ДОНЕЦКАЯ НАРОДНАЯ РЕСПУБЛИКА
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НАУКИ
УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"Донецкая Республиканская Малая Академия Наук учащейся молодежи"

Отделение: биология
Секция: фундаментальная биология

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГАРИФМОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗРИТЕЛЬНОГО ОПОЗНАВАНИЯ

Работу выполнила:
Удовика Елена Дмитриевна,
ученица 10-А класса
МОУ «Лицей «Интеллект»
города Донецка»
Научный руководитель:
Мигинская Людмила Михайловна,
учитель математики высшей категории,
старший учитель
МОУ «Лицей «Интеллект»
города Донецка»

Донецк-2017

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность

Анализ тематики создания логарифмов достаточно актуален и представляет научный и практический интерес. Активное изучение понятия и теории логарифмов началось еще в 16 веке. Именно в этот период резко возрос объем работ, связанных с приближенными вычислениями, в частности, при определении положения судов по звездам и Солнцу, **изучение магнитуды землетрясения** — величины, характеризующей энергию, выделившуюся при землетрясении **и др.**

Большой вклад в теорию логарифмов внес Непер. В своих работах «Канон о логарифмах», «Описание и построение удивительной таблицы логарифмов», где содержались определение логарифма, объяснение их свойств, таблицы вычисления логарифмов, принцип вычисления по таблицам.

В настоящее время значительно возросла интенсивность информационных потоков, связанных с логарифмами и их практическим применением. Теория и практика использования логарифмов связана с именами целого ряда математиков, физиологов, психологов: Г. Бригс, Э. Уингейт, У.Отред, Н. Меркатор, Д. Спейдел, К. Бремикер, Ф. Клейн, Г. Фехнер, Вавилов С.И. Однако учеными не проводилась параллель между математическими логарифмами и зрительными опознаваниями объектов. Ответом на вопрос взаимосвязи между зрением и логарифмами призвана стать данная работа на тему «Использование логарифмов при изучении зрительного опознавания».

Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и экспериментальной проверке взаимосвязи математических логарифмов с особенностями зрительного опознавания.

Исходя из цели исследования, в работе предусмотрено выполнить следующие **задачи:**

1. Проанализировать взгляды ученых на теорию логарифмов;

2. Раскрыть сущность понятия “логарифмы”;
3. Рассмотреть возможность использования логарифмов в жизнедеятельности человека.
4. Выявить взаимосвязь между математическими логарифмами и зрением человека.
5. Определить возможности использования логарифмов при изучении зрительного опознавания объектов.

Объектом исследования является: математические логарифмы в жизнедеятельности человека.

Предметом исследования – связь математических логарифмов со зрительным опознаванием объектов.

Гипотеза исследования базируется на предположении о том, что существует связь между зрительным опознаванием объектов и математическими логарифмами.

Для решения поставленных в исследовании задач и проверки гипотезы были использованы следующие **методы:** исторического анализа, измерения, дедукции, от абстрактного к конкретному и др.

Научная значимость данной работы состоит в том, чтобы оптимизировать и упорядочить существующую научно-методологическую базу по исследуемой проблеме еще одним независимым авторским исследованием. Это позволит систематизированный материал использовать на уроках биологии при изучении темы «Глаз», а также на уроках математики, физики, химии, астрономии и достойно продемонстрировать их на уроках.

Практическая значимость состоит в том, что в работе доказана необходимость применения логарифмов в различных сферах жизнедеятельности человека, в частности в медицине, в связке «логарифм-глаз» и являются жизненной необходимостью. Пользование предложенным в работе материалом позволит учащимся расширить свои знания.

Для этого необходимо изучить историю создания логарифмов, теорию логарифмов, исследовать области применения логарифма. Доказать на конкретном примере применение логарифма в зрительном опознавании объекта.

РАЗДЕЛ 2

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1.История логарифма

На протяжении 16 века быстро возрастало количество приближенных вычислений, связанных с повседневной жизнью. Совершенствование инструментов, исследование планетных движений и другие работы потребовали колоссальных, иногда многолетних, расчетов. Потребность в сложных расчётах быстро росла. Значительная часть трудностей была связана с умножением и делением многозначных чисел. В ходе расчётов, Неперу пришла в голову идея: заменить трудоёмкое умножение на простое сложение, сопоставив с помощью специальных таблиц. Термин «ЛОГАРИФМ» возник из сочетания греческих слов logos (здесь — отношение) и arithmos (число),которое означало “число отношений”.

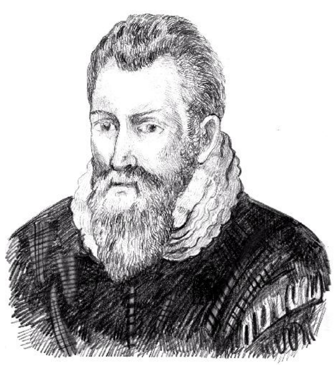

Рис.2.1

Его «Канон о логарифмах» начинался так: «Осознав, что в математике нет ничего более скучного и утомительного, чем умножение, деление, извлечение квадратных и кубических корней, и что названные операции являются бесполезной тратой времени и неиссякаемым источником неуловимых ошибок, я решил найти простое и надежное средство, чтобы избавиться от них». В 1614 году Непер опубликовал в Эдинбурге сочинение под названием «Описание удивительной таблицы логарифмов», на латинском языке. Там было краткое описание логарифмов и их свойств, а также 8-значные таблицы логарифмов синусов, косинусов и тангенсов, с шагом 1'.Сочинение было разделено на 2 книги, из которых первая посвящена логарифмам, а вторая - плоской и сферической тригонометрии, причем служит практическим пособием по первой. Более развёрнутое описание содержалось в другом труде, изданном посмертно его сыном; там же Непер пояснил, как он составлял свои таблицы. К сожалению, все значения таблицы Непера содержали вычислительную ошибку после шестого знака. Однако это не помешало новой методике вычислений получить широчайшую популярность, и составлением логарифмических таблиц занялись многие европейские математики, включая Кеплера.

С точки зрения вычислительной практики, изобретение логарифмов по возможности можно смело поставить рядом с другими, более древним великим изобретением индусов - нашей десятичной системы нумерации.Через десяток лет после появления логарифмов Непера английский ученый Гунтер изобрел очень популярный прежде счетный прибор - логарифмическую линейку. Она помогала астрономам и инженерам при вычислениях, позволяла быстро получать ответ с достаточной точностью в три значащие цифры.Теория логарифмов связана с именами целого ряда математиков: Генри Бригс, Эдмунд Уингейт, Уильям Отред, Н. Меркатор, Джон Спейдел, К. Бремикер, Ф. Клейн, Коши. Логарифмы с основанием ввел учитель математики Спейдел. Слово основание заимствовано из теории о степенях и перенесено в теорию логарифмов Эйлером. Глагол “логарифмировать” появился в 19 веке у Коппе. Коши первый предложил ввести различные знаки для десятичных и натуральных логарифмов. Обозначения, близкие к современным ввел немецкий математик Прингсхейм в 1893 году. Именно он обозначал логарифм натурального числа через ln. Определение логарифма как показателя степени данного основания можно найти у Валлиса (1665 год), Бернулли (1694 год). натурального числа через ln.

2.2.Определение и свойства логарифма

График логарифмической функции

Функцию вида $y = \log_a(x)$, где a любое положительное число не равное единице, называют логарифмической функцией с основанием a. Здесь и далее для обозначения логарифма мы будем использовать следующую нотацию: $\log_a(b)$ - данная запись будет обозначать логарифм b по основанию a.

Основные свойства логарифмической функции:

1. Областью определения логарифмической функции будет являться все множество положительных вещественных чисел. Для краткости его еще обозначают. Очевидное свойство, так как каждое положительное число имеет логарифм по основанию a.
2. Областью значения логарифмической функции будет являться все множество вещественных чисел.
3. Если основание логарифмической функции $a>1$, то на всей области определения функции возрастает. Если для основания логарифмической функции выполняется следующее неравенство $0<a$
4. График логарифмической функции всегда проходит через точку (1;0).
5. Возрастающая логарифмическая функция, будет положительной при $x>1$, и отрицательной при $0<x<1$.
6. Убывающая логарифмическая функция, будет отрицательной при $x>1$, и положительной при $0<x<1$:

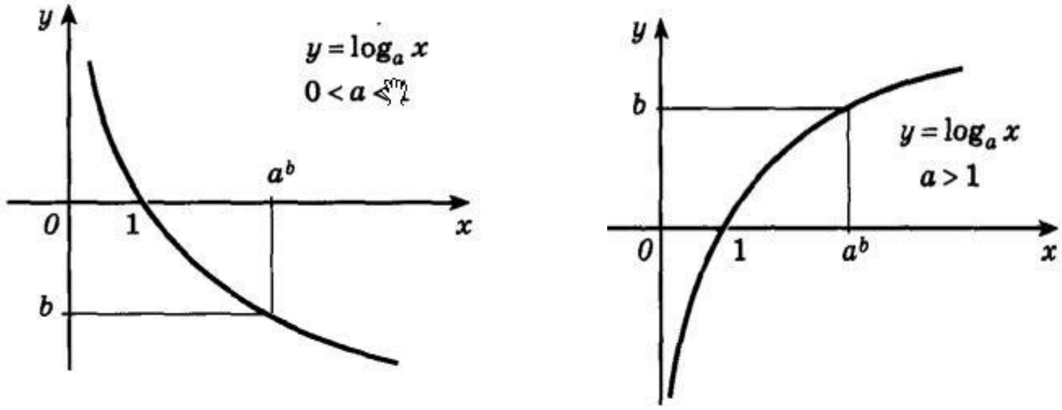

Рис.2.2

7.Функция не является четной или нечетной. Логарифмическая функция – функция общего вид.

8.Функция не имеет точек максимума и минимума.

Если построить в одной оси координат показательную и логарифмическую функции с одинаковыми основаниями, то графики этих функций будут симметричны относительно прямой y = x. Данное утверждение показано на следующем рисунке (Рис.1.Рис1.4).

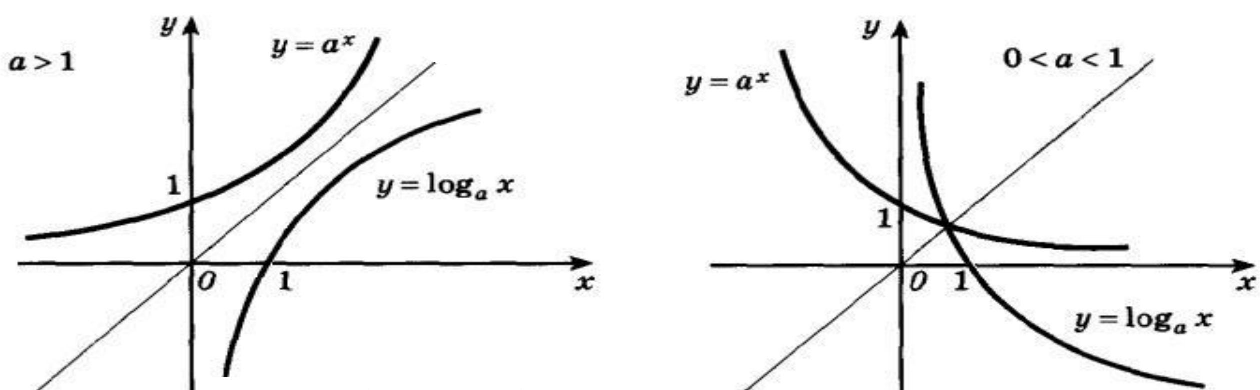

Рис.2.3

Свойства логарифмов:

1. $a^{\log_a b} = b$ - <u>основное логарифмическое тождество</u>.
2. $\log_a a = 1, a > 0, a \neq 1$-основанию равен нулю.

Это возможно потому, что из любого

3. $\log_a 1 = 0, a > 0, a \neq 1$

Логарифм единицы по любому положительному, отличному от 1, действительного числа можно получить 1 только возведя его в нулевую степень.

4. $\log_a (bc) = \log_a b + \log_a c$ - логарифм произведения.

Логарифм произведения равен сумме логарифмов сомножителей.

5. $\log_a \frac{b}{c} = \log_a b - \log_a c$ - логарифм частного.

Логарифм частного (дроби) равен разности логарифмов сомножителей.

6. $\log_a b^p = p \cdot \log_a b$ - логарифм степени.

Логарифм степени равен произведению показателя степени на логарифм ее основания.

7. $\log_{a^k} b = \frac{1}{k} \cdot \log_a b$

8. $\log_a b = \frac{1}{\log_b a}$

9. $\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$ - переход к новому основанию.

2.3.Применение логарифмов

Логарифмы широко используется в различных областях наук:

<u>в физике</u> — интенсивность звука (децибелы), оценивается также уровнем интенсивности по шкале децибел;

число децибел $N=10\lg(I/I_0)$, где I — интенсивность данного звука

$$\mathbf{N(t) = N_0 e^{-\lambda t}},$$

$T_{1/2} = \ln 2/\lambda = 0.693/\lambda$

$\ln x=\log_e x$

e=2,718281828459045...

Радиоактивный распад. Изменение массы радиоактивного вещества происходит по формуле $m = m_0 \cdot e^{-\frac{\lambda}{t}}$, где m_0 - где масса вещества в начальный период времени t=0, m - масса вещества в момент времени t,

$$r = \frac{T}{\ln 2}$$

T - период полураспада. Это означает, что через время T после начального момента времени, масса радиоактивного вещества уменьшается вдвое.

<u>в астрономии</u>

Если известна видимая звёздная величина и расстояние до объекта, можно вычислить абсолютную звёздную величину по формуле:

$$M = m - 5\lg\frac{d}{d_0} \qquad \lg\frac{L}{L_\odot} = 0,4(M_\odot - M)$$

Яркость звезд. Астрономы распределяют звезды по степеням видимой яркости на светила первой величины, второй величины, третьей и т.д. Последовательные воспринимаются глазом, как члены арифметической прогрессии. Но физическая яркость их изменяется по иному закону: объективные яркости составляют геометрическую прогрессию со знаменателем 2,5. Легко понять, что «величина» звезды представляет собой не что иное, как логарифм ее физической яркости. Оценивая видимую яркость звезд, астроном оперирует с таблицей логарифмов, составленной по основанию 2,5 (по договоренности между астрономами всего мира в настоящее время принимается, что блеск звезды 1-й величины в 2,5 раза превосходит блеск звезды 2-ой величины).

в химии

Водородный показатель, "pH ", — это мера активности ионов водорода в растворе, количественно выражающая его кислотность, вычисляется как отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов, выраженной в молях на литр: mbox{pH} = -lg left [mbox{H}+ ight]

в сейсмологии:

При вычислении магнитуды.

Магнитуда землетрясения — величина, характеризующая энергию, выделившуюся при землетрясении в виде сейсмических волн**.**

в музыке. Играя по клавишам современного рояля, музыкант играет, собственно

Рис.2.5

говоря, на логарифмах. И действительно, так называемые «ступени» темперированной хроматической гаммы, не расставлены на равных расстояниях ни по отношении к числам колебаний, ни по отношению к длинам волн соответствующих звуков, а представляют собой логарифмы этих величин. Основание этих логарифмов равно 2.

Номера клавишей рояля представляют собой логарифмы чисел - колебаний соответствующих звуков (умноженные на 12).

Мы даже можем сказать, что номер октавы представляет собой целую часть (характеристику) логарифма числа колебаний этого тона, а номер звука в данной октаве, деленный на 12 - дробную часть (мантиссу) этого логарифма.

Для построения гаммы гораздо удобнее пользоваться, оказывается, логарифмами соответствующих частот: $\log_2 w0$, $\log_2 w1$... $\log_2 wm$.

2.4.Логарифмическая спираль

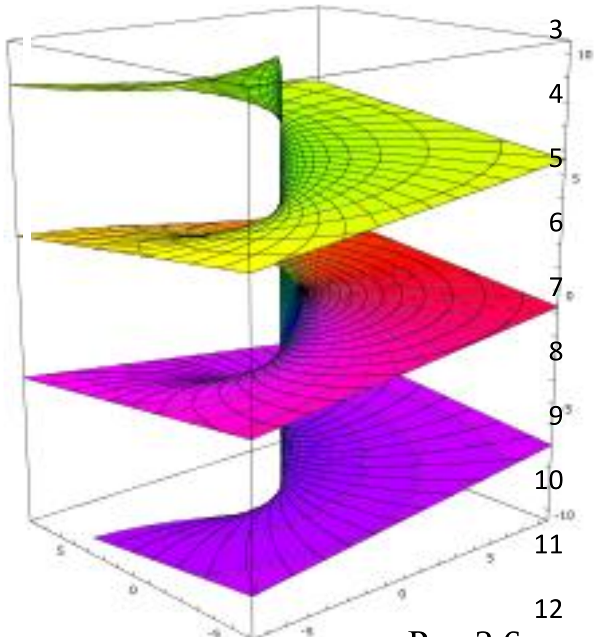

Рис.2.6

Спираль – это плоская кривая линия, многократно обходящая одну из точек на плоскости, называемую полюсом спирали. Логарифмическая спираль является траекторией точки, которая движется вдоль равномерно вращающейся прямой, удаляясь от полюса со скоростью, пропорциональной пройденному расстоянию. Точнее, в логарифмической спирали углу поворота пропорционален логарифм этого расстояния. Спираль называется логарифмической, потому что уравнение, описывающее эту спираль, содержит логарифмы. Эта спираль имеет бесконечное множество витков, она не проходит через свой полюс. Логарифмическую спираль называют равноудаленной спиралью, это связано с тем, что в любой точке логарифмической спирали угол между касательной к ней и радиус - вектором сохраняет постоянное значение.

Особенности логарифмической спирали поражали не только математиков. Ее свойства удивляют и биологов, которые считают именно эту спираль своего рода стандартом биологических объектов самой разной природы.

Раковина улитки.

Немецкий биолог Румблер в 1910 году выдвинул теорию постоянного краевого угла при построении раковин улиток. Он исходил из того, что материал, из которого строятся раковины, вначале должен быть жидким, и в жидком состоянии попадает на край уже существующей части раковины где, естественно, всегда образуется постоянный краевой угол. Под этим углом жидкость затвердевает, и снова начинается та же игра. Раковина улитки представляет собой логарифмическую спираль.

Рис.2.7

Полет бабочки. Ночные бабочки, которые пролетают большие расстояния, ориентируясь по параллельным лунным лучам, инстинктивно сохраняют постоянный угол между направлением полета и лучом света. Если они ориентируются на пламя свечи, то инстинкт их подводит, и бабочки попадают в пламя по логарифмической спирали.

Рис.2.8

Звездные галактики. 1845 г. английский астроном лорд Росс (Уильям Парсонс) с помощью телескопа со 180-сантиметровым металлическим зеркалом обнаружил целый класс туманностей в виде логарифмической

Рис.2.9

спирали, самым ярким примером которых явилась туманность в созвездии Гончих Псов.

Природа этих туманностей была установлена лишь в первой половине XX столетия. Спиральные туманности – это огромные звездные системы, сравнимые с нашей Галактикой.

С тех пор их и стали называть галактиками. Немало усилий пришлось приложить астрономам, чтобы описать свойства спиральных галактик с помощью логарифмов. В спиральных ветвях наблюдается повышение плотности, как звезд, так и межзвездного вещества – пыли и газа.

Повышенная плотность газа ускоряет образование и последующее сжатие газовых облаков и тем самым стимулирует рождение новых звезд. Поэтому спиральные ветви являются местом интенсивного звездообразования.

2.5.Применение логарифмов в сферах жизнедеятельности человека

Народонаселение. Изменение количества людей в стране на небольшом отрезке времени с хорошей точностью описывается формулой $N = N_0 \cdot e^{\lambda t}$, где N_0 - число людей при t=0, N - число людей в момент t, λ - некоторая константа.

Формула Циолковского. Эта формула, связывающая скорость ракеты V с ее массой m: $V = V_r \cdot Ln \frac{m_0}{m}$,где Vr - скорость вылетающих газов, m_0 - стартовая масса ракеты.

Скорость истечения газа при сгорании топлива Vr невелика (в настоящее время она меньше или равна 2 км/с). Логарифм растет очень медленно, и для того чтобы достичь космической скорости, необходимо сделать большим отношение $\frac{m_0}{m}$, т.е. почти всю стартовую массу отдать под топливо.

Звукоизоляция стен. Коэффициент звукоизоляции стен измеряется по формуле $D = A \cdot Lg \frac{p_0}{p}$, где p_0 - давление звука до поглощения, p - давление звука, прошедшего через стену, A - некоторая константа, которая в расчетах принимается равной 20 децибелам. Если коэффициент звукоизоляции D равен, например 20 децибел, то это означает, что $Lg \frac{p_0}{p} = 1$ и $p_0 = 10p$, т.е. стена снижает давление звука в 10 раз. Такую изоляцию имеет деревянная дверь.

Логарифмы в психологии. Ощущения, воспринимаемые органами чувств человека, могут вызываться раздражениями, отличающимися друг от друга во много миллионов и даже миллиардов раз. Удары молота о скользкую плиту в сто раз громче, чем тихий шелест листьев, а яркость вольтовой дуги в триллионы раз превосходит яркость какой-нибудь слабой звезды, едва видимой на ночном небе. Но никакие физиологические процессы не позволяют дать такого диапазона ощущений. Опыты показали, что организм как бы «логарифмирует» полученные им раздражения, т. е.

величина ощущения приблизительно пропорциональна десятичному логарифму величины раздражения. Интенсивность ощущения пропорциональна логарифму интенсивности стимула— громкости звука, яркости света.

РАЗДЕЛ 3

ЗРИТЕЛЬНОЕ ОПОЗНАВАНИЕ ПРЕДМЕТА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЛОГАРИФМА.

С первого же дня появления младенца на свет зрение помогает ему познавать мир. Где же кончается зрительный аппарат и начинается мозговая деятельность? Физиолог Альфред Лукьянович Ярбус открыл следующий факт. Наша сетчатка окаймлена полоской, которая генерирует один и тот же цвет – «светло-серый ». Он назвал ее полоской «нуль - цвета».

Именно в сравнении с «нуль - цветом» постигается всякий цвет. Сравнение осуществляется на границе поля зрения с периферийной полоской нуль - цвета так, как будто выполняется соответствующее математическое действие над двумя числами. Первое из которых число – сигнал, который характеризует степень возбуждения фоторецепторов сетчатки, второе – сигнал рецепторов периферии.

Количественное сравнение таких чисел – сигналов осуществляется с помощью вычитания их логарифмов. Светло – красный, светло – зеленый, и светло – синий цвета считаются основными красками положительной яркости. Каждому их них соответствует положительная разность логарифмов.

Если эти три положительный яркости одинаковы - мы видим белый цвет. Тона отрицательной яркости - черно-сине-зеленый, черно-пурпурный, черно-оранжевый. Каждому из них соответствует отрицательная разность логарифмов. Равенство трех отрицательных разностей создает восприятие черного цвета. Все остальные цвета – это комбинации положительных и отрицательных логарифмов.

Итак, два математических действия логарифмирование и вычитание вписались в модель физиологического восприятия человеческим глазом цветов радуги.

Например, на сетчатку проецировался синий цвет, однако на периферию сетчатки он не попадает, так как там всегда «нуль-цвет». Синий цвет сравнивается с «нуль - цветом» и мгновенно вырабатываются сведения о разности логарифмов чисел –

сигналов, и наш мозг выполняет команду выработать синий цвет. Установлено, что в сетчатке глаза цветовые фотоприемники – колбочки – именно трех родов: у одних максимальна чувствительность к желтым лучам, других к зеленым, у третьих к синим. Чувствительность колбочек к частоте световых колебаний очень высока. Природа не поставила никаких светофильтров перед фоторецепторами нашей сетчатки, однако, она создала несколько разновидностей светочувствительных пигментов. Каждый из них лучше всего ловит «свои» порции света и электромагнитных колебаний. Глаз человека – система невероятно высокочувствительная. Академик Сергей Иванович Вавилов писал в книге «Глаз и Солнце», что порог раздражения палочек, с помощью которых мы видим ночью, эквивалентен силе света обыкновенной свечи, рассматриваемой с расстояния двухсот километров. Тогда на кусочек сетчатки, где находится примерно 400 палочек, попадает всего лишь шесть – девять квантов. Такой механизм зрительного опознавания объясняет, почему левое полушарие лучше справляется с задачами «Установить сходство», а правое – с задачами «Установить различие», а также, почему при анализе сходства мозг ошибается чаще, нежели при анализе различия .Надежность опознания рисунка зависит не только от длительности предъявления, но и от того, было ли известно смотрящему, какой набор картинок ему покажут **.Сто пятьдесят миллисекунд** (пятнадцать сотых секунды), обычное время для нетренированных участников опыта. А тот, кому картинки знакомы, работает быстрее. Насколько — это уже связано с числом рисунков, которые он ожидает увидеть. Чтобы опознать одно изображение из возможных двух, хватит пятнадцати миллисекунд, вдесятеро меньше, чем затратит нетренированный коллега.

Возможных изображений стало четыре — время опознания возрастает вдвое, восемь картинок увеличивают его втрое, шестнадцать — вчетверо...

Формула, согласно которой действует механизм и время опознания очень проста: $\mathbf{X = 15log_2Y}$, где X – время опознания в миллисекундах, а Y – число картинок, среди которых надо сделать выбор.

X = 15log2Y

Формула 3.1

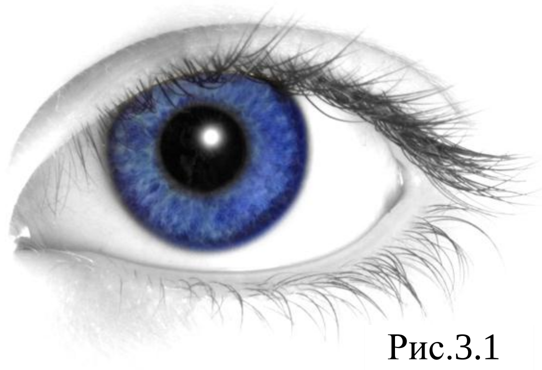

Рис.3.1

График времени опознания выглядит так:

Таблица 3.1

x	5	10	5	20	30	40	50
y	34,5	49,5	8,5	64,5	73,6	79,5	84,7

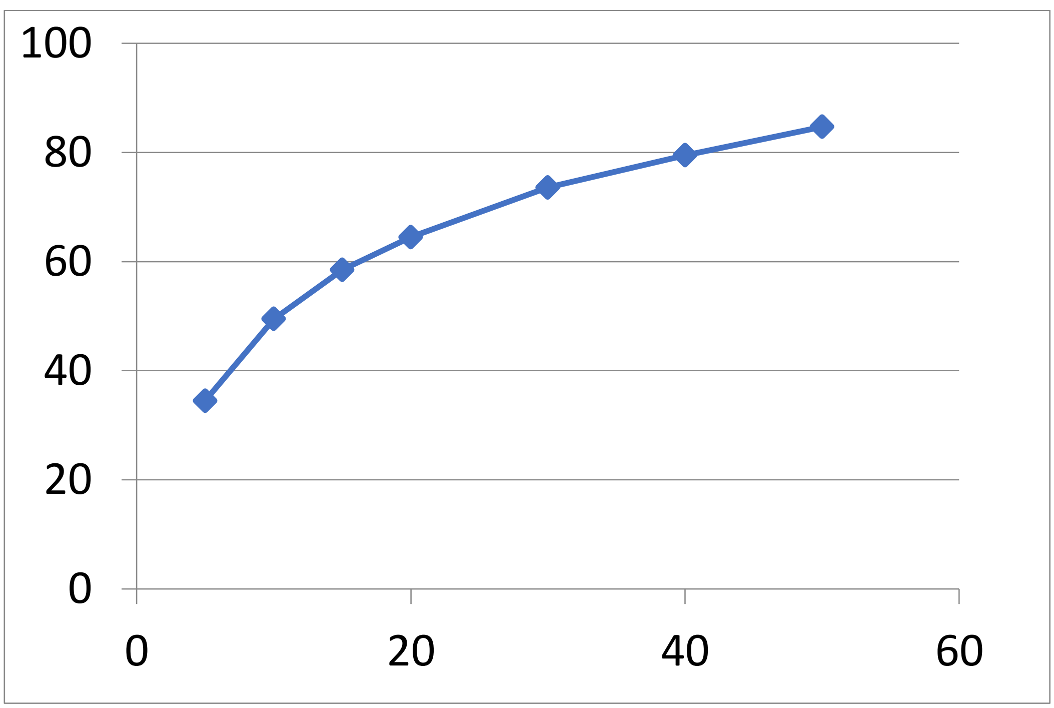

Рис.3.2

Таблица 3.2

x	2	3	5	6	8	10
y	15	23,7	34,8	38,8	45	49,8

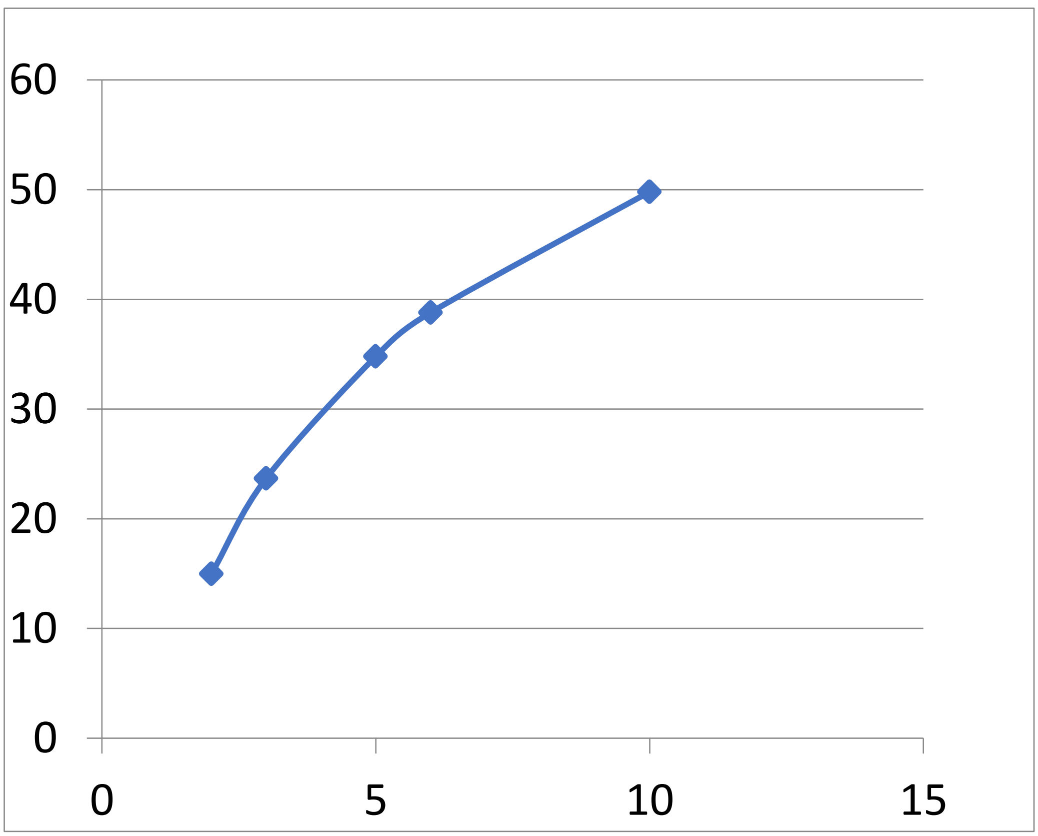

Рис.3.3

Путем измерения опознания сходства выбранных картинок подсчитала время на секундомере и построила график зависимости количества картинок от времени опознания в миллисекундах, что явилось доказательством правильности формулы .(Рис.2.3)

Рис.3.4

Рис.3.5

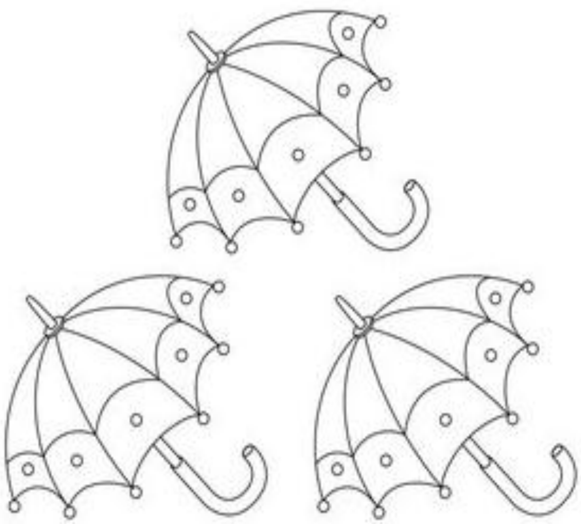

Рис.3.6

Рис.3.7

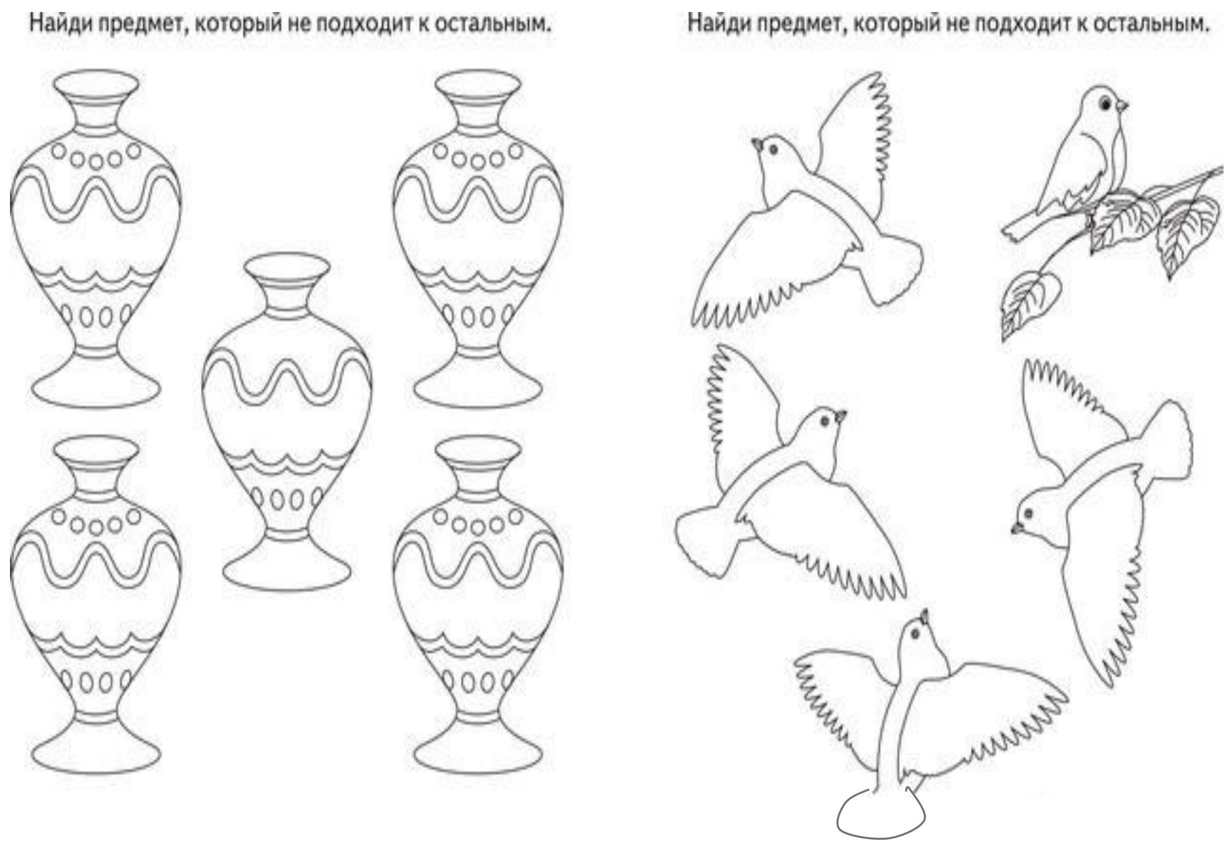

Рис.3.8

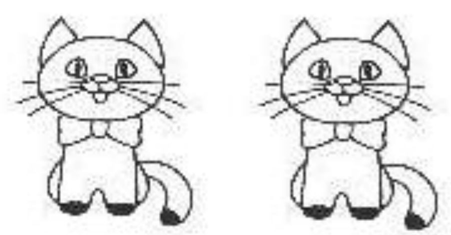

Рис.3.9

Исходя из экспериментов Вебера, другой немецкий физиолог и психолог Г.Фехнер сформулировал знаменитый закон Вебера — Фехнера:Ощущения растут в арифметической прогрессии,когда раздражение растет в геометрической прогрессии.

Приведено и математическое выражение закона:

E=a1og I+b, где E — мера ощущения, a и b — константы, I — мера раздражения.

Английский ученый Харлайн регистрировал нервные импульсы, идущие по одиночному нервному волокну от глаза к мозгу, у мече (морского членистоногого). На графике он показал зависимость частоты импульсации от яркости света.

Шкала на горизонтальной оси, неравномерна, нелинейна: при сдвиге на одно деление аргумент (яркость) меняется не на одну и ту же величину, а в одно и то же число раз, поэтому мы имеем дело с функцией, обратной к показательной, т. е. с логарифмической; иными словами, нейроны глаза мечехвоста превращают геометрическую прогрессию раздражений в арифметическую прогрессию сигналов. Как уже говорилось выше.

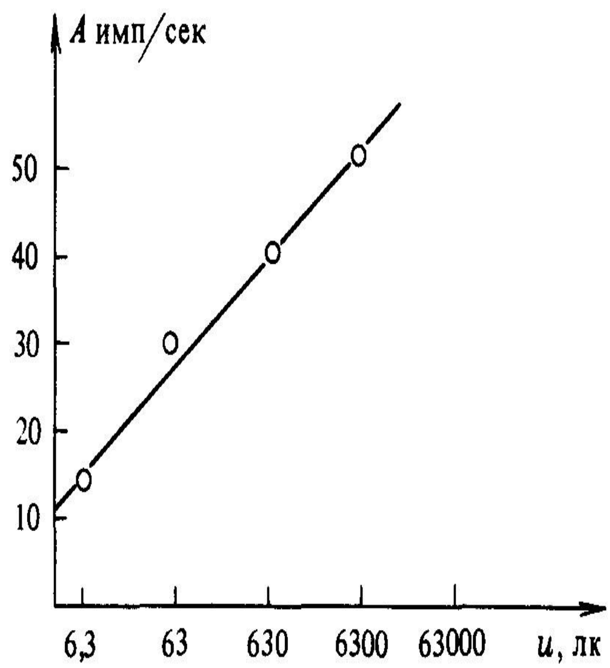

Рис.3.10

ВЫВОДЫ

Таким образом, была проведена работа по изучению и систематизации истории возникновения понятия «логарифм», названы некоторые имена ученых, которые работали над проблемой необходимости введения этого понятия и использования во многих сферах науки и жизнедеятельности. Подробно рассмотрен вопрос опознавания предмета в зависимости от логарифма. теоретически обоснована и экспериментально проверена взаимосвязь математических логарифмов с особенностями зрительного опознавания.

Проведено практическое исследование применения одной из формул зрительных ощущений, результаты исследований отражены в виде графиков. Выявлена взаимосвязь между математическими логарифмами и зрением человека, определена возможность использования логарифмов при изучении зрительного опознавания объектов.

Исходя из того, что в настоящее время значительно возросла интенсивность информационных потоков, из которых трудно систематизировать сведения по рассмотренной проблеме, поэтому данный материал может быть использован, как пособие при изучении темы «Логарифмы» и как дополнительный материал на уроках биологии, физики, химии и других предметов.

Однако, здесь использованы не все материалы, но, тем не менее, основные из них.

В перспективах развития данного вопроса может быть его дальнейшее усовершенствование. В частности, подробное изучение закона Вебера — Фехнера: Ощущения растут в арифметической прогресии, а мера раздражения в геометрической прогрессии и математического выражения этого закона:

$E=a1og\ I+b$, где E — мера ощущения, a и b — константы, I — мера раздражения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов Ш.А. Алгебра и начала анализа.- М.:Просвещение,1994.
2. Большая электронная энциклопедия «Кирилл и Мефодий»: 2004
3. Виленкин Н.Я. Алгебра и математический анализ.- М.:Мнемозина,2004.
4. Большой биологический энциклопедический словарь, коллектив авторов, год 2005 Издательство: Директмедия: 2006.
5. Гнеденко Б. В. Очерки по истории математики в России, издание 2-е. — М.: КомКнига, 2005. — С. 66. — 296 с
6. Лиман М.М. Школьникам о математике и математиках.- М.:Просвещение,1981.
7. Логарифмическая спираль. Математический энциклопедический словарь, 1988
8. Успенский Я.В. Очерк истории логарифмов. 1923
9. Самсонов П.И. Математика: Полный курс логарифмов. Естественно – научный профиль.-М: Школьная Пресса, 2005.-208 с.(“Математика в школе”.Вып. 32.)
10. Шахмейстер А.Х. Логарифмы.-2-е изд., исправленное и дополненное - СПб.: «ЧеРо-наНеве»,2005.
11. Энциклопедия для детей. Т. 11. Математика. - М.: Аванта+, 1998.