

Краевая научно-практическая конференция учебно-исследовательских и
проектных работ учащихся 6-11 классов
«Прикладные и фундаментальные вопросы математики»

Как измерить высоту предмета

Петрова Екатерина Олеговна
7 кл., МАОУ « Гимназия 8» г.Перми
Коньшина Елена Викторовна
Учитель математики
МАОУ « Гимназия 8» г.Перми

Пермь, 2016

Оглавление

Введение	3
Глава I. Теоретическая часть.....	3
Биография Фалеса Милетского.....	3
Легенда об измерении высоты пирамиды Фалесом	4
Понятие подобных фигур	5
Глава II. Практическая часть Определение высоты по тени	6
Определение высоты методом Жюля Верна	7
Определение высоты с помощью высотомера	9
Инструкция по использованию прибора.....	11
Выводы	13
Литература	13

Введение

Существует много различных способов определения высоты предмета. Самый легкий и самый древний тот, которым Фалес определил высоту пирамиды в Египте.

Гипотеза – метод определения высоты предмета по его тени является не очень точным.

Предмет исследования – определение высоты предмета.

Цель работы: апробация различных методов измерения высоты предмета на практике.

Задачи: изучить литературу по данной теме; изготовить макет пирамиды; провести эксперимент по определению высоты пирамиды, изготовить высотометр и апробировать его на практике.

Методы исследования: анализ литературы, эксперимент, сравнение результатов.

Глава I. Теоретическая часть

Биография Фалеса Милетского

Фалес Милетский –(642-548 г.г. до н.э.)- человек, который обрёл славу одного из «семи мудрецов» древности. Фалес родился в городе Милет на ионийском побережье Малой Азии в семье богатого торговца- финикийца. Сообщается, что Фалес был торговцем и много путешествовал. Некоторое время жил в Египте, в Фивах и Мемфисе где учился у жрецов, изучил причины наводнений, продемонстрировал способ измерения пирамид. Считается, что именно он привёз геометрию из Египта и познакомил с ней греков. Фалес сделал ряд открытий в области астрономии: установил время равноденствий и солнцестояний, определил продолжительность года, впервые наблюдал Малую Медведицу и т. п. Особенную славу ему принесло предсказание солнечного затмения, происшедшего 585 г. до н. э. Фалес был не только философом и учёным, но также государственным и общественным деятелем. Вот почему он был причислен к группе «семи мудрецов» древности. Семь мудрецов — особо чтимые древнегреческие политики и философы VII—VI веков до н. э. Разные источники в качестве «семи мудрецов» называют несколько имён в различных комбинациях. Однако в их число неизменно включаются четверо: Фалес, Солон, Биант, Питтак.

Фалесу принадлежат высказывания, которые актуальны и в настоящее время:

- Всегда и у всех учись лучшему.
- Что легко? - Давать советы другим
- В себе ищи недостатки, а в людях - заслуги.

- Думая о плохом, получите плохое, думая о хорошем - получите хорошее.
- О друзьях должны помнить не только в присутствии их, но и в отсутствие.

Легенда об измерении высоты пирамиды Фалесом



Рис 1.

Пирамида Хеопса (рис.1) – является седьмым чудом света и одной из крупнейших египетских пирамид. Архитектором Великой пирамиды считается Хемиун, визирь и племянник Хеопса. Более трёх тысяч лет пирамида являлась самой высокой пирамидой на Земле. Изначально высота пирамиды Хеопса составляла 146,6 метра. Но время безжалостно растворило 7 метров и 85 сантиметров это величественной конструкции. Несложные подсчеты

покажут, что теперь пирамида имеет высоту 138 метров и 75 сантиметров. Периметр пирамиды 922 метра, площадь основания 53 000 квадратных метров (сравнима с площадью 10 футбольных полей). Ученые посчитали общий вес пирамиды, который составил более 5 миллионов тонн.

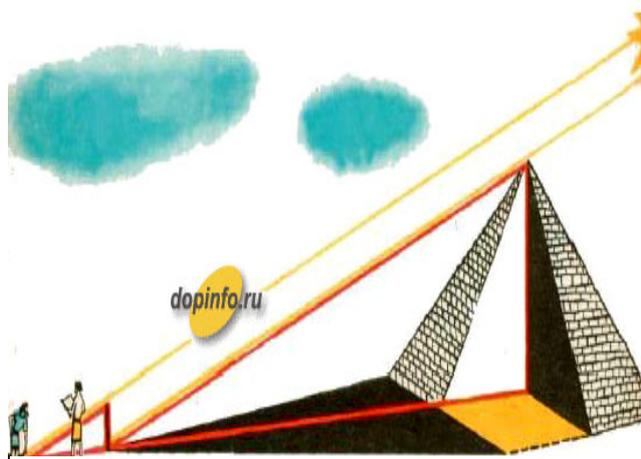


Рис.2

С пирамидой связано много таинственных историй и легенд. В один из жарких дней Фалес вместе с главным жрецом храма Изиды прогуливался мимо пирамиды Хеопса.

- Знает ли кто – либо, какова её высота?- спросил он.

- Нет, сын мой, - ответил ему жрец,- древние папирусы не сохранили нам этого.

- Но ведь определить высоту пирамиды можно совсем точно и прямо сейчас!- воскликнул Фалес.

- Вот смотрите,- продолжал Фалес,- именно в это время, какой бы мы предмет не взяли, тень от него, если поставить его вертикально, точно высоте предмета.

Чтобы воспользоваться тенью для решения задачи о высоте пирамиды, надо было знать уже некоторые геометрические свойства треугольника, - именно следующие два (из которых первое Фалес открыл сам):

1. Что углы при основании равнобедренного треугольника равны, и обратно – что стороны, лежащие против равных углов треугольника, равны между собою;
2. Что сумма углов всякого треугольника равна двум прямым углам.

Только вооружённый этим знанием Фалес вправе был заключить, что, когда его собственная тень равна его росту, солнечные лучи встречают ровную почву под углом в половину прямого, и следовательно, вершина пирамиды, середина её основания и конец её тени должны обозначить равнобедренный треугольник [2].

Этим простым способом очень удобно, казалось бы, пользоваться в ясный солнечный день для измерения одиноко стоящих деревьев, тень которых не сливается с тенью соседних. Но в наших широтах не так легко, как в Египте, подстеречь нужный для этого момент: Солнце у нас низко стоит над горизонтом, и тени бывают равны высоте отбрасываемых их предметов лишь в околополуденные часы летних месяцев. Поэтому способ Фалеса в указанном виде применим не всегда.

Понятие подобных фигур

Одинаковые по форме, но разные по величине фигуры называются подобными. Подобие фигур издавна применялось на практике, например при землемерных работах. Ещё в Древнем Египте при строительстве пирамид использовались математические знания в области пропорций. В толковом словаре можно найти следующее определение термина пропорция (лат. сл. «Proportio»- соотношение)- это отношение между несколькими (двумя или более) соразмерными величинами. Одинаковые по форме, но различные по величине фигуры встречаются в вавилонских и египетских памятниках. В сохранившейся погребальной камере отца Фараона Рамсеса II имеется стена, покрытая сетью квадратиков, с помощью которой на стену перенесены в увеличенном виде рисунки меньших размеров. Учение о подобии фигур на основе теории отношений и пропорции было создано в Древней Греции в V—IV вв. до н. э. Оно изложено в VI книге «Начал» Евклида(III век до нашей эры), начинающиеся следующим определением: «Подобные прямолинейные фигуры суть те, которые имеют соответственно равные углы и пропорциональные стороны» [1].

Подобные треугольники — треугольники, у которых углы соответственно равны, а стороны одного пропорциональны сходственным сторонам другого треугольника. **Признаки подобия треугольников** — геометрические признаки, позволяющие установить, что два треугольника являются подобными без использования всех элементов.

Если два угла одного треугольника соответственно равны двум углам другого треугольника, то треугольники подобны.

Если угол одного треугольника равен углу другого треугольника, а стороны, образующие этот угол, пропорциональны в равном отношении, то такие треугольники подобны.

Если три стороны одного треугольника соответственно пропорциональны трем сторонам другого, то такие треугольники подобны.

Коэффициент подобия — число k , равное отношению сходственных сторон подобных треугольников.

Сходственные стороны подобных треугольников — стороны, лежащие напротив равных углов [4].

Глава II. Практическая часть

Определение высоты по тени

Я решила провести этот эксперимент. Для этого мне понадобились: фонарик, макет пирамиды, фигурка человека.

Сделать миниатюрную пирамиду для проведения экспериментов несложно. Нам понадобятся: плотный картон; карандаш; транспортир; линейка; ножницы; клей для бумаги.

Любую модель следует выполнять, исходя из пропорций пирамиды Хеопса: длина стороны основания 230,35 метра, высота 146,59 метра. Соотношение между этими величинами составляет 1,572. При этом углы между боковыми сторонами и основанием составляют 58 градусов, а угол при вершине - 64 градуса. Сначала я нарисовала равнобедренный треугольник. Обвела его несколько раз, оставила припуски. Вырезала, собрала и раскрасила.

В солнечный день я измерила тень пирамиды и фигурки (рис.3). У меня получилось: 16см. - тень фигурки, 25см. - тень пирамиды. Для того чтобы произвести расчёт, высоту пирамиды обозначили x . Высота фигурки 5 см.

Я получила следующее уравнение:

$$x:5=25:16$$

$$X=25:16*5$$

$$X \approx 7,8$$

Высота пирамиды у меня получилась 7,8 см, что не очень близко к настоящей высоте 8,5 см.

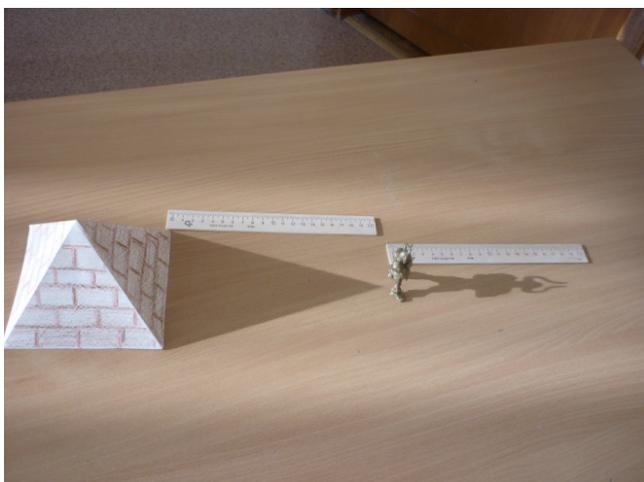


Рис.3

Если использовать фонарик, то тень измерить трудно, так как образуется полутень и затруднительно найти границы тени (рис.4).

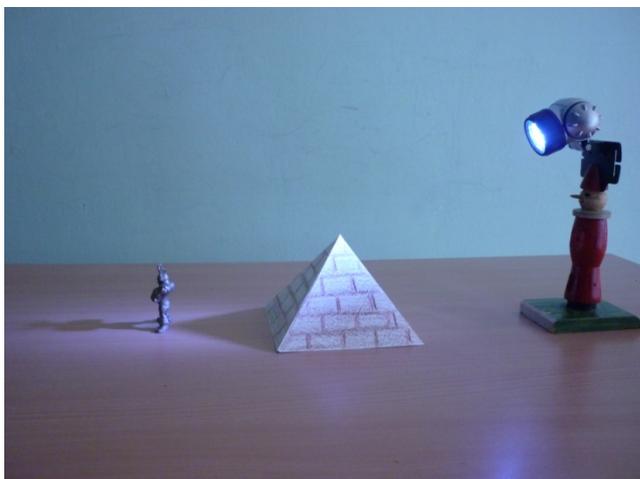


Рис. 4

Определение высоты методом Жюль Верна

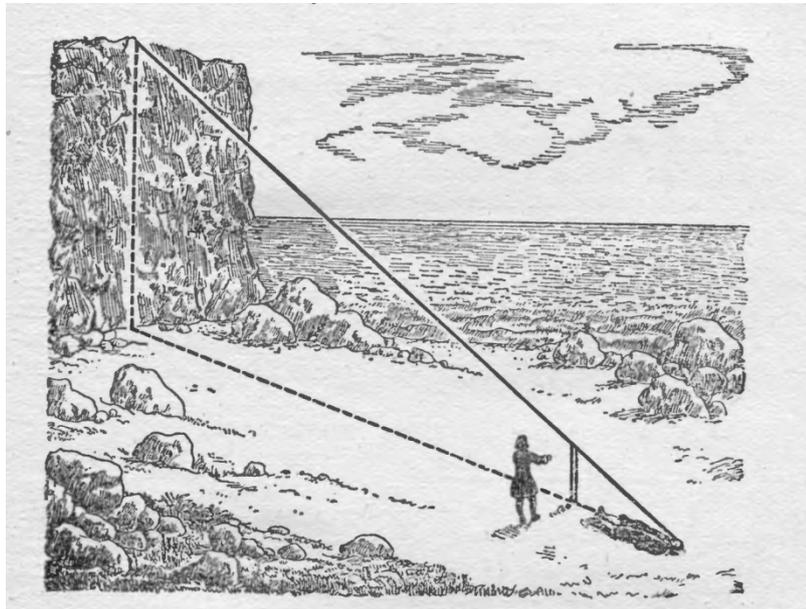


Рис.5

В книге Жюль Верна «Таинственный остров» описывается интересный способ определения высоты: «Юноша, стараясь научиться возможно большему, последовал за инженером, который спустился с гранитной стены до окраины берега. Взяв прямой шест, футов 12 длиною, инженер измерил его возможно точнее, сравнивая со своим ростом, который был ему хорошо известен. Герберт же нес за

ним отвес, врученный ему инженером: просто камень, привязанный к концу веревки. Не доходя футов 500 до гранитной стены, поднимавшейся отвесно, инженер воткнул шест фута на два в песок и, прочно укрепив его, поставил вертикально с помощью отвеса (рис.5).

Затем он отошел от шеста на такое расстояние, чтобы, лежа на песке, можно было на одной прямой линии видеть и конец шеста, и край гребня. эту точку он

тщательно пометил колышком.

— Тебе знакомы начатки геометрии? — спросил он Герберта, поднимаясь с земли.

— Да.

— Помнишь свойства подобных треугольников?

— Их сходственные стороны пропорциональны.

— Правильно. Так вот: сейчас я построю два подобных прямоугольных треугольника. У меньшего одним катетом будет отвесный шест, другим — расстояние от колышка до основания шеста; гипотенуза же — мой луч зрения. У другого треугольника катетами будут: отвесная стена, высоту которой мы хотим определить, и расстояние от колышка до основания этой стены; гипотенуза же — мол луч зрения, совпадающий с направлением гипотенузы первого треугольника.

— Понял! — воскликнул юноша. — Расстояние от колышка до шеста так относится к расстоянию от колышка до основания стены, как высота шеста к высоте стены.

— Да. И следовательно, если мы измерим два первых расстояния, то, зная высоту шеста, сможем вычислить четвертый, неизвестный член пропорции, т. е. высоту стены. Мы обойдемся, таким образом, без непосредственного измерения этой высоты. Оба горизонтальных расстояния были измерены: меньшее равнялось 15 футам, большее — 500 футам.

По окончании измерений инженер составил следующую запись:

$$15 : 500 = 10 : x,$$

$$500 \times 10 = 5000,$$

$$5000 : 15 = 333,3.$$

Я решила измерить высоту способом Жюль Верна (рис.6). Вместо шеста взяла спичку длиной 4 см. Расстояние от спички до фигурки человека 16 см., расстояние от середины пирамиды до фигурки человека 32 см. Обозначив

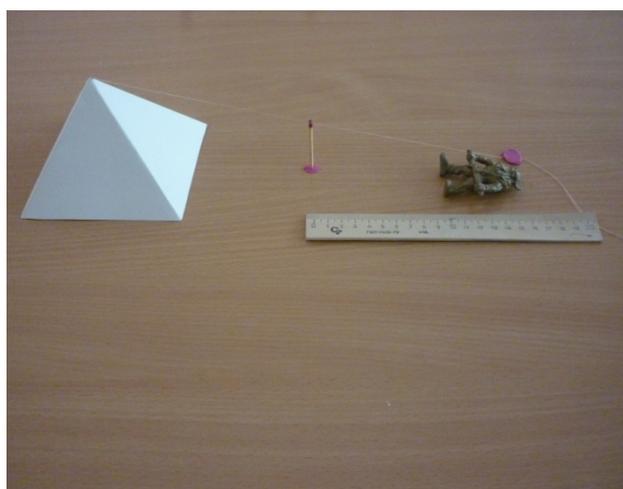


Рис.6

высоту пирамиды x , получили пропорцию:

$$x : 40 = 320 : 160$$

$$x : 40 = 2$$

$$x = 8 \text{ см}$$

Этот результат ближе к настоящему.

Проведенный эксперимент показал, что метод определения высоты предмета по его тени ненадежен. Это объясняется тем, что тени не ограничены так отчетливо, чтобы измерение их длины можно было выполнить точно. Поэтому для определения высоты следует использовать другие методы.

Определение высоты с помощью высотомера

Высоту можно измерить специальным прибором - высотомером.

Для изготовления данного прибора потребуется:

Плотный белый картон, линейка, ручка, карандаш, ножницы, нитка, грузик, игла.

1. Из белого картона чертим и вырезаем квадрат размером 15x15см.
2. Делим квадрат на два прямоугольника: 5x15 см, 10x15 см.
3. Прямоугольник 10x15 см делим на две части: 5 см и 10 см.
4. На большей части с длиной 10 см, наносим сантиметровые деления и обозначаем их десятичной дробью, то есть 0,1;0,2 и т.д.



Рис.7

5. В точке E иглой делаем отверстие и протаскиваем нитку с грузиком, а затем закрепляем нитку сзади.



Рис.8

6. Для того, чтобы было удобнее смотреть, отгибаем верхний прямоугольник от основания.

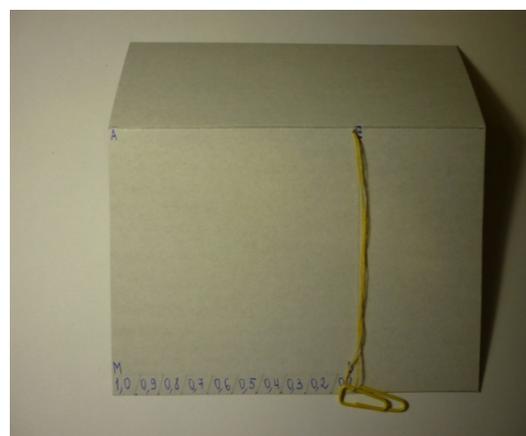


Рис.9

7. На нём с боков отгибаем два прямоугольника размером 3x5 см и прорезаем два отверстия с разным диаметром: одной поменьше - у глаза, другой побольше – для того, чтобы навести на вершину дерева.

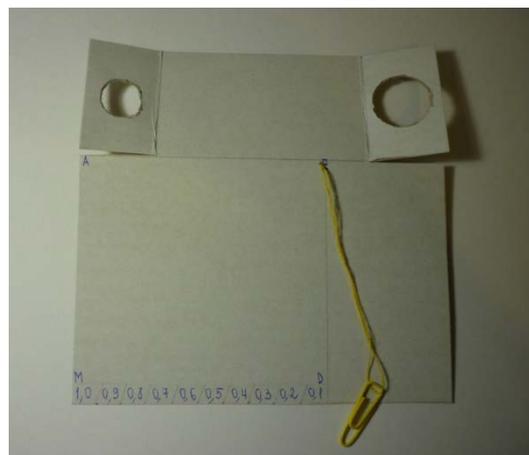


Рис.10

Итак, я решила провести эксперимент и проверить данный способ измерения высоты предмета. В качестве измеряемого объекта я выбрала пятиэтажный дом. Я отошла от измеряемого предмета на 50 шагов, то есть $EO=25$ м. Измерила показания прибора и вычислила

$$LO=EO \times CD/ED=0.55 \times 25=13.75 \text{ м}$$

Определила высоту LG дома, для этого нужно к найденному значению LO прибавить свой рост:

$$LG=13.75+1.45=15.20 \text{ м}$$

Результат получился почти точный, так как настоящая высота дома 15 м.

Также, я могла допустить ошибки в использовании прибора

Ошибки в использовании и изготовлении прибора:

- 1.Если не отгибать верхний прямоугольник от основания, то вы неправильно определите высоту.
- 2.При измерении высоты предмета, грузик должен быть направлен на конкретную величину разметки.
- 3.Расстояние от измеряемого объекта должно быть точным.
- 4.Точно наносить разметку в 1 см.

Эксперимент показал, что метод определения высоты предмета с помощью прибора «высомера» является более точным и удобным.



Рис.11

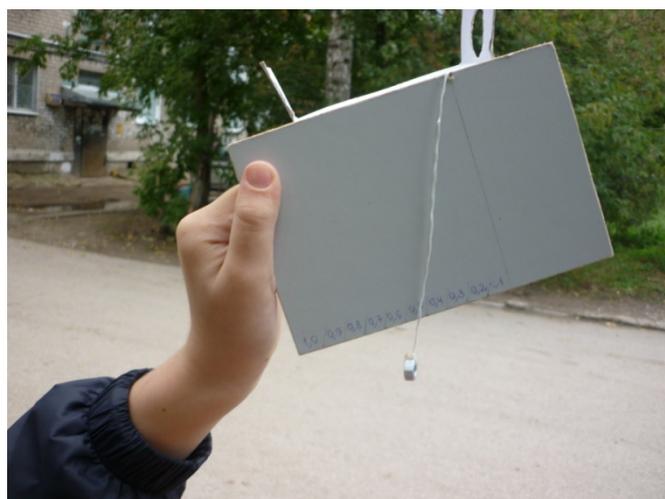
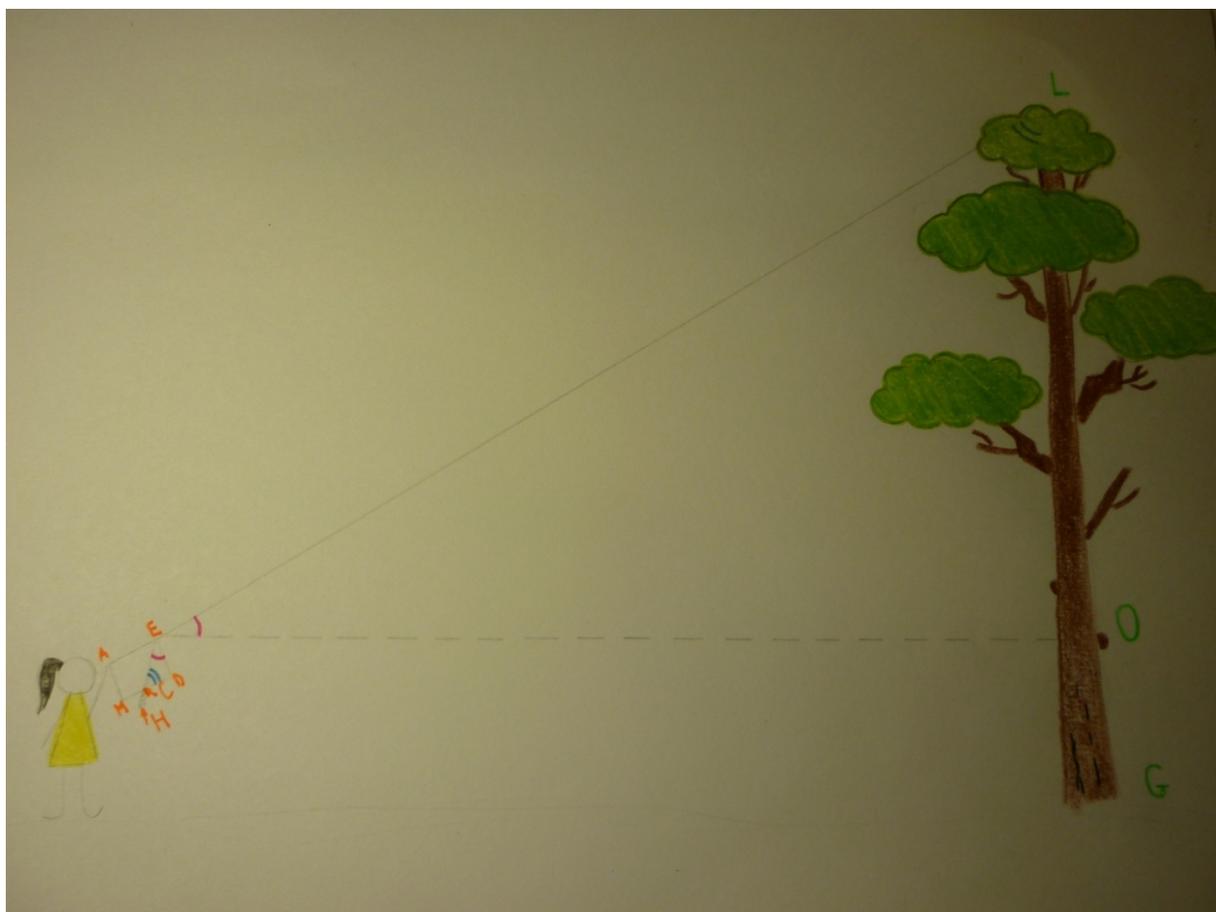


Рис.12

Инструкция по использованию прибора

1. Берём прибор и подносим к глазу так, чтобы глядя в доль линии АЕ, через меньшее отверстие в большее, видеть вершину дерева L.



Выводы

Мы узнали о том, что существуют несколько различных способов определения высоты предмета, ознакомились с биографией и открытиями великого философа и учёного VII—VI веков до н. э. Фалеса Милетского.

Провели эксперимент по определению высоты предмета, предположив, что метод определения высоты предмета по его тени является не очень точным.

Для проведения эксперимента мне понадобились макет пирамиды и фигурка человека. Модель выполнила исходя из пропорций пирамиды Хеопса. В солнечный день измерили тень пирамиды и фигурки. Высота пирамиды получилась 7,8см, что не очень близко к настоящей высоте 8,5см. Затем, определили высоту пирамиды с помощью метода Жюль Верна и получили, что высота равна 8см. Этот результат ближе к настоящему.

Проведенный эксперимент показал, что метод определения высоты предмета по его тени является ненадежным. Это объясняется тем, что тени не ограничены так отчетливо, чтобы измерение их длины можно выполнить точно. Поэтому для определения высоты следует использовать другие методы. Самым удобным является использование высотомера. Я изготовила высотомер и апробировала его на практике. Так же, я составила подробную инструкцию изготовления высотомера и инструкцию по использованию данного прибора.

Литература

1. Глейзер Г.И. История математики в школе. – М.:Издательство «Просвещение», 1964.
- 2.Перельман Я. И. Занимательная геометрия.– М.:Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1950.
- 3.Ж.Верн. Таинственный остров.- М: Издательство « Детская литература», 1980.
4. Геометрия, 7 – 9: учеб. для общеобразоват. учреждений / Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев и др. – 18-е изд. – М.: Просвещение, 2010

Использованные материалы и интернет-ресурсы

1. Общий толковый словарь русского языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tolkslovar.ru/p22702.html>
2. Рисунок 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dopinfo.ru>
3. Рисунок 5. – Перельман Я. И. Занимательная геометрия.– М.:Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1950