



Ермилин Елисей Александрович
Ученик 6 класса Школы юного исследователя Института прикладной физики РАН (г. Нижний Новгород).



Лощилова Наталья Александровна
Преподаватель физики Школы юного исследователя Института прикладной физики РАН (г. Нижний Новгород).

Определение высоты предметов, которые недоступны для прямых измерений

Как определить высоту предметов, недоступных для измерения простой линейкой или рулеткой? Это можно сделать, используя плоское зеркало. В статье описан такой метод измерений, а также приведены результаты несложных экспериментов с его применением. Исследования проводились в рамках программы Детского образовательно-оздоровительного лагеря им. Н.С. Талалушкина.

1. Идея метода измерений

Мы решили измерить высоту объектов с помощью зеркала, используя геометрическое построение. Но какова точность данного метода? Чтобы установить это, мы с помощью данного метода определили высоту: *а*) флагштока, *б*) двухэтажного деревянного дома, *в*) баскетбольного кольца, *г*) дерева на футбольном поле.

В этой работе мы использовали:

1) закон отражения: угол отражения β светового луча равен углу падения α луча (рис. 1);

2) свойство подобных треугольников: если треугольники подобны, то их углы соответственно равны и стороны одного треугольника пропорциональны сходственным сторонам другого.

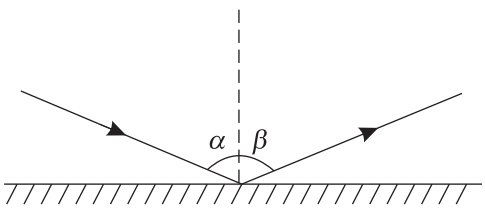


Рис. 1

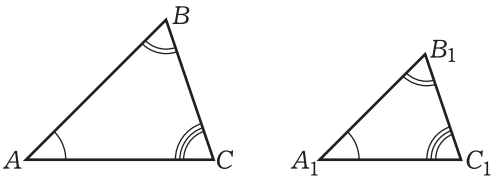


Рис. 2

Таким образом, для двух подобных треугольников ABC и $A_1B_1C_1$ (рис. 2) справедливы следующие равенства:

$$\angle A = \angle A_1,\ \angle B = \angle B_1,\ \angle C = \angle C_1,$$

$$\frac{AB}{A_1B_1} = \frac{BC}{B_1C_1} = \frac{CA}{C_1A_1}.$$

Теперь рассмотрим такую ситуацию, когда луч света, идущий от верхушки предмета, падает на лежащее на земле плоское зеркало и, отражаясь от него, попадает в глаз наблюдателя. На рисунке 3 видно, что стоящий человек, измеряемый объект и ход отражённого луча света образуют пару прямоугольных треугольников. Острые углы треугольников, прилегающие к земле, равны, так как угол падения луча на плоское зеркало равен углу его отражения. Следовательно, треугольники подобны и для их сторон можно записать

$$\frac{H}{h} = \frac{L}{l}.$$

Отсюда получаем формулу для вычисления высоты объекта:

$$H = h\frac{l}{L}. \qquad (1)$$

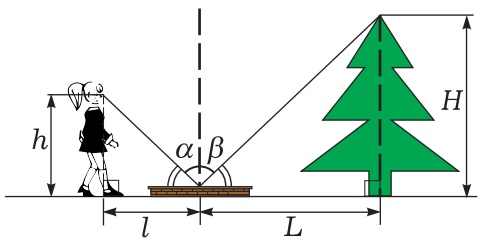


Рис. 3

2. Описание метода измерений

Для проведения измерений понадобится следующее оборудование: зеркало, рулетка, шнур. Встанем на некотором расстоянии от предмета и положим зеркало между нами и предметом на землю.



Будем отходить назад до тех пор, пока в зеркале не появится верхушка предмета. Определим расстояние l от наших ног до того места в зеркале, где мы видим верхушку предмета.



Измерим расстояние L от места в зеркале, где видна верхушка, до самого предмета. Затем измерим расстояние h от земли до уровня глаз экспериментатора и рассчитаем высоту H измеряемого предмета по формуле (1).

Используя описанный здесь метод, мы определили высоты различных предметов, находящихся на территории детского образовательно-оздоровительного лагеря. Результаты были занесены в таблицу:



Таблица

	h, м	l, м	L, м	H, м
Флагшток	1,41	0,75	5,5	10,34
I корпус	1,41	1,83	10,92	8,4
Дерево на поле	1,41	0,62	7	15,9
Баскетбольное кольцо	1,41	1,25	3,51	3,95

3. Определение точности метода

Точность нашего метода определим на примере измерения высоты баскетбольного кольца, так как его высоту мы можем проверить прямыми измерениями. Для этого нужно вычислить ошибку измерения в процентах: модуль разности между высотой, измеренной рулеткой, и высотой, рассчитанной по формуле (1), необходимо поделить на измеренную высоту и умножить на 100%:

$$\varepsilon = \frac{\left|A_{\text{изм}} - A_{\text{расч}}\right|}{A_{\text{изм}}} \cdot 100\%. \qquad (2)$$

В наших экспериментах ошибка, вычисленная по формуле (2), составила

$$\frac{\left|3{,}45\text{м} - 3{,}95\text{м}\right|}{3{,}45\text{м}} \cdot 100\% = 14{,}5\%.$$

А значит, используемый нами метод позволил определить высоту предметов с точностью

$$100\% - 14{,}5\% = 85{,}5\%.$$

4. Выводы

При выполнении этой работы с помощью зеркала были определены высоты тех предметов, которые были недоступны для измерения: флагшток 10,34 м; двухэтажное деревянное здание в лагере им. Н.С. Талалушкина 8,4 м; дерево на футбольном поле 15,9 м; баскетбольное кольцо 3,95 м и определена точность метода в процентах (85,5%).

Где может быть полезен описанный здесь метод измерения? Данным методом можно измерить высоту дома. Им можно пользоваться в походе: если впереди небольшая река, а моста поблизости нет, можно спилить сухое дерево, но оно может оказаться ко-

ротким. И вот тут можно применить наш метод: измерить дерево с помощью зеркала, и тогда будет больше шансов, что дерево подойдёт.

От редакции. Хотим отметить хороший опыт Детского образовательно-оздоровительного лагеря им. Н.С. Талалушкина, который входит в состав Научно-образовательного центра Института прикладной физики (ИПФ) РАН (г. Нижний Новгород). В этом институте сложилась единая система образования «школа-институт-аспирантура», последовательно готовящая молодых людей к научной работе. Начинается подготовка в двух сменах Детского образовательно-оздоровительного лагеря с поиска одарённых ребят и их занятий исследованиями по программе «Умные каникулы», которая является началом дополнительного образования по программе «В мире знаний», реализуемой в ИПФ. Лагерь даёт возможность каждому школьнику найти интересующую его область знаний и выбрать тему исследования. Первая половина дня в лагере посвящена работе исследовательских групп. Кроме групповых занятий ребята выполняют учебно-исследовательскую работу под руководством опытных педагогов. Во второй половине дня проходят факультативы по истории науки, журналистике, психологии, что делает досуг ребят интересным и содержательным.

Авторы лучших работ, выполненных в лагере, получают возможность продолжить исследовательскую деятельность в Школе юного исследователя, работающей с октября по апрель на базе Института прикладной физики. Эти занятия направлены на знакомство школьников с методами и приёмами научного поиска, овладение искусством дискуссии, технологией публичного выступления, на формирование умения работать с научной литературой, отбирать, анализировать, систематизировать информацию, выявлять и формулировать исследовательские проблемы, проводить эксперимент, обрабатывать и анализировать полученные результаты, грамотно оформлять научную работу.

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

Число заклёпок в знаменитой башне

В то время (1887–1889 гг.), когда в Париже французский инженер Александр Гюстав Эйфель строил башню, вероятно, немногие верили в то, что она простоит не одно десятилетие и её посетят миллионы туристов. (А 100-миллионный её посетитель был торжественно встречен ещё в 1983 г.) Тем более парижане не могли тогда представить себе, что возведённая башня станет символом столицы Франции. Так что подробности её конструкции никого не интересовали и были бы не известны, если бы не «хобби» самого Эйфеля: он любил записывать числовые характеристики своих сооружений. В инвентарной книге, составленной им после окончания строительства, записано, например, что каркас башни, называемой теперь Эйфелевой, состоит из 18 038 металлических деталей, масса которых 6300 т, что соединены они 1 050 846-ю заклёпками. Конечно, подобные сведения интересны прежде всего специалистам, но любопытен сам факт их появления.