***Геометрия на вольном воздухе***

Моя работа предназначена для тех, кто обучается геометрии только за партой и у классной доски и не привык замечать знакомые геометрические отношения в окружающем нас мире вещей и явлений, не приучен пользоваться приобретенными геометрическими знаниями на практике, в затруднительных случаях жизни, в походе,...

С этой целью предлагаю вывести геометрию «из стен школьной комнаты на вольный воздух, в лес, поле, к реке, на дорогу, чтобы под открытым небом отдаться непринужденным геометрическим занятиям без учебника и таблиц…»

*Усталый пришел северный чужеземец в страну Великого Хапи. Солнце уже садилось, когда он подошел к великому дворцу фараона, что–то сказал слугам. Те мгновенно распахнули перед ним двери и провели его в приемную залу. И вот он стоит в запыленном походном плаще, перед ним на золоченом троне сидит фараон. Рядом стоят высокомерные жрецы, хранители вечных тайн природы.*

*– Кто ты? – спросил верховный жрец.*

*– Зовут меня Фалес. Родом я из Милета.*

*Жрец надменно продолжал:*

*– Так это ты похвалялся, что сможешь измерить высоту пирамиды, не взбираясь на нее?*

*Жрецы согнулись от хохота.*

*– Будет хорошо,– насмешливо продолжал жрец,– если ты ошибешься не более чем на сто локтей.*

*– Я могу измерить высоту пирамиды и ошибусь не более чем на пол–локтя. Я сделаю это завтра.*

*Лица жрецов потемнели. Какая наглость! Этот чужеземец утверждает, что может вычислить то, чего не могут они – жрецы Великого Египта.*

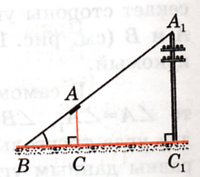
*– Хорошо, – сказал фараон, – около дворца стоит пирамида, мы знаем ее высоту. Завтра проверим твое искусство.*

*Фалес нашёл решение этой задачи. Он воткнул длинную палку вертикально в землю и сказал: «Когда тень от этой палки будет той же длины, что и сама палка, тень от пирамиды будет иметь ту же длину, что и высота пирамиды».*

***В нашем учебнике геометрии описан способ для нахождения высоты предмета.***

*Если нужно определить высоту какого-нибудь предмета, например высоту телеграфного столба А1С1, изображённого на рисунке, поставим на некотором*

*расстоянии от столба шест АС с вращающейся планкой и направим планку на верхнюю точку А1 столба. Отметим на поверхности земли точку В, в которой прямая А1А пересекается с поверхностью земли. Прямоугольные треугольники А1С1В и АСВ подобны по первому признаку подобия треугольников.*



*Измерив расстояние ВС1 и ВС и зная длину АС шеста, определяем высоту А1С1 телеграфного столба.*

***При изучении научных материалов можно убедиться, что подобие треугольников можно применять не только на уроках геометрии, но и на практике при измерении расстояний и высоты предметов.***

Природа говорит языком математики:

буквы этого языка – круги, треугольники

и иные математические фигуры.

*Галилей.*

***Геометрия в лесу.***

В солнечный день можно пользоваться любой тенью, какой бы длины она не была. Измерив, кроме того, и свою тень или тень какого-нибудь шеста, вычисляют искомую высоту из пропорции

, т.е. высота дерева во столько же раз больше вашей собственной тени (или тени шеста). Это вытекает из подобия треугольников ABC и abc (по двум углам). (

Применить это правило к теням, отбрасываемым при свете уличного фонаря или лампы нельзя. Суть дела сводится к тому, что солнечные лучи между собою параллельны, лучи же фонаря – непараллельны.

Лучи Солнца, падающие на Землю, можем считать параллельными потому, что угол между ними чрезвычайно мал, практически неуловим. Вообразим два луча, исходящие из какой-нибудь точки Солнца и падающие на Землю в расстоянии одного километра друг от друга. Если бы описали окружность, с центром в одной из данных точек и радиусом, равным расстоянию от Солнца до Земли в 150 000 000 км., то между нашими двумя лучами-радиусами оказалась бы дуга в один километр длиною. Полная длина этой окружности была бы равна 2 х 150 000 000 км = 940 000 000 км. Один градус её в 360 раз меньше, т.е. около 2 600 0000 км; одна дуговая минута в 60 раз меньше градуса, т.е. равна 43 000 км, а одна дуговая секунда ещё в 60 раз меньше, т.е. 720 км. Но наша дуга имеет длину всего 1 км, значит, она соответствует углу в секунды. Такой ничтожный угол неуловим, следовательно, на практике мы можем считать лучи Солнца, падающие на Землю, параллельными.

Каждая тень, отбрасываемая при свете Солнца, имеет неясно очерченную серую кайму полутени, которая и придает границе тени неопределенность. Происходит это оттого, что Солнце – не точка, а большое светящееся тело, испускающее лучи из многих точек. На рисунке видим, почему вследствие этого тень BC дерева имеет ещё придаток в виде полутени CD постепенно сходящейся на нет. САD между крайними границами полутени равен тому углу, под которыми мы всегда видим солнечный диск, т.е. половине градуса. Ошибка, происходящая от того, что обе тени измеряются не волне точно, может при неслишком даже низком стоянии Солнца достигать 5% и более. Эта ошибка прибавляется к другим неизбежным ошибкам – от неровности почвы и т.д. – и делает окончательный результат мало надежным. В гористой местности этот способ неприменим.

***По способу Жюля Верна.***

Способ измерения высоких предметов описан у Жюля Верна в известном романе «Таинственный остров».

«- Сегодня нам надо измерить высоту площадки Далекого вида, - сказал инженер.

- Вам понадобится для этого инструмент? – спросил Герберт.

- Нет, не понадобится. Мы будем действовать несколько иначе, обратившись к не менее простому и точному способу.

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 хорошо ему 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.

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 отвесной 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 – мой 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 : х,

500 х 10 = 5000

5000 : 15 = 333,3. Значит, высота гранитной стены равнялась 333 футам.

***Как поступил сержант.***

Вот как однажды было на одном из фронтов Великой Отечественной войны. Подразделению лейтенанта Иванюк было приказано построить мост через горную реку. На противоположном берегу засели фашисты. Для разведки места постройки моста лейтенант выделил разведывательную группу во главе со старшим сержантом Поповым… В ближайшем лесном массиве они измерили диаметр и высоту наиболее типичных деревьев и подсчитали количество деревьев, которые можно было использовать для постройки.

Высоту деревьев определили при помощи вешки (шеста) так, как показано на рисунке.

Этот способ состоит в следующем.

Запасшись шестом выше своего роста, воткните его в землю отвесно на некотором расстоянии от измеряемого дерева. Отойдите от шеста назад, по продолжению Dd до того места А, с которого, глядя на вершину дерева, вы увидите на одной линии с ней верхнюю точку b шеста. Затем, не меняя положения головы, смотрите по направлению горизонтальной прямой аС, замечая точки с и С, в которых луч зрения встречает шест и ствол. Попросите помощника сделать в этих местах пометки, и наблюдение окончено. Остается только на основании подобия треугольников аbс и аВС вычислить ВС из пропорции ВС : вс = аС : ас, откуда ВС = вс

Расстояния *bс, аС, ас* легко измерить непосредственно. К полученной величине ВС нужно прибавить расстояние CD (которое также измеряется непосредственно), чтобы узнать искомую высоту дерева.

Для определения количества деревьев старший сержант приказал солдатам измерить площадь лесного массива. Затем подсчитал количество деревьев на небольшом участке размером 50 х 50 кв. м и произвел соответствующее умножение.

На основании всех данных, собранных разведчиками, командир подразделения установил, где и какой мост нужно строить. Мост построили к сроку, боевое задание было выполнен успешно.

***Не приближаясь к дереву.***

Случается, что почему-либо неудобно подойти вплотную к основанию измеряемого дерева. Можно ли в таком случае определить высоту ?

Вполне возможно. Для этого придуман остроумный прибор, который легко изготовить самому. Две планки ab и cd скрепляются под прямым углом так, чтобы ab равнялось bc, а bd составляло половину ab. Вот и весь прибор. Чтобы измерить им высоту, держат его в руках, направив планку cd вертикально (для чего при ней имеется отвес- шнурок с грузиком), и становятся последовательно в двух местах: сначала в точка А, где располагают прибор концом с вверх, а затем в точке А1, подальше, где прибор держат вверх концом d. Точка А избирается так, чтобы глядя из a на конец с, видеть его на одной прямой с верхушкой дерева. Точку А1 отыскивают так, чтобы, глядя из a1 на точку d1, видеть ее совпадающей с В. В отыскании этих двух точек А и А1 заключается все измерение, потому что искомая часть высоты дерева ВС равна расстоянию АА1. Равенство вытекает, как легко сообразить, из того, что a= ВС, а a1С = 2ВС; значит, a1С – aС = ВС.

Пользуясь этим простым прибором, мы измеряем дерево, не подходя к его основанию ближе его высоты. Само собою разумеется, что если подойти к стволу возможно, то достаточно найти только одну из точек – А или А1, чтобы узнать его высоту.

Вместо двух планок можно воспользоваться четырьмя булавками, разместив их на дощечке надлежащим образом: в таком виде «прибор» еще проще.

***Высотомер лесорубов***

Пора объяснить, как устроены «настоящие» высотомеры, которыми пользуются на практике работники леса. Сущность прибора видна на рисунке. Картонный или деревянный прямоугольник abcd держат в руках так, чтобы, глядя вдоль края ab, видеть на одной линии с ним вершину В дерева. В точке b привешен на нити грузик q. Замечают точку n, в которой нить пересекает линию dc. Треугольники bBC и bnc подобны, так как оба прямоугольные и имеют равные острые углы bBC и bnc (с соответственно параллельными сторонами). Значит, мы в праве записать пропорцию ВС : nc = bC :bc; BC = bC

***Для нахождения высоты предмета в учебнике описан также следующий способ***

***Для определения высоты предмета можно использовать зеркало так, как показано на рисунке. Луч света, отражаясь от зеркала, попадает на глаз человека.***



***При помощи зеркала***

Вот еще один своеобразный способ определения высоты дерева при помощи зеркала. А некотором расстоянии от измеряемого дерева, на ровной земле в точке С кладут горизонтально зеркальце и отходят от него назад в такую точку D, стоя в которой наблюдатель видит в зеркале верхушку А дерева. Тогда дерево АВ во столько раз выше роста наблюдателя ЕD, во сколько раз расстояние ВС от зеркала до дерева больше до наблюдателя. Способ основан на законе отражения света. Вершина А отражается в точке А1 так, что АВ = А1В. Из подобия треугольников ВСА1 и СЕD следует, что А1В : ЕD = ВС : СD. В этой пропорции остается лишь заменить А1В равным ему АВ, чтобы обосновать указанное в задаче соотношение. Этот способ можно применять на всякую погоду, но не в густом насаждении, а к одиноко стоящему дереву.

***Задача.***

**Как, однако, следует поступить, когда к измеряемому дереву невозможно почему-либо подойти вплотную?**

Это – старинная задача, насчитывающая за собою свыше 500 лет. Её рассматривает средневековый математик Антоний де Кремона в сочинении «О практическом землемерии» (1400 г.)

Задача решается двукратном применением зеркала. Сделав соответствующее построение, нетрудно из подобия треугольников вывести, что искомая высота дерева равна возвышению глаза наблюдателя, умноженному на отношение расстояния между положениями зеркала к разности расстояний наблюдателя от зеркала.

***Две сосны***

В 40 м одна от другой растут две сосны. Вы измерили их высоту: одна 32м высоты, другая, молодая – всего 6 м.

Можете ли вы вычислить, как велико расстояние между их верхушками?

Решение.

Искомое расстояние между верхушками сосен по теореме Пифагора равно

= 47 м

***Форма древесного ствола***

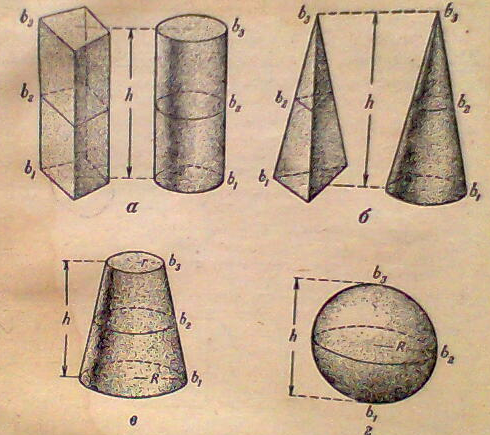
Теперь мы можем определить высоту любого дерева, интересно будет, определить также и его объем, вычислить, сколько в нем кубических метров древесины, а заодно и взвесить его. Обе эти задачи уже не столь просты, как определение высоты; специалисты не нашли способов точного ее разрешения и довольствуются лишь более или менее приближенной оценкой. Даже и для ствола срубленного, который лежит очищенный от сучьев, задача разрешается далеко не просто.

Дело в том, что древесный ствол, даже самый ровный, без утолщений, не представляет ни цилиндра, ни полного конуса, ни усеченного конуса, ни какого-либо другого геометрического тела, объем которого мы умеем вычислять по формулам. Ствол, конечно, не цилиндр, - он суживается к вершине (имеет «сбег», как говорят лесоводы), - но он и не конус. Поэтому более или менее точное вычисление объема древесного ствола выполнимо лишь средствами интегрального исчисления.

***Универсальная формула***

Такая формула существует; более того: она пригодна не только для цилиндра, полного и усеченного конуса, но также и для всякого рода призм, пирамид полных и усеченных и даже для шара. Вот эта замечательная формула, известная в математике под названием формулы Симпсона:

V=+ 4 +

Убедиться в правильности этой формулы можно применяя её к геометрическим телам. Например, для призмы и цилиндра:

V=+ 4 +

Для пирамиды и конуса:

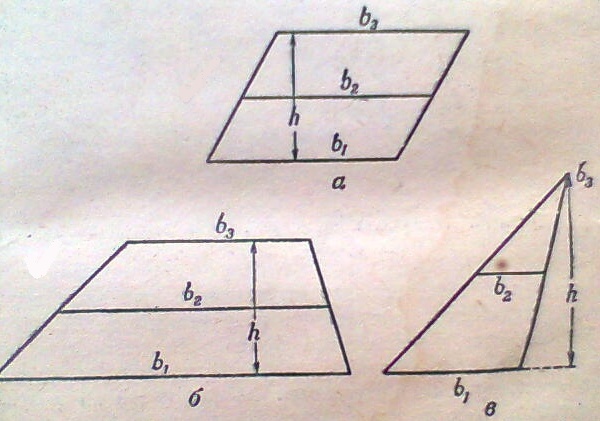
V=+ 4 +;

Для усеченного конуса

*=*

*Для усеченной пирамиды доказательство ведется сходным образом, для шара:*

.

Отметим еще одну любопытную особенность нашей универсальной формулы: она годится также для вычисления площади плоских фигур:

Параллелограмма,

Трапеции и треугольника,

Если под h разуметь, как прежде, высоту фигуры,

Под - длину нижнего основания,

Под - среднего,

Под - верхнего.

Как в этом убедиться?

Применяя формулу имеем:

Для параллелограмма (квадрата и прямоугольника)

S =+ 4 +

Для трапеции S= + 4 +

Для треугольника S= + 4 +

Мы видим, что формула имеет достаточно прав называться универсальной.

***Объем и вес тела на корню.***

Итак, мы располагаем формулой, по которой можем приближенно вычислить объем ствола срубленного дерева, не задаваясь вопросом о том, на какое геометрическое тело он похож: на цилиндр, на полный конус или на усеченный конус. Для этого понадобиться четыре измерения – длины ствола и трех поперечников: нижнего сруба, верхнего и посередине длины. Измерение нижнего и верхнего поперечников очень просто; непосредственное же определение среднего поперечника без специального приспособления довольно неудобно. Но трудность можно обойти, если измерить бечевкой окружность ствола и разделить на число , то модно получить диаметр.

Объем срубленного дерева получится при этом с точностью, достаточной для многих практических целей. Менее точно решается эта задача, если вычислить объем ствола, как объем цилиндра, диаметр основания которого равен диаметру ствола посередине длины.; при этом результат получается преуменьшенной иногда до 12%. Но если определить объем каждого из этих почти цилиндрических частей получится гораздо лучший: он грешит в сторону преуменьшения не более чем на 203%.

Все это, однако, совершенно неприменимо к дереву на корню; если не взбираться на него, то измерению доступен только диаметр его нижней части. В этом случае придется для определения объема довольствоваться лишь весьма приближенной оценкой, утешаясь тем, что и профессиональные лесоводы поступают обычно сходным же образом. Они пользуются для этого таблицей так называемых «видовых чисел», т.е. чисел, которые показывают, какую долю объем измеряемого дерева составляет от объема цилиндра той же высоты и диаметра, измеренного на высоте груди взрослого человека, т.е. 130 см (на этой высоте его удобнее всего измерить). Конечно, «видовые числа» различны для деревьев разной породы и высоты, так как форма ствола изменчива. Но колебания не особенно велики: для стволов сосны и ели, «видовые числа» заключаются между 0,45 и 0,51, т.е. равны примерно половине.

Значит, без большой ошибки можно принимать за объем хвойного дерева на корню половину объема цилиндра той же высоты с диаметром, равным поперечнику дерева на высоте груди.

Это, разумеется, лишь приближенная оценка, но не слишком отклоняющаяся от истинного результата: до 2% в сторону преувеличения и до 10% в сторону преуменьшения.

Отсюда уже один шаг к тому, чтобы оценить и вес дерева на корню. Для этого достаточно лишь знать, что 1 свежей сосновой или еловой древесины весит около 600-700 кг. Пусть, например, вы стоите возле ели, высоту которой вы определили в 28 м, а окружность ствола на высоте груди оказалась равной 120 см. Тогда площадь соответствующего круга равна 1100 или 0,11 , а объем ствола . Принимая, что 1 свежей еловой древесины весит в среднем 650 кг, находим, что 1,5 должны весить около тонны.

***Геометрия листьев.***

В тени серебристого тополя от его корней разрослась поросль. Сорвите лист и заметьте, как он велик по сравнению с листьями родительского дерева, особенно с теми, что выросли на ярком солнце. Теневые листья возмещают недостаток света размерами своей площади, улавливающей солнечные лучи. Разобраться в этом – задача ботаника. Но и геометр может сказать здесь своё слово: он может определить, во сколько раз площадь листа поросли больше площади листа родительского дерева.

Можно определить разными способами, но короткий способ основан на том, что оба листа, различные по величине, имеют все же одинаковую или почти одинаковую форму: другими словами, - это фигуры, геометрически подобные. Площади таких фигур относятся, как квадраты их линейных размеров. Значит, определив, во сколько раз один лист длиннее или шире другого, мы простым возведением этого числа в квадрат узнаем отношение их площадей.

Нетрудно подобрать в лесу множество пар листьев одинаковой формы, но различной величины и таким образом получить любопытный материал для геометрических задач на отношение площадей подобных фигур. Непривычному глазу всегда разница в длине и ширине листьев порождает заметную разницу в их площади. Если, например, из двух листьев, геометрически подобных по форме, один длиннее другого на 20%, то отношение их площадей равно

т.е. разница составляет 40%. А при различии ширины в 40% один лист превышает другой по площади в т.е. почти вдвое.

***Шестиногие богатыри***

Удивительные создания муравьи! Проворно взбегая по стебельку вверх с тяжелой для своего крошечного роста ношей в челюстях муравей задает наблюдательному человеку головоломную задачу: откуда у насекомого берется сила, чтобы без видимого напряжения втаскивать груз в десять раз тяжелее его самого? Ведь человек не мог бы взбегать по лестнице, держа на плечах, например, пианино, а отношение веса груза к весу тела у муравья примерно такое же. Выходит, что муравей относительно сильнее человека!

Так ли?

Без геометрии здесь не разобраться. Вот, что говорил специалист (проф. А.Ф.Брандт), прежде всего, о силе мускулов, а затем и о поставленном вопросе соотношения сил насекомого и человека.

«…Оказывается, мускульная сила, по мере того как животное разрастается до двойной длины и восьмерного веса, увеличивается лишь в четыре раза, т.е. животное сделается вдвое слабее. На этом основании животное, которое втрое длиннее (с поперечным сечением в 9 раз обширнейшим и с весом в 27 раз большим), оказывалась бы относительно втрое слабее, а то, которое вчетверо длиннее,- вчетверо слабее и т.д. Законом неодинакового нарастания объема и веса животного, а вместе с тем и мускульной силы объясняется, почему муравьи могут тащить тяжести, в 30, в 40 раз превосходящие вес собственного их тела».

**Геометрия у реки.**

Нить практической геометрии тянулась от вавилонян и древних египтян.



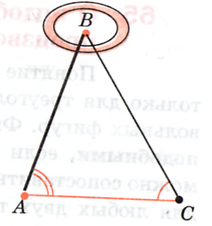
Можно отметить некоторые черты развития практической геометрии в Древней Руси. Уже в XVI в. нужды землемерия, строительства и военного дела привели к созданию рукописных руководств геометрического содержания.

Первое дошедшее до нас сочинение этого рода носит название

«О земном верстании, как земля верстать» . Оно является частью «Книги сошного письма», написанной, как полагают, при Иване IV в 1556 г.

При разборе Оружейной палаты в Москве в 1775 г. была обнаружена инструкция «Устав ратных, пушечных и других дел, касающихся довоенной науки», изданная в 1607 и 1621 г.г. и содержащая некоторые геометрические сведения, которые сводятся к определённым приёмам решения задач на нахождение расстояний.

*Для того, чтобы найти расстояние от пункта А до недоступного пункта В выбираем точку С, провешиваем отрезок АС и измеряем его. Затем измеряем углы А и С. На листе бумаги строим какой-нибудь треугольник А1В1С1, у которого угол А1 равен углу А, угол С1 равен углу С, и измеряем длины сторон А1В1 и А1С1 этого треугольника. Так как треугольники АВС и А1В1С1 подобны, то из пропорциональности их сторон найдём АВ.*



**Не переплывая реки, измерить её ширину.**

*Пользуемся признаком равенства треугольников.*

Найдем точку С на продолжении АВ и намечаем при помощи булавочного прибора прямую CD под прямым углом к СА. На прямой CD отмеряем равные расстояния СЕ и ЕF произвольной длины и втыкаем в точки Е и Fвехи. Став затем в точке F с булавочным прибором, намечаем направление FG, перпендикулярное к FC. Теперь, идя вдоль FG, отыскиваем на этой линии такую точку Н, из которой веха Е кажется покрывающей точку А. Это будет означать, что точки Н,Е и А лежат на одной прямой.

Задача решена: расстояние FH равно расстоянию АС, от которого достаточно лишь отнять ВС, чтобы получить искомую ширину реки.

*Пользуемся признаком подобия треугольников.*

Описанный выше способ можно видоизменить: отмерить на прямой CF не равные расстояния, а одно в несколько раз меньше другого. Например, отмерим FE в четыре раза меньше ЕС, а далее поступим по-прежнему: по направлению FG, перпендикулярному к F, отыскиваем точку Н, из которой веха Е кажется покрывающей точку А. Но теперь уже ЕН не равно АС, а меньше этого расстояния в четыре раза: треугольники АСЕ и EFH здесь не равны, а подобны. Из подобия треугольников следует пропорция

АС:FH = СЕ: ЕF = 4:1. Значит, измерив расстояние FHи умножив результат на 4, получим расстояние АС, а отняв ВС, узнаем искомую ширину реки.

Этот способ требует меньше места и потому удобнее для выполнения, чем предыдущий.

***При помощи козырька***

Вот как этот способ пригодился старшему сержанту Куприянову во фронтовой обстановке. Его отделению было приказано измерить ширину реки, через которую предстояло организовать переправу…

Подобравшись к кустарнику вдоль реки, отделение Куприянова залегло, а сам Куприянов вместе с солдатом Карповым выдвинулся ближе к реке, откуда был хорошо виден занятый фашистами берег. В таких условиях измерять ширину реки нужно было на- глаз.

- Ну-ка, Карпов, сколько? – спросил Куприянов.

- По-моему, не больше 100-110 метров, - ответил Карпов. Куприянов был согласен со своим разведчиком, но для контроля решил измерить ширину реки при помощи «козырька».

Способ этот состоит в следующем. Надо стать лицом к реке и надвинуть фуражку на глаз так, чтобы нижний обрез козырька точно совпал с линией противоположного берега. Козырек можно заменить ладонью руки или записной книжкой, плотно приложенной ребром ко лбу. Затем, не изменяя положения головы, надо повернуться направо или налево, или даже назад (в ту сторону, где поровней площадка, доступная для измерения расстояния) и заметить самую дальнюю точку, видимую из-под козырька (ладони, записной книжки).

Расстояние до этой точки и будет примерно равно ширине реки.

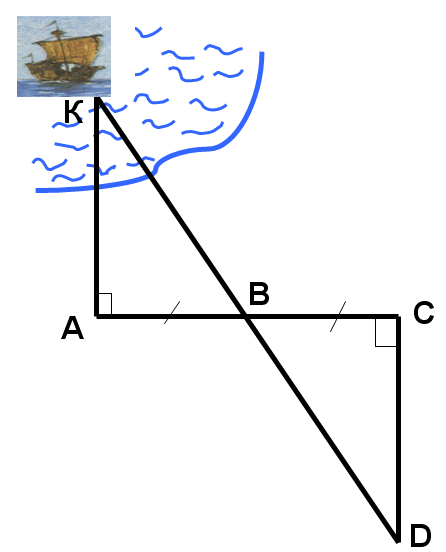
Этим способом и воспользовался Куприянов. Он быстро встал в кустах, приложил ко лбу записную книжку, также быстро повернулся и завизировал дальнюю точку. Затем вместе с Карповым он ползком добрался до этой точки, измеряя расстояние шнуром. Получилось 105 м.

Куприянов доложил командованию полученные им данные.

Дадим геометрическое объяснение способу «козырька».

Луч зрения, касающийся обреза козырька (ладони, записной книжки), первоначально на линию, противоположную берега. Когда человек поворачивается, то луч зрения, подобно ножке циркуля, как бы описывает окружность и тогда АС=АВ как радиусы одной окружности.

***История геометрии хранит немало приемов решения задач на нахождение расстояний. Одной из таких задач – это определение расстояний до кораблей находящихся в море.***

*Пусть корабль находится в точке К, а наблюдатель – в точке А. Требуется определить расстояние КА. Построив в точке А прямой угол, необходимо отложить на берегу два равных отрезка:*

*АВ = ВС. В точке С вновь построить прямой угол, причем наблюдатель должен идти по перпендикуляру до тех пор, пока не дойдет до точки D, из которой корабль К и точка В были бы видны лежащими на одной прямой. Прямоугольные треугольники ВСD и ВАК равны, следовательно, СD = АК, а отрезок СD можно непосредственно измерить.*

***Глубина пруда.***

Вернемся же снова к реке и рассмотрим индусскую задачу о лотосе.

У древних индусов был обычай задачи и правила предлагать с стихах. Вот одна из таких задач:

Задача

Над озером тихим,

С полфута размером, высился лотоса цвет.

Он рос одиноко. И ветер порывом

Отнес его в сторону. Нет

Боле цветка над водой,

Нашел же рыбак его ранней весной

В двух путах от места, где рос.

Итак, предложу я вопрос: как озера вода

Здесь глубока?

(Перевод В.И.Лебедева)

Решение

Обозначим (рис.53) искомую глубину СD пруда через х. тогда, по теореме Пифагора, имеем:

ВD2 – х = ВС2,

т.е.

х2 = (х+1/2)2 – 22,

откуда

х2 = х + х + 1/4 – 4, х = 33/4.

Искомая глубина - 33/4  фута.

Близ берега реки или неглубокого пруда вы можете отыскать водяное растение, которое доставит вам реальный материал для подобной задачи: без всяких приспособлений, не замочив даже рук, определить глубину водоема в этом месте.

***Скорость течения.***

*Меж селеньем и рощей нагорной*

*Вьется светлою лентой река*

*А.Фет****.***

А сколько воды протекает за сутки в такой речке?

Рассчитать не трудно, если прежде измерить скорость течения воды в реке. Измерение выполняют два человека. У одного в руках часы, у другого – какой-нибудь хорошо заметный поплавок, например закупоренная полупустая бутылка с флажком. Выбирают прямолинейный участок реки и ставят вдоль берега две вехи А и В на расстоянии, например, 10 м одну от другой.

На линиях, перпендикулярных к АВ, ставят еще две вехи С и D. Один из участников измерения с часами становится позади вехи D. Другой – с поплавком заходит несколько выше вехи А, поплавок бросает в воду, а сам становится позади вехи С. Оба смотрят вдоль направлений СА и DВ на поверхность воды. В тот момент, когда поплавок пересекает продолжение линии СА, первый наблюдатель взмахивает рукой. По этому сигналу второй наблюдатель засекает время первый раз и еще раз, когда поплавок пересечет направление DВ.

Предположим, что разность времени 20 секунд. Тогда скорость течения воды в реке:

= 0,5 м в секунду.

Обычно измерение повторяют раз десять, бросая поплавок в разные точки поверхности реки. Затем складывают полученные числа и делят на количество измерений. Это дает среднюю скорость поверхностного слоя реки.

Более глубокие слои текут медленнее, и средняя скорость всего потока составляет примерно от поверхностной скорости, - в нашем случае, следовательно, 0,4 м в секунду.

Можно определить поверхностную скорость и иным – правда, менее надежным способом.

Сядьте в лодку и плывите 1 км (отмеренный по берегу) против течения, а затем обратно – по течению, стараясь все время грести с одинаковою силою.

Пусть вы проплыли эти 1000 м против течения в 18 минут, а по течению – в 6 минут. Обозначив искомую скорость течения реки через Х, а скорость вашего движения в стоячей воде через У, вы составляете уравнения

откуда у + х =

Скорость течения воды на поверхности равна 55 м в минуту, а следовательно, средняя скорость – около м в секунду.

***Пешеход на другом берегу.***

Задача

По берегу вдоль реки идет человек. С другого берега вы отчетливо различаете его шаги. Можете ли вы, не сходя с места, определить, хотя бы приблизительно, расстояние от него до вас? Никаких приборов вы под рукой не имеете.

Решение

У вас нет приборов, но есть глаза и руки, - этого достаточно. Вытяните руку вперед по направлению к пешеходу и смотрите на конец пальца одним правым глазом, если пешеход идет в сторону вашей правой руки, и одним левым глазом, если пешеход идет в сторону левой руки. В тот момент, когда отдаленный пешеход покроется пальцем, вы закрываете глаз, которым сейчас смотрели, и открываете другой: пешеход покажется вам словно отодвинутый назад. Сосчитайте, сколько шагов сделает он, прежде чем снова поравняется с вашим пальцем. Вы получите все данные, необходимые для приблизительного определения расстояния.

Объясним, как ими воспользоваться. Пусть на рисунке 36 а и b - ваши глаза, точка М – конец пальца вытянутой руки, точка А – первое положение пешехода, В – второе. Треугольники аbМ и АВМ подобна ( вы должны повернуться к пешеходу так, чтобы аb было приблизительно параллельно направлению его движения). Значит, ВМ: bМ = АВ: аb – пропорция, в которой неизвестен только один член ВМ, все же остальные можно определить непосредственно. Действительно, bМ – длина вашей вытянутой руки; аb – расстояние между зрачками глаз, АВ измерено шагами пешехода (шаг можно принять в среднем равным ¾ м). следовательно, неизвестное расстояние от вас до пешехода на противоположном берегу реки

МВ = АВ \* (bМ / аb).

Если, например, расстояние между зрачками глаз (аb) у вас 6 см, длина bМ от конца вытянутой руки до глаза 60 см, а пешеход сделал от А до В, скажем, 14 шагов, то расстояние его от вас МВ = 14\*(60/6) = 140 шагов, или 105 м.

Достаточно вам заранее измерить у себя расстояние между зрачками и bМ – расстояние от глаза до конца вытянутой руки, чтобы, запомнив их отношение bМ/аb, быстро определять удаление недоступных предметов. Тогда останется лишь умножить АВ на это отношение. В среднем у большинства людей bМ/аb равно 10 с небольшими колебаниями. Затруднение будет лишь в том, чтобы каким-нибудь образом определить расстояние АВ. В нашем случае мы воспользовались шагами идущего вдали человека. Но можно привлечь к делу иные указания. Если вы измеряете, например, расстояние до отдаленного товарного поезда, то длину АВ можно определить по сравнению с длиною товарного вагона, которая обычно известна (7,6 м между буферами). Если определяется расстояние до дома, то АВ оценивают по сравнению с шириною окна, с длиною кирпича и т.п.

***Геометрия в открытом поле.***

***Посох Якова.***

При желании располагать более точными измерителями углов, нежели сейчас описанный нами природный «живой угломер», вы можете изготовить себе простой и удобный прибор, некогда служивший нашим предкам. Это – названный по имени изобретателя «посох Якова» - прибор, бывший в широком употреблении у мореплавателей до XVIII века, до того как его постепенно вытеснили еще более удобные и точные угломеры (секстанты).

Он состоит из длинной линейки АВ в 70 – 100 см, по которой может скользить перпендикулярный к ней брусок СD и ОD скользящего бруска равны между собою. Если вы желаете при помощи этого бруска определить угловое расстояние между звездами S и S`, то приставляете к глазу конец А линейки (где для удобства наблюдения приделана просверленная пластинка) и направляете линейку так, чтобы звезда S` была видна у конца В линейки; затем двигаете поперечину СD вдоль линейки до тех пор, пока звезда S не будет видна как раз у конца С. Теперь остается лишь измерить расстояние АО, чтобы, зная длину СО, вычислить величину угла SАS`. Знакомые с тригонометрией сообразят, что тангенс искомого угла равен отношению СО/АО; вы вычисляете по теореме Пифагора длину АС, затем находите угол, синус которого равен СО/АС.

Наконец, вы можете узнать искомый угол и графическим путем: построив треугольник АСО на бумаге в произвольном масштабе, измеряете угол А транспортиром.

Для чего же нужна другая половина поперечины? На этот случай, когда измеряемый угол слишком велик, так что его не удается измерить сейчас указанным путем. Тогда на светило S` направляют на линейку АВ, а прямую АD, подвигая поперечину так, чтобы ее конец С пришелся в то же время у светила S. Найти величину угла SАS` вычислением или построением, конечно, не составит труда.

Чтобы при каждом измерении не приходилось делать расчета или построения, можно выполнить их заранее, еще при изготовлении прибора, и обозначить результаты на линейке АВ; тогда, направив прибор на звезды, вы прочитываете лишь показание, записанное у точки О, - это и есть величина измеряемого угла.

***Искусство мерить шагами.***

Очутившись во время загородной прогулки у железнодорожного полотна или на шоссе, вы можете выполнить ряд интересных геометрических упражнений.

Прежде всего воспользуйтесь шоссе, чтобы измерить длину своего шага и скорость ходьбы. Это даст вам возможность измерять расстояние шагами – искусство, которое приобретается довольно легко после недолгого упражнения. Главное здесь – приучить себя делать шаги всегда одинаковой длины, т.е. усвоить определенную «мерную» походку.

На шоссе через каждые 100 м установлен белый камень; пройдя такой 100-метровый промежуток своим обычным «мерным» шагом и сосчитав число шагов, вы легко найдете среднюю длину своего шага. Подробнее измерение следует повторять ежегодно, - например, каждую весну, потому что длина шага, особенно у молодых людей, не остается неизменной.

Отметим любопытное соотношение, обнаруженное многократными измерениями: средняя длина шага взрослого человека равна примерно половине его роста, считая до уровня глаз. Если, например, рост человека до глаз 1 м 40 см, то длина его шага – около 70 см. интересно при случае проверит это правило.

Кроме длины своего шага, полезно знать также скорость своей ходьбы – число километров, проходимых в час. Иногда пользуются для этого следующим правилом: мы проходим в час столько километров, сколько делаем шагов в три секунды; например, если в три секунды мы делаем четыре шага, то в час проходим 4 км. Однако правило это применимо лишь при известной длине шага. Нетрудно определить, при какой именно: обозначив длину шага в метрах через х, а число шагов в три секунды через n, имеем уравнение

3600/3\*(nх) = n\*1000,

Откуда 1200х = 1000 и х = 5/6 м, т.е. около 80 – 85 см. это сравнительно большой шаг; такие шаги делают люди высокого роста. Если ваш шаг отличается от 80 – 85 см, то вам придется произвести измерение скорости своей ходьбы иным способом, определив по часам, во сколько времени проходите вы расстояние между двумя дорожными столбами.

Использованная литература:

1. Геометрия, 7-9: Учеб. Для общеобразоват. учреждений / Л.С.Атанасян, В.Ф.Бутузов, С.Б. Кадомцев и др.
2. Занимательная геометрия, Я.И.Перельман.
3. Отрывки из журнала «Военные знания», из романа «Таинственный остров» Жюля Верна.
4. Детская математическая энциклопедия.