корн Т. Справочник по математике, 1973](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.9A.D0.BE.D1.80.D0.BD_.D0.93..2C_.D0.9A.D0.BE.D1.80.D0.BD_.D0.A2._.D0.A1.D0.BF.D1.80.D0.B0.D0.B2.D0.BE.D1.87.D0.BD.D0.B8.D0.BA_.D0.BF.D0.BE_.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B5.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B8.D0.BA.D0.B51973), с. 34.
5. Алгебра и начала анализа. Учебник для 10-11 классов. 12-е издание, М.: Просвещение, 2002. Стр. 229.
6. Алгебра и начала анализа. Учебник для 10-11 классов. 12-е издание, М.: Просвещение, 2002. Стр. 233.
7. [Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике, 1978](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.92.D1.8B.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D1.81.D0.BA.D0.B8.D0.B9_.D0.9C._.D0.AF._.D0.A1.D0.BF.D1.80.D0.B0.D0.B2.D0.BE.D1.87.D0.BD.D0.B8.D0.BA_.D0.BF.D0.BE_.D1.8D.D0.BB.D0.B5.D0.BC.D0.B5.D0.BD.D1.82.D0.B0.D1.80.D0.BD.D0.BE.D0.B9_.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B5.D0.BC), с. 187.
8. [Элементарная математика, 1976](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.AD.D0.BB.D0.B5.D0.BC.D0.B5.D0.BD.D1.82.D0.B0.D1.80.D0.BD.D0.B0.D1.8F_.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B5.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B8.D0.BA.D0.B01976), с. 89.
9. Логарифмическая функция. // [Математическая энциклопедия (в 5 томах)](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Vinogradov_MatEnc_t3.djvu). — М.: [Советская Энциклопедия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B0%D1%8F_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%8F_(%D0%B8%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE)), 1982. — Т. 3.
10. [Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, 1966](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.A4.D0.B8.D1.85.D1.82.D0.B5.D0.BD.D0.B3.D0.BE.D0.BB.D1.8C.D1.86_.D0.93._.D0.9C._.D0.9A.D1.83.D1.80.D1.81_.D0.B4.D0.B8.D1.84.D1.84.D0.B5.D1.80.D0.B5.D0.BD.D1.86.D0.B8.D0.B0.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D0.BE.D0.B3.D0.BE_.D0.B8_.D0.B8.D0.BD.D1.82.D0.B5.D0.B3), Том I, стр. 159-160.
11. [Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике, 1978](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.92.D1.8B.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D1.81.D0.BA.D0.B8.D0.B9_.D0.9C._.D0.AF._.D0.A1.D0.BF.D1.80.D0.B0.D0.B2.D0.BE.D1.87.D0.BD.D0.B8.D0.BA_.D0.BF.D0.BE_.D1.8D.D0.BB.D0.B5.D0.BC.D0.B5.D0.BD.D1.82.D0.B0.D1.80.D0.BD.D0.BE.D0.B9_.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B5.D0.BC), с. 189.
12. [Клейн Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей, 1987](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.9A.D0.BB.D0.B5.D0.B9.D0.BD_.D0.A4._.D0.AD.D0.BB.D0.B5.D0.BC.D0.B5.D0.BD.D1.82.D0.B0.D1.80.D0.BD.D0.B0.D1.8F_.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B5.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B8.D0.BA.D0.B0_.D1.81_.D1.82.D0.BE.D1.87.D0.BA.D0.B8_.D0.B7.D1.80.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D1.8F_), с. 406.
13. [Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, 1966](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.A4.D0.B8.D1.85.D1.82.D0.B5.D0.BD.D0.B3.D0.BE.D0.BB.D1.8C.D1.86_.D0.93._.D0.9C._.D0.9A.D1.83.D1.80.D1.81_.D0.B4.D0.B8.D1.84.D1.84.D0.B5.D1.80.D0.B5.D0.BD.D1.86.D0.B8.D0.B0.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D0.BE.D0.B3.D0.BE_.D0.B8_.D0.B8.D0.BD.D1.82.D0.B5.D0.B3), Том I, стр. 164.
14. [Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, 1966](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.A4.D0.B8.D1.85.D1.82.D0.B5.D0.BD.D0.B3.D0.BE.D0.BB.D1.8C.D1.86_.D0.93._.D0.9C._.D0.9A.D1.83.D1.80.D1.81_.D0.B4.D0.B8.D1.84.D1.84.D0.B5.D1.80.D0.B5.D0.BD.D1.86.D0.B8.D0.B0.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D0.BE.D0.B3.D0.BE_.D0.B8_.D0.B8.D0.BD.D1.82.D0.B5.D0.B3), Том II, стр. 520-522.
15. [Корн Г., Корн Т. Справочник по математике, 1973](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.9A.D0.BE.D1.80.D0.BD_.D0.93..2C_.D0.9A.D0.BE.D1.80.D0.BD_.D0.A2._.D0.A1.D0.BF.D1.80.D0.B0.D0.B2.D0.BE.D1.87.D0.BD.D0.B8.D0.BA_.D0.BF.D0.BE_.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B5.D0.BC.D0.B0.D1.82.D0.B8.D0.BA.D0.B51973), с. 623.
16. [Свешников А. Г., Тихонов А. Н. Теория функций комплексной переменной, 1967](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.A1.D0.B2.D0.B5.D1.88.D0.BD.D0.B8.D0.BA.D0.BE.D0.B2_.D0.90._.D0.93..2C_.D0.A2.D0.B8.D1.85.D0.BE.D0.BD.D0.BE.D0.B2_.D0.90._.D0.9D._.D0.A2.D0.B5.D0.BE.D1.80.D0.B8.D1.8F_.D1.84.D1.83.D0.BD.D0.BA.D1.86.D0.B8.D0.B9_.D0.BA.D0.BE.D0.BC.D0.BF.D0.BB.D0.B), с. 92-94.
17. [Свешников А. Г., Тихонов А. Н. Теория функций комплексной переменной, 1967](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%EE%E3%E0%F0%E8%F4%EC#CITEREF.D0.A1.D0.B2.D0.B5.D1.88.D0.BD.D0.B8.D0.BA.D0.BE.D0.B2_.D0.90._.D0.93..2C_.D0.A2.D0.B8.D1.85.D0.BE.D0.BD.D0.BE.D0.B2_.D0.90._.D0.9D._.D0.A2.D0.B5.D0.BE.D1.80.D0.B8.D1.8F_.D1.84.D1.83.D0.BD.D0.BA.D1.86.D0.B8.D0.B9_.D0.BA.D0.BE.D0.BC.D0.BF.D0.BB.D0.B), с. 45-46, 99-100.
18. [*Болтянский В. Г.*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%82%D1%8F%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9,_%D0%92%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80_%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87)*, Ефремович В. А.* [Наглядная топология](http://www.mccme.ru/free-books/djvu/geometry/boltiansky-nagl-topo.htm). — М.: Наука, 1982. — С. 112. — (Библиотечка Квант, выпуск 21).
19. А.А.Корытин, Е.М.Мясоедов, Т.Г.Бельцова Задачник по химии, 2010. – 67-68.