

ПРОЕКТ

«Солнечные часы»

Выполнил:
ученик 7 б класса
Брозинский Артём
Руководитель:
Шумилина И.А.

Содержание

Содержание	2
Введение	3
Основная часть	4
Глава 1. Работа солнца	4
Глава 2. Недостатки солнца	8
Практическая часть	16
Заключение	19
Список использованной литературы	20

Введение

Тема моего проекта – солнечные часы (простейший прибор для отсчета времени).

Часы и календарь считают такими обычными предметами, что никто из нас не задаётся вопросом, как человек впервые научился определять время по часам. Сейчас это кажется лёгким; считают, что каждый ребёнок сможет это понять. Но человечеству потребовались тысячи лет для этого.

Первые солнечные часы, сведения о которых дошли до нас, были изобретены в Вавилоне в VI в. до н. э. Несколько позже такие часы стали применяться в Греции, а затем и в Риме. Принцип действия солнечных часов основан на движении тени, отбрасываемой солнечным указателем при видимом суточном перемещении Солнца по небу.

Цель моей работы – исследовать возможность самостоятельно изготовить солнечные часы из подручных средств.

Проектным продуктом будут самодельные солнечные часы.

Задачи:

1. Изучить теоретический и исторический материал про древние способы измерения времени с помощью солнца.
2. Самостоятельно изготовить солнечные часы.
3. Оценить их точность.

Основная часть

Глава 1. Работа Солнца

Мы живём на поверхности огромного шара, называемого Землёй, который постоянно совершает круговые движения. Такое движение называется вращением Земли. Это вращение происходит постоянно год за годом. Время вращения Земли составляет 24 часа.

Лишь за последние несколько сотен лет люди осознали вращение Земли. Мы, живущие на поверхности Земли, совсем не ощущаем этого движения. Наша планета кажется неподвижной.

Лишь все находящиеся в небе объекты (Солнце, Луна, планеты и звёзды) кажутся нам движущимися. Звезда, которая в определённый момент оказалась над головой, медленно перемещается на запад, достигает горизонта и исчезает. Через какое-то время она снова появляется на востоке и поднимается вверх. Спустя 24 часа она опять появляется над головой.

Это ежедневное вращение небесных тел в направлении с востока на запад – иллюзия. Наша планета и мы перемещаемся с запада на восток. Такую же иллюзию мы испытываем, когда сидим в поезде, стоящем рядом с другим поездом, и начинаем медленно двигаться вперёд. Нам часто кажется, что мы стоим на месте, а другой поезд уезжает назад. Или ещё пример: выглядывая в окно, мы видим, что станция и деревья движутся назад. Но мы знаем, что они не могут двигаться, поэтому убеждены, что движемся мы.

Итак, движение Земли очень плавное и поэтому не ощутимо.

Таким образом, в течение многих тысяч лет люди думали, что перемещались небесные тела, а не Земля!

Именно видимое перемещение небесных тел, происходящее фактически из-за вращения Земли, дало человеку первое представление о времени.

Существуют тысячи небесных тел, которые участвуют в движении от горизонта до горизонта. Среди них самым важным является Солнце. Смена дня и ночи, вероятно, была замечена с самого начала, и она предложила способ хронометрии.

Первый способ разбить день на более короткие отрезки принимал во внимание положения Солнца на небе. Находилось ли оно там высоко или низко? Выходило или заходило? До сих пор мы используем названия разных частей светлого времени суток. Мы говорим о делении на рассвет, утро, день и вечер.

Но мы собираемся использовать положение Солнца для разделения дня. Солнце отбрасывает тень. Когда оно высоко в небе, тень короткая; когда низко – длинная. Более того, в течение первой половины дня, когда Солнце на востоке, тень находится на западе. Во второй половине дня, когда Солнце на западе, тень – на востоке. Использование движущейся тени для определения времени применяли в Египте и Вавилоне.

Любой прибор, дающий возможность определить время с помощью теней, называют солнечными часами. Слово «циферблат» латинского происхождения и означает день. Таким образом, «солнечные часы» – это то, что определяет время дня с помощью Солнца.

Самые простые солнечные часы представляют собой деревянный столбик, вертикально вбитый в землю (рис.1). Предположим, что мы следуем за тенью столбика от восхода Солнца до заката, делая отметку в точке, где заканчивается тень.

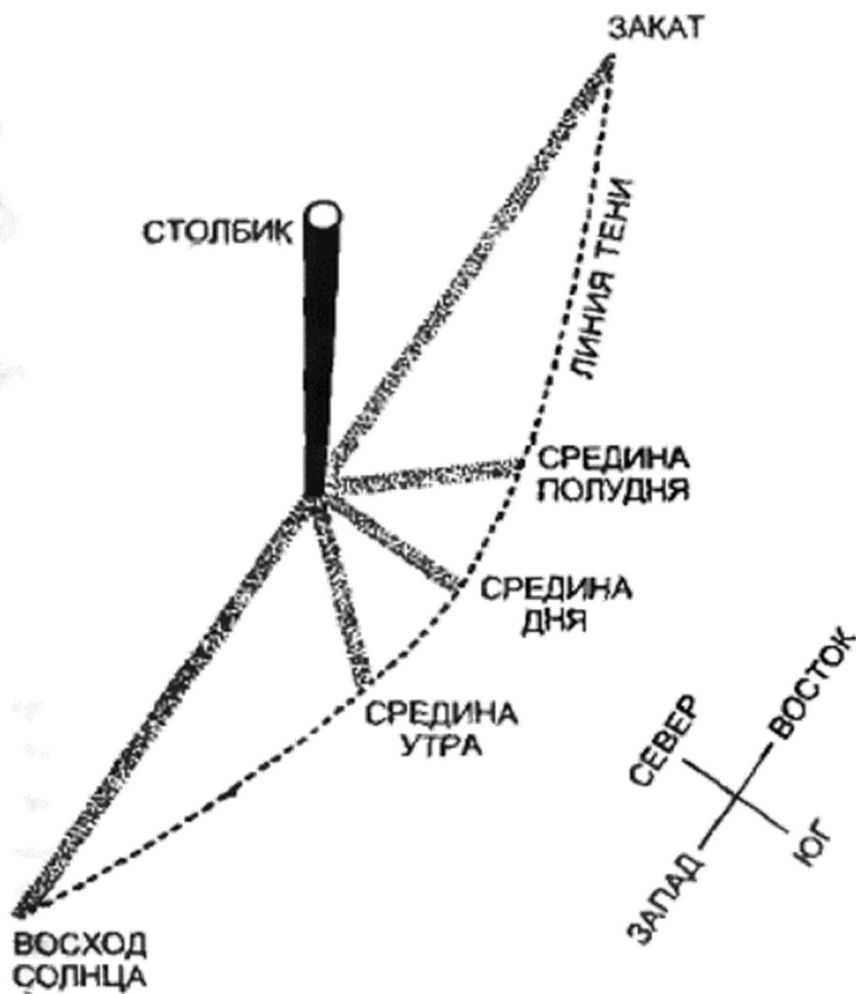


Рис. 1 Тень и время дня.

Если эти точки соединить, то они образовали бы изогнутую линию с одной стороны столбика. Если бы Солнце в середине дня находилось прямо над головой, то тень от столбика в тот момент исчезла бы. На Земле есть места, где Солнце в середине дня находится прямо над головой, но это никогда не случилось в древнем Египте или Вавилоне. У нас Солнце в середине дня всегда находится над головой чуть южнее, поэтому тень всегда отбрасывается на север. В середине дня тень короче, чем в любое другое время, но она не исчезает.

Вместо простого столбика можно сделать столбик, внизу у которого прибитая длинная горизонтальная планка, а сверху – поперечный короткий горизонтальный брусок (рис.2). В этом случае часть тени поперечного бруска всегда падала бы на горизонтальную планку внизу.

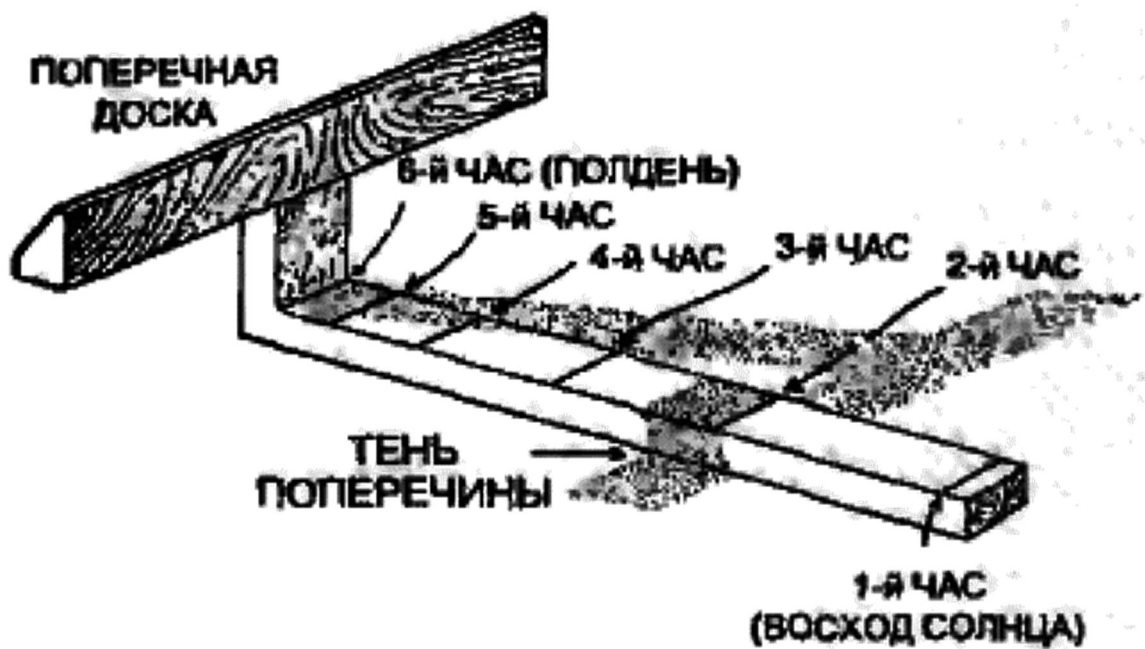


Рис. 2 Египетский гномон и неравные часы.

Такое устройство, используемое для определения времени с помощью Солнца, греки называли гномон, что с греческого переводится, как указатель, стрелка. Если мы будем следить за тенью столбика, её можно разделить на секции и пронумеровать их. Такие секции называют «часами» – от греческого слова, которое означает «время дня».

Линию движения тени разделили на 12 часов. Это восходит к времени вавилонян, которым нравилось число 12. Его можно ровно разделить на 2, 3, 4 или 6, поэтому оно является удобным для использования числом. В древние времена математические операции с дробями были плохо разработаны. Поэтому желательно было найти число, которое можно разделить несколькими различными способами без остатка.

Когда впервые начали использовать солнечные часы, их пронумеровали, естественно, начиная с восхода солнца. Середина дня оказалась в конце шестого часа, а закат Солнца – в конце двенадцатого.

Глава 2. Недостатки солнца

У солнечных часов есть и недостатки. Например, если тень падает на плоскую поверхность, то утром она движется очень быстро, но замедляется в полдень. После полудня её движение начинает ускоряться, и ближе к закату Солнца она снова движется довольно быстро.

Это значит, что если разделить линию тени на равные части, то утренние и вечерние часы будут идти быстро, а полуденные часы – медленно. Чтобы этого избежать, древние египтяне разделили измерительную линию на неравные сегменты, оставив на её концах длинные сегменты, а в середине – короткие. Таким образом, часы получились равными по продолжительности.

Другое решение данной проблемы – сделать так, чтобы тень падала не на плоскую поверхность. Вавилоняне в 3 веке до н. э. изобрели солнечные часы, у которых гномон был установлен внутри впадины. Они были сделаны таким образом, что линия тени повторяла траекторию края впадины, двигаясь равномерно (рис.3). Если эту траекторию разделить на равные сегменты, то получатся равные часы.

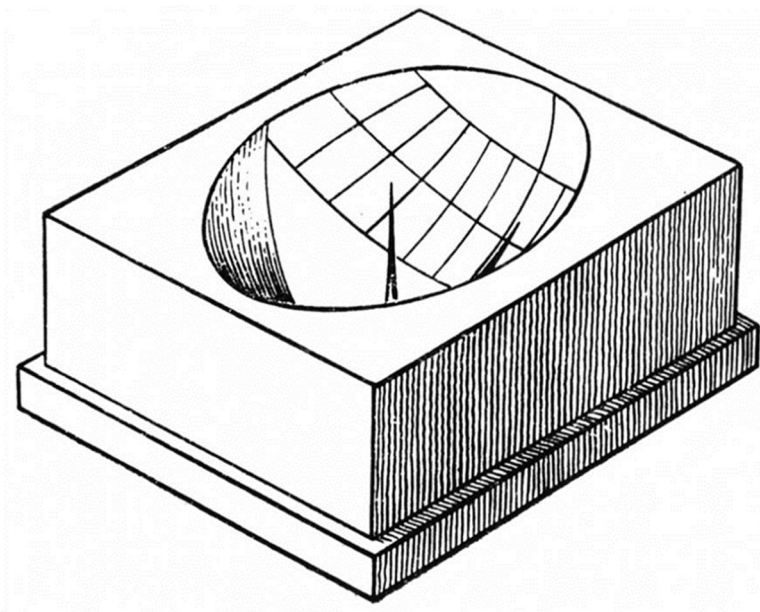


Рис.3. Древневавилонские полусферические солнечные часы.

Ещё одна проблема заключается в том, что траектория тени изменяется день ото дня. Летом и осенью траектория ежедневно немного перемещается на север, а зимой и весной – снова на юг. Но тень никогда не отклоняется за пределы определённых границ. Но если на солнечных часах измерительная линия и гномон выполнены верно, то часть тени всегда пересечёт линию так, чтобы показать время.

Когда тень смещается на север, Солнце движется от одного горизонта к другому быстрее (короткий зимний день). Когда день короче, тень должна перемещаться быстрее, чтобы успеть закончить свой путь. Солнечные часы спешат в короткие дни года и отстают в длинные.

И ещё один недостаток солнечных часов – они работают, когда Солнце светит в небе. Но этому могут помешать облака и, конечно, ночь. Большинство людей это не беспокоило. Ночь была временем для сна, а не определения часа суток.

А как определить время в помещении, где никогда не бывает Солнца или звёзд? Необходимо нечто, что непрерывно изменялось бы в помещении, как непрерывное движение небесных тел.

Одно из самых простых решений этой проблемы – использование горячей свечи. Большая свеча сгорала довольно равномерно. Во время горения такой свечи наблюдали за солнечными часами и то, что оставалось от неё по истечении каждого часа, можно было отметить на такой же целой свече. Потом отметины делали на других таких же свечах, чтобы показать границы, до которых они должны были сгорать спустя час, два и т. д. Для этой цели использовали и масляные лампы, они же огненные часы (рис.4). В них время определялось по уровню ещё не сгоревшего масла.



Рис. 4 Огненные часы.

В облачные дни такие свечи полностью заменяли солнечные часы. Их использовали в помещениях. Могли зажигать в любое время и гасили, когда в них не было необходимости.

Но ещё лучшим изобретением были песочные часы, появившиеся около 250 лет до н. э. Песок через узкий проход, медленно высыпается из верхней половины песочных часов в нижнюю. Насыпав в часы необходимое количество чистого, сухого песка, человек мог сделать так, чтобы песок высыпался, например, один час. Затем, перевернув их в противоположную сторону, человек мог начать отсчёт следующего часа.

В греко-римском мире появились водяные часы или клепсидра (вероятно, их завезли из Египта) (рис.5). В клепсидре вода капала через узкое отверстие в сосуд, где она собиралась. Поскольку она капала равномерно, то на сосуде делали отметины подобные отметинам на горящей свече. По делениям на сосуде определяли который час.

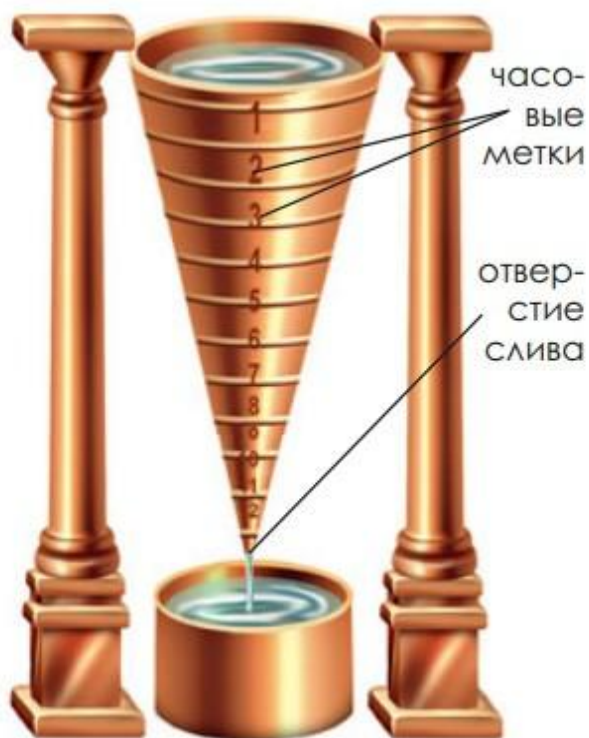


Рис. 5 Клепсидра.

Усложнённые клепсидры имели на воде поплавок, который поднимался вместе с повышением уровня воды в сосуде (рис.6). Этот поплавок был прикреплен к зазубренному стержню, который вращал зубчатое колесо, когда поднимался вверх. К этому колесу был прикреплен конец стрелки, чтобы при повышении уровня воды стрелка вращалась по кругу. За стрелкой находился циферблат, разделённый на 11 секций, пронумерованных от 1 до 12. Это уже напоминает наши современные часы.

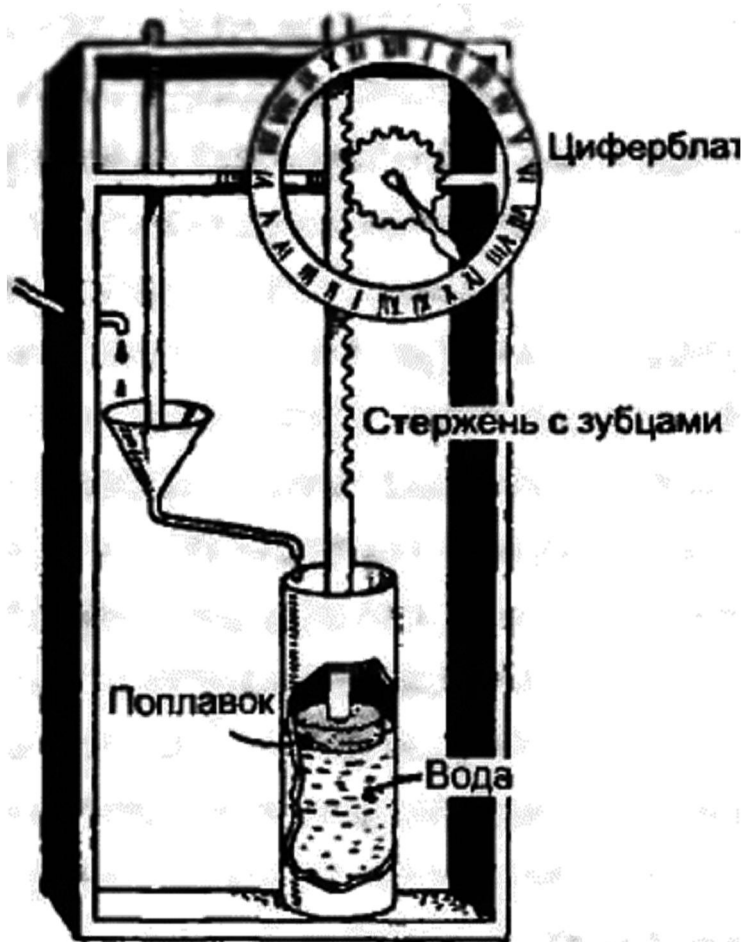


Рис. 6 Усложнённая клепсидра.

В древнем мире клепсидры были самым прогрессивным изобретением для определения времени.

В XIII веке европейцы начали делать механические часы в Северной Италии. Шестерни, регулирующие движения стрелки, приводились в действие медленно опускающимися гирями, а не медленно поднимающейся водой. Никаких брызг или беспокойств по поводу испарения воды. Такие часы были установлены на башнях кафедральных соборов, чтобы их видели все жители города. Об истёкших часах извещал звон церковных колоколов.

В 1550 году вместо гирь стали использовать спиральные пружины. Это означало, что часы можно было делать более компактными. Их уже ставили не только на церковных колокольнях, но и в домах.

Ни одно из этих механических устройств, приводимых в движение поднимающейся водой или опускающимися гирями, не было предельно точным. Люди были счастливы, если могли определять время ближайшего часа. В 1650 году самые лучшие механические часы ошибались во времени на 5 минут. Чтобы сделать механизм более точным, человек должен был придумать что-то более стабильное и точное, чем капающая вода или опускающиеся гири.

В 1581 году 17-летний итальянский мальчик Галилео Галилей наблюдал в соборе во время молитвы за качающейся люстрой. Люстра подобно маятнику раскачивалась туда и обратно. Время раскачивания зависит от длины маятника, а длину можно регулировать так, чтобы маятник совершал своё раскачивание с точностью до секунды. Такой маятник открыл французский математик Марин Мерсен в 1644 году. Его длина составляла около 85 см.

В 1657 году голландский астроном Христиан Гюйгенс изобрёл часы, в которых висящие гири заставляли маятник двигаться. И постоянное движение маятника (а не самих гирь) обеспечивало работу часов. Такие часы были у наших прадедушек и прапрадедушек в домах (рис.7).



Рис.7 Часы с маятником.

Но маятниковые часы нельзя было использовать на борту корабля, где движение корабля раскачивало бы маятник. А часы там были чрезвычайно необходимы.

К счастью, есть предмет по размеру меньший, чем маятник, который также движется равномерно. Из особой стали сделали тонкую пружину (волосковая пружина изобретена Гюйгенсом в 1675 году), которая сжималась и ослаблялась при постоянных ритмичных движениях. Если такая пружина будет непрерывно двигаться, медленно раскручивая основную пружину, она будет приводить в действие часовой механизм маленьких часов, которые могут поместиться в кармане и выдерживать качку корабля. Такие часы были особенно необходимы людям, стоящим на вахте на корабле. А такие карманы по сей день называют часовыми.

Позже стало модным на часы надевать ремешки и носить их на запястье. Карманные часы вышли из моды, а наручные стали популярны.

Со временем стали задумываться о делении часов для удобства на более короткие равные интервалы.

Изменили конструкцию зубчатых колёс и прикрепили к циферблату новую стрелку (минутную), которая совершала полный кругооборот по циферблату за время, которое требовалось старой (часовой) стрелке, чтобы передвинуться на 1 час. Каждый раз, когда новая стрелка передвигалась на одно деление проходила $1/12$ часа.

Час был разделён на пять равных частей. Каждый раз, когда новая стрелка передвигалась на одно из маленьких делений, проходила $1/60$ часа. Эти маленькие интервалы в $1/60$ часа называют минутами от латинского слова, которое означает маленький.

Наконец, добавили ещё одну стрелку (секундную), которая совершала полный кругоборот по циферблату за минуту. Каждый раз, когда она передвигалась на одно из 60 маленьких делений на циферблате, проходила $1/60$ минуты. Эту новую маленькую единицу времени называют секундой от латинского *secunda* - это второе деление часа, т.е. деление предыдущего деления.

Есть ли какая-то причина, по которой час разделён на 60 единиц? Почему в минуте 60 секунд, а в часе 60 минут? Почему не 10 или 100?

Использование числа 60 уходит своими корнями к вавилонянам, которые использовали его в огромных циферблатах потому, что оно делится на равные части множеством способов. Я уже упоминал об использовании ими числа 12, которые без остатка делится на 2, 3, 4 и 6. Но 12 нельзя разделить на 5. Самое меньшее число, которое делится на 2, 3, 4, 6 и 5, - это 60. Кроме того, 60 можно также разделить на 10, 12, 15, 20 и 30.

Практическая часть

Наиболее просты экваториальные солнечные часы, у них цифры на циферблате располагаются равномерно, как на обычных часах, которыми пользуются в быту. Разница лишь в том, что окружность разделена не на 12, а на 24 ч. Но мы живём не на экваторе.

Плоскость циферблата может быть установлена горизонтально, вертикально (на стене здания) или наклонно (параллельно плоскости земного экватора). В зависимости от этого изменяется и оцифровка циферблата. По-разному может устанавливаться и указатель, отбрасывающий тень.

Солнечные часы состоят из двух основных деталей: циферблата с нанесёнными на него делениями, соответствующими часам и долям часа, и указателя, отбрасывающего на него тень, которая перемещаясь по циферблату вследствие видимого суточного движения Солнца по небу, указывает время. Оцифровка горизонтальных солнечных часов довольно сложна и зависит от географической широты места.

Горизонтальные солнечные часы можно изготовить как стационарными, размером 1-2 метра и более, так и переносными с диаметром циферблата 30-50 см. У меня переносные из деревянной дощечки квадратной формы.

Дощечку нужно установить на идеально ровную поверхность, и сама используемая дощечка должна быть ровной (лучше проверить это с помощью уровня). Иначе будет неверно ориентирован компас и неверно показывать сами часы. Циферблат размечаем следующим образом: чертим окружность. Я это сделал с помощью карандаша и верёвочки, по принципу циркуля, прижимая узелок верёвочки пальцем к точке центра рисуемой окружности. Сориентируем часы с помощью компаса.



Проводим диаметр окружности, который при установке часов будет располагаться по линии юг-север. Северный конец диаметра обозначим числом 12 и по обе стороны от него отложим углы, вычисленные по специальной формуле, использующей географическую широту места. Тут мне помогли родители, потому что такие тригонометрические функции, как тангенс и синус, мы ещё не проходили. Вычисленные углы откладываем от метки «12 часов» в обе стороны и обозначаем их по часовой стрелке цифрами 13, 14, 15 и т.д., а против часовой стрелки числами 11, 10, 9 и т.д.

Указатель в виде стержня (гномон) закрепляем в центре циферблата под углом. Гномон всегда полярен, т.е. направлен на полюс мира и должен с плоскостью циферблата составлять угол, равный широте места наблюдения. В нашей местности он составляет примерно 60° северной широты (можно найти на карте или поставить точку в навигаторе) и направлен на север. Проекция гномона на горизонтальную плоскость должна совпадать с проведённым диаметром север-юг.

Часы правильно ориентированные относительно сторон горизонта показывают местное истинное солнечное время. Чтобы перевести показания солнеч-

ных часов в показания обычных часов, которыми мы пользуемся, нужно прибавить поправку, которая называется уравнение времени. Уравнение времени (УВ) — разница между средним солнечным временем (ССВ) и истинным солнечным временем (ИСВ), то есть $УВ = ССВ - ИСВ$ (можно узнать из специализированных астрономических изданий, астрономических программ или вычислить по формуле). Поправка может быть, как со знаком плюс, так и со знаком минус. В течение года она разная и изменяется от - 16,5 минут до +14,5 минут. Поправка на к... ет -8 минут., т.е. к показаниям солнечн... аем время, совпадающее с нашими часам...



Заключение.

Закончив свой проект, я могу сказать, что самостоятельно сделать солнечные часы возможно, но довольно трудно.

Существуют объективные трудности с расчётами: использование тригонометрических функций и перевод углов из радианов в градусы. Много других моментов, которые нужно учитывать: магнитное склонение, уравнение времени, временная поправка и другие.

Оценить точность в полной мере также оказалось непросто ввиду того, что солнечных дней в Санкт-Петербурге и Ленинградской области крайне мало. И для оценки нужны более длительные наблюдения. В следующем году я продолжу эту работу, доработаю и проверю свои солнечные часы в разные сезоны года.

Тема эта очень интересная и глубокая. Во многих городах в качестве украшения создаются солнечные часы. Я планирую украсить ими свою придомовую территорию.

Список использованной литературы.

1. Азимов Айзек Часы, по которым мы живём. – Москва: Центрполиграф, 2004 г. -189 с.
2. Михаль Станислав От гномона до атомных часов. - Москва: Знание, 1983 г.- 256 с.
3. Энциклопедический словарь юного астронома. -2-е издание, переработанное и дополненное - Москва: Педагогика, 1986 - с.336.

