Секция «Физика настоящего и будущего»

КОНЦЕНТРАТОР СОЛНЕЧНЫХ ЛУЧЕЙ

*Архипкина Маргарита и Воробьева Снежана*

*Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение «Тегульдетская СОШ»*

*10,9 класс.*

*с. Тегульдет*

Руководитель: Бобков Евгений Геннадьевич, учитель физики

Муниципальное казенное общеобразовательное

учреждение «Тегульдетская СОШ»

**Введение:**

С каждым годом потребность в энергии увеличивается, а запасы природных видов топлива (нефти, угля, газа и т.д.) конечны. Конечны и запасы ядерного топлива — урана и тория. В связи с указанными проблемами становится все более необходимым использование возобновляемых энергоресурсов. Таковыми являются солнечная, ветряная, геотермальная энергии.

Полное количество энергии солнца, которое поступает на поверхность Земли всего лишь за неделю, превышает энергию всех запасов нефти, урана, угля и газа на нашей планете. В настоящее время существует много электростанций, вырабатывающих электроэнергию с использованием солнечных панелей, но их КПД очень низок (5-30%). Поэтому люди стремятся максимально повысить эффективность использования солнечной энергии, будь то: увеличение рабочего спектрального диапазона; повышение КПД самих панелей; использование систем, отслеживающих движение солнца; применение концентраторов. Среди возобновляемых источников — солнечная энергия самая перспективная. Получение энергии от Солнца может быть прямым или косвенным.

**Актуальность**

Главное преимущество солнечной энергетики — отсутствие солнечных выбросов и минимальные затраты на оплату электричества. Это стимулирует все большее количество людей прибегать к солнечной энергетике как к альтернативе.

Таким образом, использование солнечной энергии является одним из весьма перспективных направлений энергетики. В настоящее время солнечную энергию экономически целесообразно использовать для горячего водоснабжения сезонных потребителей типа спортивно-оздоровительных учреждений, баз отдыха, дачных поселков, и т.д.

**Цель исследования**: Создание концентратора солнечных лучей, который повышает эффективность солнечных панелей.

**Задачи исследования:**

* Узнать, что такое солнечный концентратор.
* Определить где и как его можно использовать.
* Определить эффективность солнечного концентратора.
* Изучить виды солнечных концентраторов.
* Выяснить особенности отражения солнечного света параболоидом и гиперболоидом.
* Изготовление двух образцов солнечных концентраторов.
* Определить мощность концентраторов.
* Исследование проводить в разное время и в разную погоду.
* Проанализировать результаты.

**Гипотеза исследования:**

**1.** Предполагаем, что с помощью концентраторов параболической и сферической формы можно достаточно собирать солнечной энергии. .  
**2.** Параболическая и сферическая форма хорошо фокусирует солнечные лучи.

**Методы исследования**: экспериментальный метод, метод сравнения, метод обработки результатов.

**Этапы работы:**

* Изучение литературы по данной теме.
* Изготовление двух образцов солнечных концентраторов.
* Исследование концентраторов в разные дни и разную погоду.
* Проверить их эффективность и проанализировать результаты.
* Анализ полученных результатов.

**Современные представления об энергии**

*Энергия* – общая количественная мера движения и мера перехода движения материи из одних форм в другие (взаимодействия всех видов материи). Энергия является мерой способности физической системы совершить работу, поэтому количественно энергия и работа выражаются в одних единицах.

Энергия первоначально была в физике абстрактной идеей, и стала популярной благодаря закону сохранения энергии, согласно которому она не возникает из ничего и не исчезает. Это понятие сильно упрощает описание широкого круга физических процессов и охватывает огромное количество экспериментальных фактов, и не будь понятия энергии, пришлось бы рассматривать эти факты каждый по отдельности.

С каждым годом человечество потребляет все большее количество энергоресурсов. Чаще всего для получения энергии, необходимой для освещения и отопления наших жилищ, работы автотранспорта и различных механизмов, используются такие ископаемые углеводороды, как уголь, нефть и газ. Они относятся к не возобновляемым ресурсам.

К сожалению, только незначительная часть энергии добывается на нашей планете с помощью возобновляемых ресурсов, таких как вода, ветер и Солнце. На сегодняшний день их удельный вес в энергетике составляет всего 5 %. Еще 3 % люди получают в виде ядерной энергии, производимой на атомных электростанциях.

**Существуют разные виды концентраторов солнечных лучей:**

* Параболические солнечные концентраторы.
* Параболоцилиндрические концентраторы.
* Солнечные башни.
* Концентраторы на сферических линзах.
* Концентраторы на линзах Френеля.
* Первые три типа концентрируют солнечные лучи для выработки тепла, которая после преобразуется в электроэнергию, а последние два концентрируют солнечные лучи на солнечные панели и тем самым электроэнергия вырабатывается сразу.

**Концентратор солнечного света**

* Повысить плотность солнечного излучения можно двумя способами:

1. Фокусировка, или преломление.

2. Отражение.

* У каждого из них есть свои индивидуальные особенности, которые делают схему более удобной для интеграции в проектах разной спецификации и масштаба.
* При профессиональном создании проекта солнечного концентратора, в расчет, прежде всего, принимается условия его реализации:

1. Рельеф местности;

2. Уровень инсоляции;

3. Масштаб решаемых задач;

4. Объём финансирования и пр.

**Фокусирующие гелиоконцентраторы**

* Есть несколько решений для таких солнечных коллекторов:
* Параболическое зеркало;
* Параболоцилиндрическая конструкция;
* Плоские линзы Френеля.
* У всех подобных устройств одно общее свойство, они собирают солнечный свет в точку/линию, находящуюся на близком расстоянии от отражающей поверхности. В точке схождения лучей (в фокусе), устанавливается приёмник энергии с циркулирующим теплоносителем.
* Такие гелиоконцентраторы удобнее всего использовать в проектах малого масштаба, например для нагрева воды, в коттедже, или на даче.
* Наиболее удобными считаются параболоцилиндрические модели. В них солнечное излучение собирается в тонкую линию, в фокусе которой размещается трубка с теплоносителем.

**Практическое использование солнечного концентратора.**

* Существуют два вариант использования солнечного концентратора в частном секторе:

1. Производство электроэнергии;

2. Обогрев.

* Если теплоноситель будет использоваться напрямую, без генерации электроэнергии, то схема очень проста в реализации и не потребует больших финансовых вложений. В расчёт принимается и тот факт, что кроме обогрева дома, можно получать горячую воду, а с небольшой модернизацией, солнечным теплом охлаждают жильё в жаркие летние дни. Для этого в систему встраивают абсорбционный холодильник (чиллер).

**Современные солнечные концентраторы**

*Солнечный концентратор* — устройство для сбора тепловой энергии Солнца, переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением. В отличие от солнечных батарей, производящих непосредственно электричество, солнечный концентратор производит нагрев материала-теплоносителя.

Главной особенностью гелиоконцентраторов, отличающей их от теплогенераторов других типов, является цикличность их работы. Нет солнца – нет и тепловой энергии. Как следствие, в ночное время подобные установки пассивны. Среднесуточная выработка тепла напрямую зависит от продолжительности светового дня.

В зимний период эффективность гелиоконцентраторов снижается не только из-за уменьшения продолжительности светового дня, но и из-за изменения угла падения солнечных лучей. Колебания производительности солнечного концентратора в течение года следует учитывать при расчетах его вклада в систему теплоснабжения.

Еще один фактор, который может повлиять на продуктивность солнечного концентратора, – климатические особенности региона. На территории нашей страны есть немало мест, где 200 и более дней в году солнце скрыто за толстым слоем туч или за пеленой тумана. В пасмурную погоду производительность гелиоколлектора не падает до нуля, поскольку он способен улавливать рассеянные солнечные лучи, но существенно снижается.

**Практическая часть**

Мы выбрали конструкцию из двух отражающих поверхностей: параболической исферической. В отличие от концентраторов, изготовленных из линз, мой концентратор в несколько раз дешевле и способен концентрировать солнечный свет в большем спектральном диапазоне - ультрафиолетовом и инфракрасном свете.

**Особенности отражения солнечного света параболоидом и сферой.** 1.Особенностью параболической поверхности является то, что она концентрирует свет в одной точке, в своем фокусе. Но в точку фокуса лучи приходят под большими углами и с разных сторон. Это не позволяет эффективно использовать солнечную панель.

2.Особенностью сферической поверхности является то, что она концентрирует свет, в которую направляет лучи в новую точку фокуса (центр окружности) и точек образующиеся по радиусу к этой точке, что понижает эффективность солнечной панели.

**Изготовление параболического концентратора.**

Для подтверждения теоретических знаний был изготовлен концентратор, состоящий только из параболической поверхности.

Для этого использовалась параболическая поверхность (в школьной лаборатории), необходимость подвижного рефлектора состояла в том, чтобы впоследствии можно было подбирать оптимальное положение рефлектора по отношению к солнцу. В качестве отражающих поверхностей выбрана алюминиевая фольга. Образец концентрировал свет линией на солнечную панель, то есть предположения подтвердилась. После этого была проведена проверка эффективности данной конструкции. Измерив выработанную солнечными панелями электроэнергию, было установлено, что концентратор повышает эффективность более чем в 6 раз.





**Изготовление параболическо - сферического концентратора.**

Для этого использовалась параболическая - сферическая поверхность крышка из под сковороды. Чтобы поверхность была отражающей мы использовали СД-диски, которые разрезали на отдельные фрагменты и приклеивали на внутреннюю поверхность крышки с помощью шпаклевки как мозаику. Необходимость подвижного рефлектора состояла в том, чтобы впоследствии можно было подбирать оптимальное положение рефлектора по отношению к солнцу. Образец концентрировал свет линией на солнечную панель, то есть предположения подтвердилась.

После этого была проведена проверка эффективности данной конструкции. Измерив выработанную солнечными панелями электроэнергию, было установлено, что концентратор повышает более чем в 9 раз.





**Проверка эффективности конструкции.**

* Были проведены исследования, связанные с измерением эффективности концентратора.
* Экспериментально подтверждено, что с использованием концентратора выработка энергии солнечными панелями больше, чем без него. Но на результат влияло то, что замеры проводились на рассеянном или прямом свете.
* При использовании концентратора на рассеянном свете установлено, что конструкция концентратора, состоящего только из параболической поверхности, повышает эффективность солнечной панели до 6 раз, конструкция концентратора, состоящего из сферической поверхности повышает эффективность солнечных панелей, до 9 раз. На эффективность работы концентратора на рассеянном свете влияло то, что эффективный угол сбора света у солнечных панелей составляет 90 градусов, а у концентратора примерно 30 градусов.
* При использовании концентратора на прямых солнечных лучах он повышает эффективность солнечных панелей более чем в 1,2 раза, причем максимальная выработка на прямых солнечных лучах выше, чем на рассеянном свете в 10 раз.
* В итоге практическое повышение эффективности (максимум в 6-9 раз) меньше теоретического (в 10-14 раз), это связано, во-первых, с недостаточно высоким коэффициентом отражения отражающих поверхностей (80%), во-вторых, из-за неточности исполнения форм отражающих поверхностей.
* Данные проблемы имеют практические решения: изготовление отражающих поверхностей с применением полировки, с доведением коэффициента отражения до 99%; изготовление деталей концентратора с применением лазерной резки или на 3D принтере.

**Математическое определение положение фокусов концентраторов:**

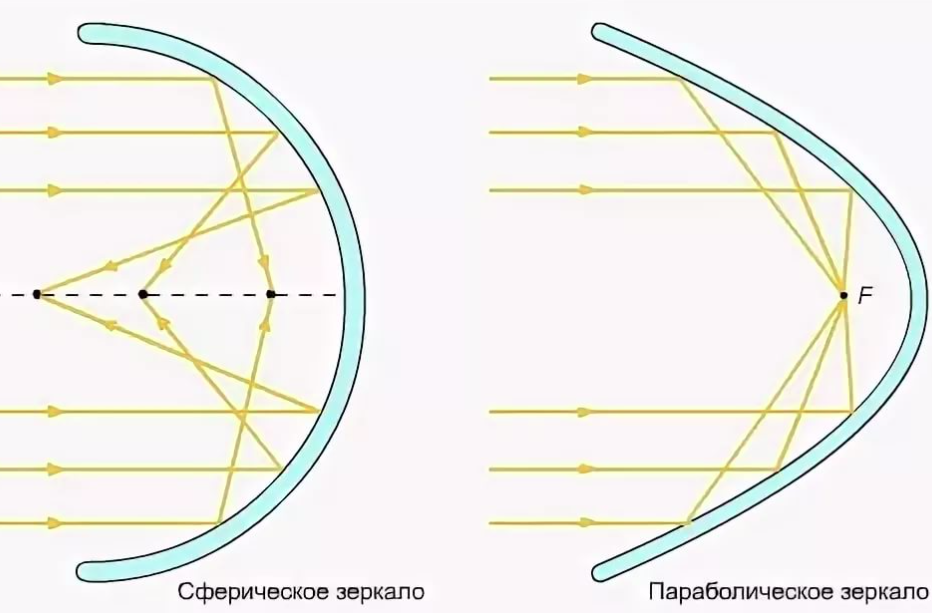
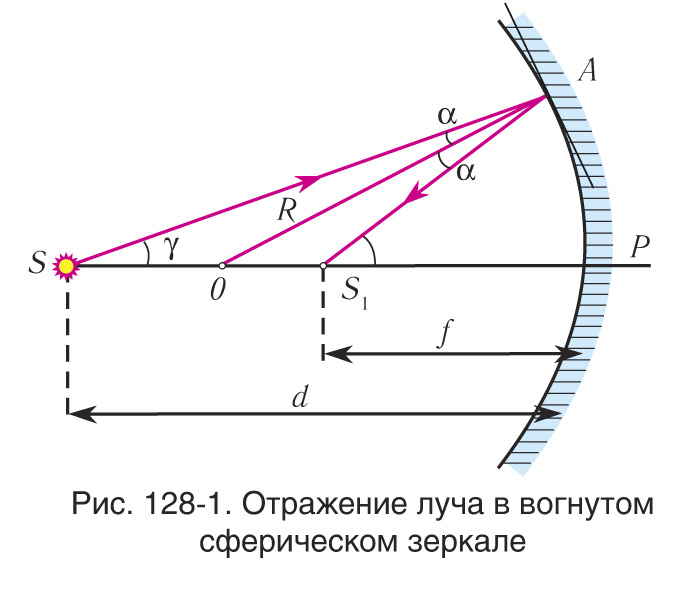


ФОТО КОНЦЕНТРАТОРОВ:

1. СФЕРИЧЕСКИЙ 2. ПАРАБОЛИЧЕСКИЙ.

1. СФЕРИЧЕСКИЙ КОНЦЕНТРАТОР.

[](http://profil.adu.by/pluginfile.php/4219/mod_book/chapter/11542/128-1.jpg?time=1627858624091)

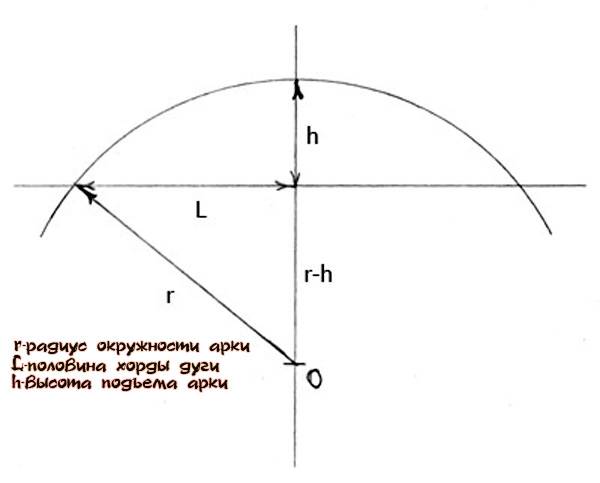
+ = = **формула сферического зеркала. Где d – расстояние от зеркала до источника; f - расстояние от зеркала до изображения; F – фокусное расстояние; R – радиус кривизны зеркала.**

Если источник удалить от зеркала бесконечно далеко, то лучи, падающие на зеркало, будут идти параллельно оптической оси. Слагаемое = 0   станет равным нулю. Расстояние  *f*  будет равно некоторому значению *F* ,  *f*  = *F* и формула зеркала примет вид: = , или

F = .

**Оптическая сила зеркала:** D = = .

**По измеренным данным определяем радиус сферы: R = r и фокусное расстояние F.**

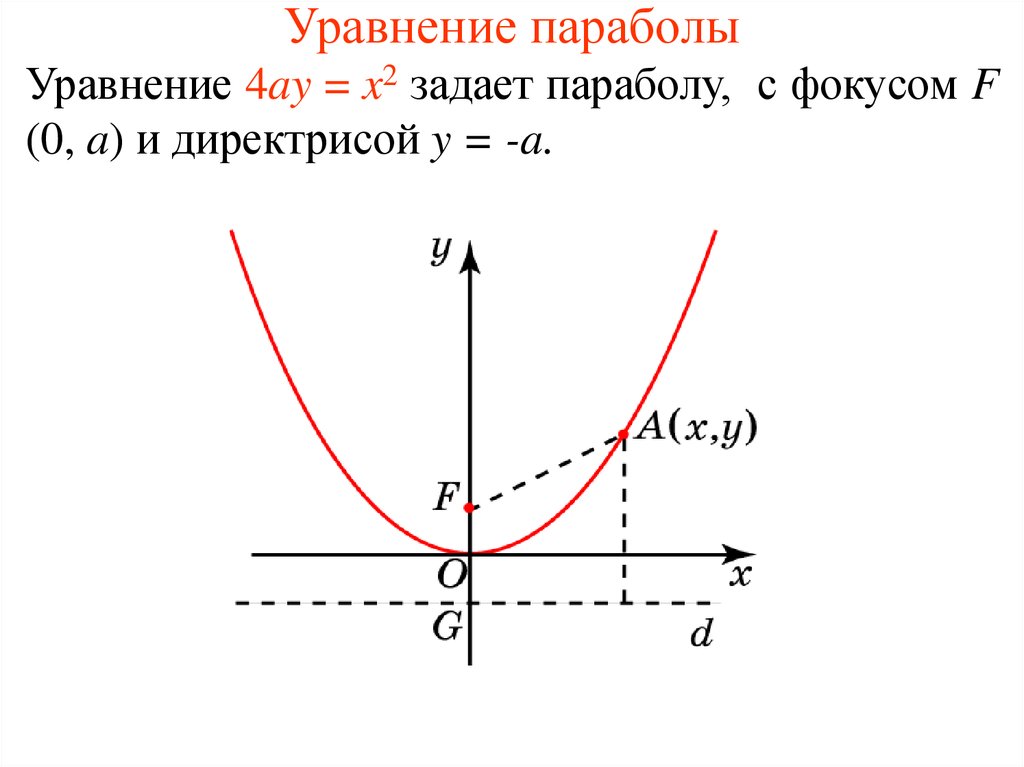
****

**Дано: L = 15 см, h =3,5 см. Найти r -?**

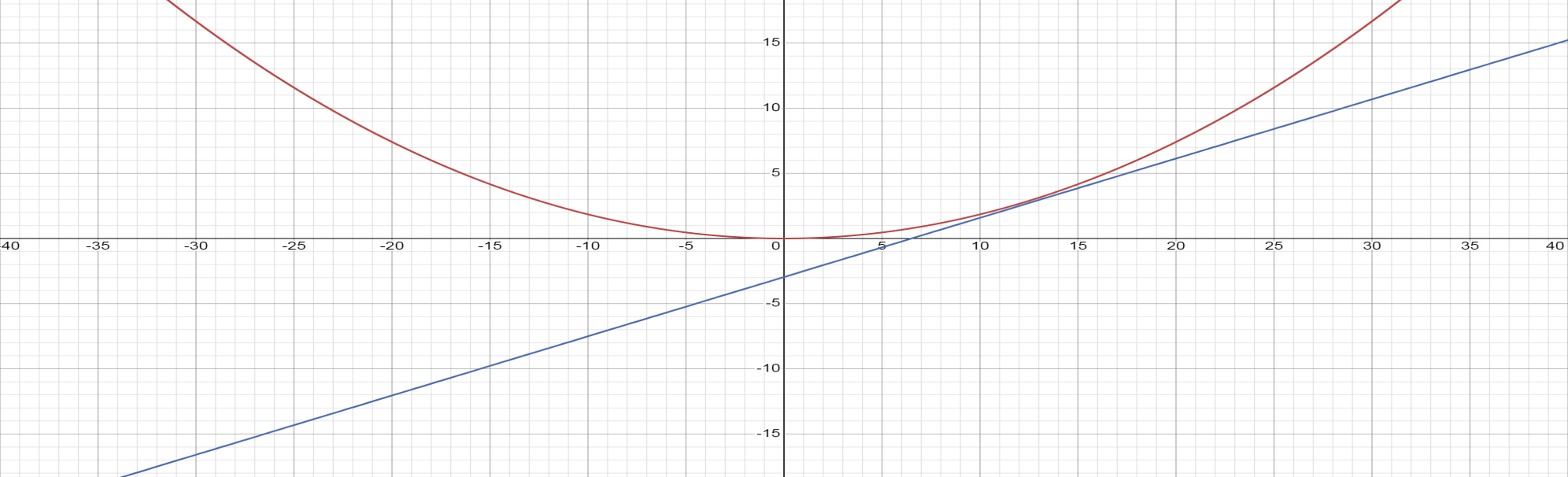
По теореме Пифагора: = + , = + - 2rh + , выражаем r = ( + ) /2h, подставим: (225 + 12,25)/7 ≈33,89≈34 см. Тогда фокусное расстояние F = = = 17см, что на практике это значение почти идеально сходится.

1. ПАРАБОЛИЧЕСКИЙ КОНЦЕНТРАТОР.

**Определим уравнение параболы и построим ее.**

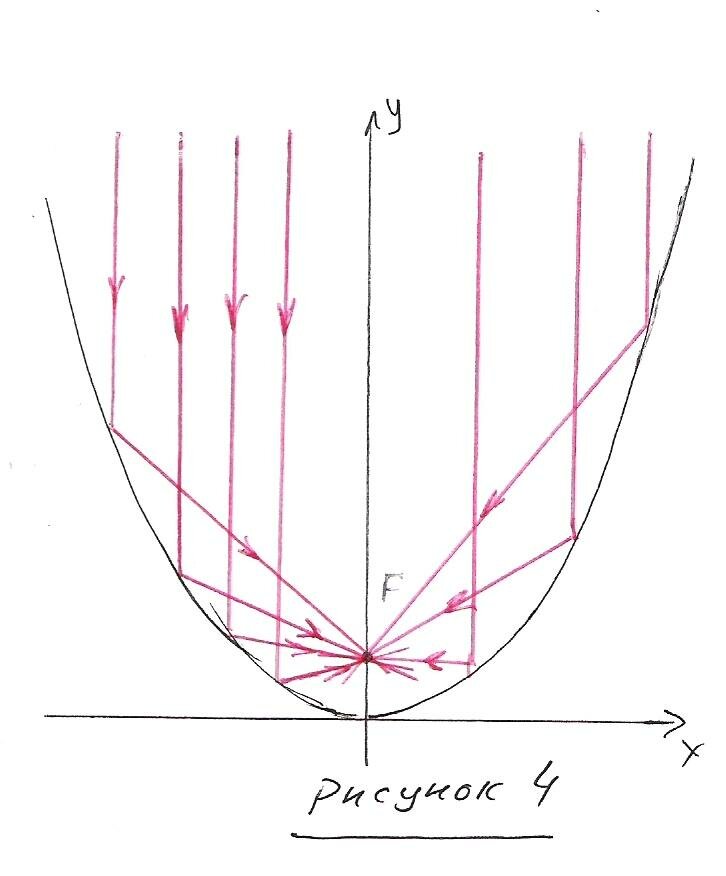


На онлайн калькуляторе построение парабол задаем параметры и строим график у = .



По измерениям концентратора его касательной получили х=18 см, у=6 см. Уравнение параболы (частный случай) имеет вид: у = k, где k = , подставим k = = Значит наше уравнение параболы приближенно имеет вид у = , график ее представлен выше.

**Определим фокусное расстояние**:



Используя геометрию параболы можно определить фокусное расстояние параболы, для нашего случая: F (0; k), или: F (0;). Па практике мы получаем значение значительно больше, во-первых, парабола не идеальная, во-вторых, фольга имеет достаточно не ровную поверхность.

**Определяем поток солнечной энергии.**

Поток излучения от солнца (Ф = ) в ясную погоду падающий перпендикулярно поверхности на 1 за 1 секунду вне атмосферы составляет Ф = 1367 Вт/, с атмосферой Ф = 1020 Вт/.

1. На территории Тегульдета, где проходили измерения **20.02.2024 г** где широта Тегульдета **φ = 57˚ 19ʹ.** Высота солнца в полдень была равна **hc =21˚30ʹ** (рассчитывали с помощью онлайн калькулятора «определение высоты солнца по широте и дате»).

Тогда поток излучения солнца в этот день равен Ф = 1020 · sin(hc) =1020 ·sin(31˚3ʹ)= = 1020 · 0,3665 =**373,83 Вт/. Это на 1 , тогда на 1 см² Ф = 0,037383 Вт/см².**

1. На территории Тегульдета, где проходили измерения **5.03.2024 г** где широта Тегульдета φ = 57˚ 19ʹ. Высота солнца в полдень была равна **hc =26˚45ʹ** (рассчитывали с помощью онлайн калькулятора «определение высоты солнца по широте и дате»).

Тогда поток излучения солнца в этот день равен Ф = 1020 · sin(hc) =1020 · sin(26˚45ʹ) = =1020 · 0,45 = **459 Вт/. Это на 1 , тогда на 1 см² Ф = 0,0459 Вт/см².**

1. На территории Тегульдета, где проходили измерения **16.03.2024 г** где широта Тегульдета φ = 57˚ 19ʹ. Высота солнца в полдень была равна **hc =31˚3ʹ** (рассчитывали с помощью онлайн калькулятора «определение высоты солнца по широте и дате»).

Тогда поток излучения солнца в этот день равен Ф = 1020 · sin(hc) =1020 · sin(31˚3ʹ) = =1020 · 0515 =**525,3 Вт/. Это на 1 , тогда на 1 см² Ф = 0,05253 Вт/см².**

1. На территории Тегульдета, где проходили измерения **19.03.2024 г** где широта Тегульдета φ = 57˚ 19ʹ. Высота солнца в полдень была равна **hc =32˚24ʹ** (рассчитывали с помощью онлайн калькулятора «определение высоты солнца по широте и дате»).

Тогда поток излучения солнца в этот день равен Ф = 1020 · sin(hc) =1020 · sin(32˚24ʹ) = =1020 · 0,515 =**544,2 Вт/. Это на 1 , тогда на 1 см² Ф = 0,05442 Вт/см².**

1. На территории Тегульдета, где проходили измерения **22.06.2024 г** где широта Тегульдета φ = 57˚ 19ʹ. Высота солнца в полдень была равна **hc =56˚7ʹ** (рассчитывали с помощью онлайн калькулятора «определение высоты солнца по широте и дате»).

Тогда поток излучения солнца в этот день равен Ф = 1020 · sin(hc) =1020 · sin(56˚7ʹ) = =1020 · 0,8307 =**847,3 Вт/. Это на 1 , тогда на 1 см² Ф = 0,08473 Вт/см².** Проверим концентраторы на эту дату или близкую к ней (как погода).

Измерение проводили приближенно во время местного полдня t = 13 часов. (Так как в 1930 году в нашей стране ввели декретное время + 1 час к поясному времени).

Полагая, что ∆Ф ~ ∆Е ~ ∆Q ~ ∆t, где Е – тепловая энергия, ∆t – изменение температуры поверхности, тогда = , определяя отношение , найдем .

1. **20.02.2024 г**, определяем комнатную температуре в тени комнаты tт.к. =23 ˚С.

Определяем изменение температуры без концентратора ∆tб.к = 26 ˚С - 23 ˚С = 3 ˚С.

с сферическим концентратором ∆tк.с = 36 ˚С - 23 ˚С = 13 ˚С.

и с параболическим концентратором ∆tк.п = 33 ˚С - 23 ˚С =10 ˚С.

Находим отношение для сферического концентратора: = = **4,33 раза.**

Находим отношение для параболического концентратора: = = **3,33 раза.**

1. **5.03.2024 г,** определяем комнатную температуре в тени комнаты tт.к. =23 ˚С.

Определяем изменение температуры без концентратора ∆tб.к = 27 ˚С - 23 ˚С = 4 ˚С.

с сферическим концентратором ∆tк.с = 42 ˚С - 23 ˚С = 19 ˚С.

и с параболическим концентратором ∆tк.п = 37 ˚С - 23 ˚С =14 ˚С.

Находим отношение для сферического концентратора: = = **4,75 раза.**

Находим отношение для параболического концентратора: = = **3,5 раза.**

1. **16.03.2024 г,** определяем комнатную температуре в тени комнаты tт.к. =24 ˚С.

Определяем изменение температуры без концентратора ∆tб.к = 28 ˚С - 24 ˚С = 4 ˚С.

с сферическим концентратором ∆tк.с = 46 ˚С - 24 ˚С = 22 ˚С.

и с параболическим концентратором ∆tк.п = 42 ˚С - 24 ˚С =18 ˚С.

Находим отношение для сферического концентратора: = = **5,5раза.**

Находим отношение для параболического концентратора: = = **4,5 раза**

1. **19.03.2024 г,** определяем комнатную температуре в тени комнаты tт.к. =21 ˚С.

Определяем изменение температуры без концентратора ∆tб.к = 33 ˚С - 21 ˚С = 12 ˚С.

с сферическим концентратором ∆tк.с = 130 ˚С - 21 ˚С = 109 ˚С.

и с параболическим концентратором ∆tк.п = 94 ˚С - 21 ˚С =73˚С.

Находим отношение для сферического концентратора: = = **9,1раза.**

Находим отношение для параболического концентратора: = = **6,1 раза**

5. **В будущем решим задачу на день летнего состояния или дате близкой к ней:** **22.06.2024 г,** определяем комнатную температуре в тени комнаты tт.к. = ˚С.

Определяем изменение температуры без концентратора ∆tб.к = ˚С - ˚С = ˚С.

с сферическим концентратором ∆tк.с = ˚С - 23 ˚С = 22 ˚С.

и с параболическим концентратором ∆tк.п = ˚С - ˚С = ˚С.

Находим отношение для сферического концентратора: = = раза.

Находим отношение для параболического концентратора: = = раза.

**Заключение:**

1. Руководствуя целями и задачами работы, причем измерения в работе были оценочными, то есть была велика вероятность погрешности, но в тоже время работа проделана и не зря, были получены результаты, свои и это здорово!

2. Мы выяснили, что сферический концентратор собирал больше энергии, чем параболический, это из-за того что, СД – диски имеют зеркальную поверхность которые лучше отражают и концентрируют световую энергию, чем фольга имеющая не идеально гладкую поверхность. Хотя параболическая кривая лучше концентрирует свет, чем кривая сферическая.

1. Многое зависит от места наблюдения, то есть от широты и долготы местности, климата и других факторов.
2. Используя простые подручные приспособления, и немного знаний по физике и геометрии мы выполнили поставленные задачи в наших экспериментах.
3. 4. Работа была интересна и занимательна. В будущем нужно продолжать эти исследования, лучше в летнее время, когда больше солнца. Цели и задачи достигнуты.

**Выводы:**

* Ознакомились что такое солнечный концентратор.
* Созданы две разные модели солнечных концентраторов.
* Концентраторы протестировали, сделали замеры температур, и вывод они повышает эффективность солнечных панелей более чем в 6 и 9 раз.
* Проверку концентраторов мы проводили в зимний период (с февраля по март).
* В зимнее время эффективность работы солнечного концентратора может снижаться не только из-за уменьшения продолжительности светового дня, но и из-за изменения угла падения солнечных лучей. Поэтому, мы продолжим проводить замеры в летнее время.

**Список источников и литературы**

* Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике. Седьмое издание. – Москва: Издательство “Наука” – 1964.
* <http://mathprofi.ru/giperbola_i_parabola.html>
* Алексеев В. В., Чекарев К. В. Солнечная энергетика. — М.: Знание, 1991. — 64 с.
* Дорфман Я. Г. Всемирная история физики. С начала XIX до середины XX века.— Изд. 3-е.—М***.***: ЛКИ, 2011с— 317с.

