МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Краевое государственное бюджетное образовательное учреждение

среднего профессионального образования

«Зеленогорский техникум промышленных технологий и сервиса»

Тема: «**Расчет эффективности использования солнечной электростанции в частном жилом доме»**

Автор – обучающийся гр. 2-20

Терских Гавриил Дмитриевич

Руководитель - преподаватель физики

Родиончева Людмила Александровна

г.Зеленогорск, 2020 г.

Оглавление

Введение, цель, задачи\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_3

Глава 1. Литературный обзор\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_4

1.1. История создания фотогальванических кремниевых панелей\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_4

* 1. Применение солнечных батарей в космосе и транспортных средствах\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_4
  2. Основные характеристики солнечных батарей\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_6
  3. Ассортимент солнечных батарей и оборудования в розничной сети\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_8

Глава 2. Основная часть. Материалы, методы, порядок выполнения работы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_10

2.1. Расчет потребляемой и производимой электроэнергии за определенный период времени\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_10

2.2. Сравнение эффективности электроснабжения от солнечной электростанции и от стационарной энергосистемы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_13

Заключение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_14

Выводы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_15

Информационные источники\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_16

Введение

Выбор данной темой обусловлен следующими причинами:

Во-первых, при постоянно растущих ценах на электроэнергию поневоле начнешь задумываться об использовании природных источников для электроснабжения. Одна из таких возможностей — солнечные батареи для дома или дачи. При желании они могут обеспечить полностью все потребности даже большого дома.

Во-вторых, таким типом электроэнергии можно обеспечить любой дом или ферму и без традиционной энергосистемы. В этом и заключается актуальность нашего исследования. Таким образом, объектом нашего исследования является фотогальванические элементы. Предмет исследования: самоокупаемость оборудования на основе солнечной энергии.

Гипотеза исследования: я считаю, что приобретённое оборудования окупит себя за 5 лет.

Цель работы: рассчитать эффективность использования солнечных батарей в частном жилом доме.

Для достижения поставленной цели предусматривается решение ряда задач:

1. изучить основные характеристики солнечных батарей;

2. изучить ассортимент солнечных батарей в розничной сети;

3. произвести расчет потребляемой электроэнергии за сутки в частном жилом доме;

4. произвести теоретический расчет потребляемой и производимой электроэнергии за определенный период времени;

5. сравнить эффективность электроснабжения частного дома от солнечных батарей и энергосистемы.

Глава 1. Литературный обзор

* 1. История создания фотогальванических кремниевых панелей

Ещё в далёком 1839 году Антуан-Сезар Беккерель представил созданную им химическую батарею, которая под воздействием солнца вырабатывала электричество. Первая солнечная батарея имела КПД всего 1%. То есть только один процент солнечного света был преобразован в электричество. В 1873 году Уиллоуби Смит обнаружил чувствительность селена к свету, а в 1877 году Адамс и Дэй отметили, что селен под воздействием света производит электрический ток. Чарльз Фриттс в 1880 году использовал покрытый золотом селен для производства первого солнечного элемента, который также имел эффективность 1%. Тем не менее, Фриттс считал свои солнечные элементы революционными. Он рассматривал возможность использования бесплатной солнечной энергии как средство диверсификации поставок энергии, предсказывая, что производимые солнечные батареи вскоре заменят существующие электростанции.  
С объяснением в 1905 году Альбертом Эйнштейном фотоэффекта появились надежды на создание солнечных батарей с более высоким КПД, но прогресс оказался незначительным. В середине 20 века исследования в области диодов и транзисторов дали необходимые для ученых знания. В 1954 году Гордон Пирсон, Дэррил Чапин и Кэл Фуллер произвели кремниевый солнечный элемент, имеющий КПД 4%. В дальнейшем эффективность ячейки была повышена до 15%. Солнечные батареи были впервые использованы в сельских районах и отдаленных городах в качестве источника питания для системы телефонной связи, где они успешно использовались на протяжении многих лет. [5]

* 1. Применение солнечных батарей в космосе и транспортных средствах

В наши дни фотогальванические панели получают более широкое применение: в первую очередь они используются на орбите Земли, обеспечивая электричеством все космические аппараты;



Немецкие инженеры построили самый большой в мире корабль под названием **Planet Solar Türanor**, который работает на солнечных батареях и является **экологически чистым и бесшумным**. 27 сентября 2010 года отправился в кругосветное плавание. Международный экипаж катамарана состоит из шести человек, среди них швейцарский проектировщик Рафаэль Домьян. Сделав круг вокруг Земли за 18 месяцев. [5]



В 2015 году 9 марта, подняли в воздух новейшую разработку – швейцарский самолет Solar Impulse 2, работающий только от солнечных батарей.  Скорость самолета от 60 до 100 километров в час. Экспериментальная модель способна поднимать в воздух только одного человека, вследствие чего пилотировали его два разработчика по очереди: Бертран Пикар и Андре Боршберг. Вес самолета около 2300 килограмм, а размах крыльев достаточно велик – 72 метра. Это связанно с расположенными на обшивке летательного аппарата солнечными батареями.  
По расчетам такой самолет может держаться в воздухе на солнечной энергии до пяти дней, что значительно дольше возможностей обычного самолета. [6]



Также нельзя оставить без внимания автомобильную промышленность на фотогальванических панелях, на сегодняшний день их большое количество и имеют самую футуристическую форму. В результате бума разработок автомобилей на солнечных батареях возник и новый вид спорта брейнспорт, в рамках которого ежегодно в Австралии проводятся ралли солнцемобилей с пробегом около 3000 км между городами Дарвин и Аделаида. Эти соревнования собирают тысячи зрителей, а миллионы наблюдают за ними по телевидению. Не обделены вниманием эти соревнования и со стороны крупных автомобильных концернов, понимающих, что за этим видом энергии будущее. [7]



также широко применяются фотогальванические панели в сельском хозяйстве. С помощью таких панелей можно обеспечить электричеством даже ферму по разведению скота.

Вышеперечисленные примеры применения фотогальванических панелей дают понять, что такая электроэнергия актуальна в ближайшем будущем.

* 1. Основные характеристики солнечных батарей

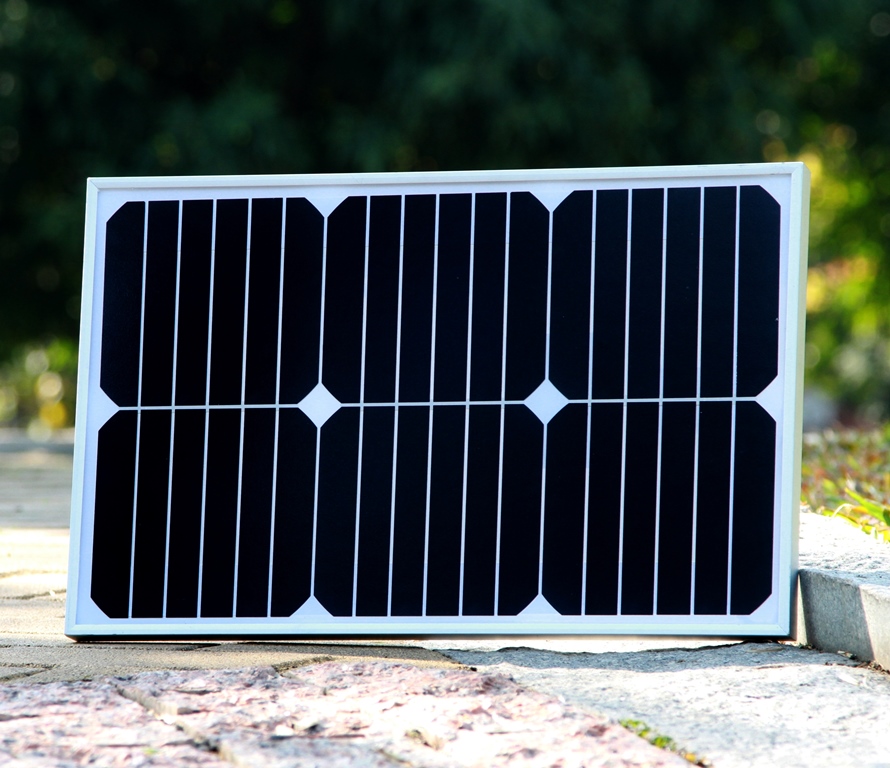
Принцип работы основан на фотоэлементах, создающих ЭДС и непосредственно преобразующие энергию электрического тока. ЭДС, называемая в данном случае фото- ЭДС, возникает в области p-n –перехода двух полупроводников при облучении этой области светом. Под действием света образуются пары электрон- дырка. В области p-n- перехода существует электрическое поле. Это поле заставляет неосновные носители полупроводников перемещаться через контакт. Дырки из полупроводника n-типа перемещаются в полупроводник p- типа, а электроны из полупроводника p- типа- в область n- типа, что приводит к накоплению основных носителей в полупроводниках n- и p- типов. В результате потенциал полупроводника p- типа увеличивается, а n- типа уменьшается. Это происходит до тех пор, пока ток неосновных носителей через p-n переход сравняется с током основных носителей через этот же переход. Между полупроводниками устанавливается разность потенциалов, равная фото-ЭДС. [8]

В наше время фотогальванические элементы делятся на три типа, в основе которых - кремний:

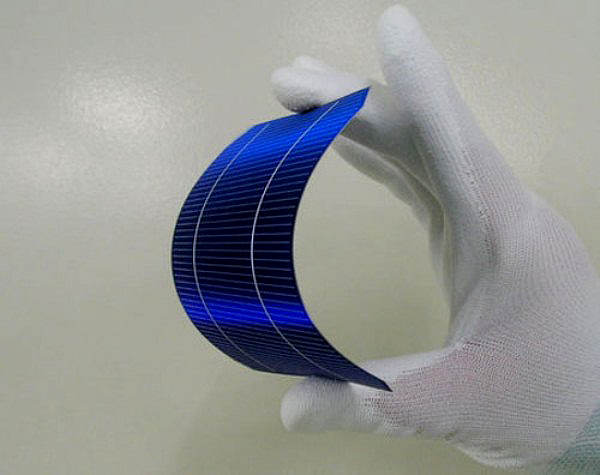
Первый - это поликристаллические ( хрупкие, состоят не из цельного кристалла, дешевле, относительно монокристаллическим фотоэлементам, работают от рассеянных, так и прямых солнечных лучей, имеют КПД до 17%,срок службы 20 лет.; 

Монокристаллические (состоят из искусственно выращенного кристалла, более прочные, чем поликристаллические, работают только от прямых солнечных лучей, имеют

КПД до 22%, срок службы 40 лет.



Аморфные (состоят из напыления кремния на пленку или стекло, работают от рассеянного солнечного света, низкая цена, но их КПД до 10% и срок службы до 10 лет. [9]

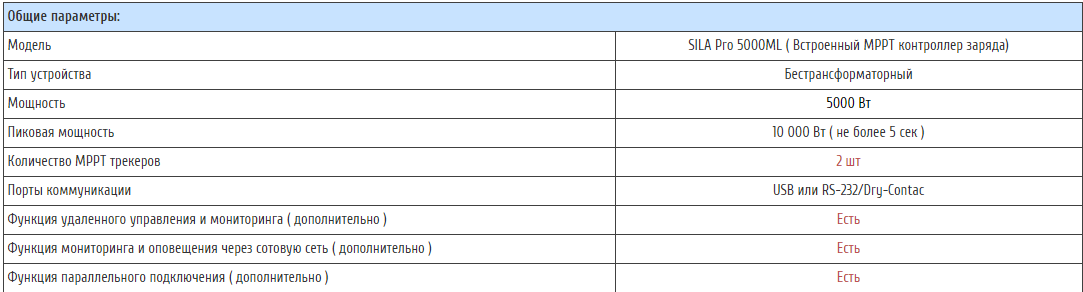


1.4. Ассортимент солнечных батарей и оборудования в розничной сети

Однако вид альтернативной электроэнергии от солнца совсем не дешевый. Для полного обеспечения электроэнергией частного дома нужно следующее оборудование: солнечные панели, контроллер, инвертор, аккумуляторы 12V, 200A/h.

Солнечная батарея SIP300-5BB: поликристаллическая, обладает мощностью 300Вт, количество фотоэлементов солнечного модуля 72шт, рабочий вольтаж 36,8В, рабочий ток 8.15А, КПД модуля 17,12%, падение мощности за 12 лет - не более 10%, размеры 1956\*992 мм. Стоимость одной панели составляет 10670руб

Гибридный солнечный инвертор SILA PRO 5000ML



Особенности:

* Чистая синусоида на выходе
* Микропроцессорное управление
* Функция подмешивания энергии от СБ в сеть.
* Встроенное слежение за точной максимальной мощности (ТММ) солнечной батареи (MPPT)
* Несколько режимов работы: параллельно с сетью, автономно, параллельно с сетью в режиме резервного источника
* Большой жидкокристаллический дисплей отображает всю основную информацию о работе системы солнечного электроснабжения
* Возможности для соединения с компьютером для мониторинга работы системы электроснабжения
* Регулировка зарядного тока до максимума 140А
* Функция удаленного (через интернет) управления и мониторинга
* Функция мониторинга через сотовую сеть
* Возможность параллельного подключения

То есть, такой инвертор может обходиться без контроллера заряда аккумуляторных батарей и без преобразователя. Стоимость такого инвертора 88 000 руб.

-аккумуляторная батарея: SunStone Power MLG 200Ah 12V, срок службы 12 лет, в циклическом режиме при 30% глубине разряда 2000 циклов разряда/заряда, в циклическом режиме при 50% глубине разряда 1100 циклов разряда/заряда, 450 циклов разряда/заряда, вес 63,8 кг. Стоимость гелиевого аккумулятора 23 200. [10]

Глава 2. Основная часть. Материалы, методы, порядок выполнения работы

2.1. Расчет потребляемой и производимой электроэнергии за определенный период времени в частном жилом доме.

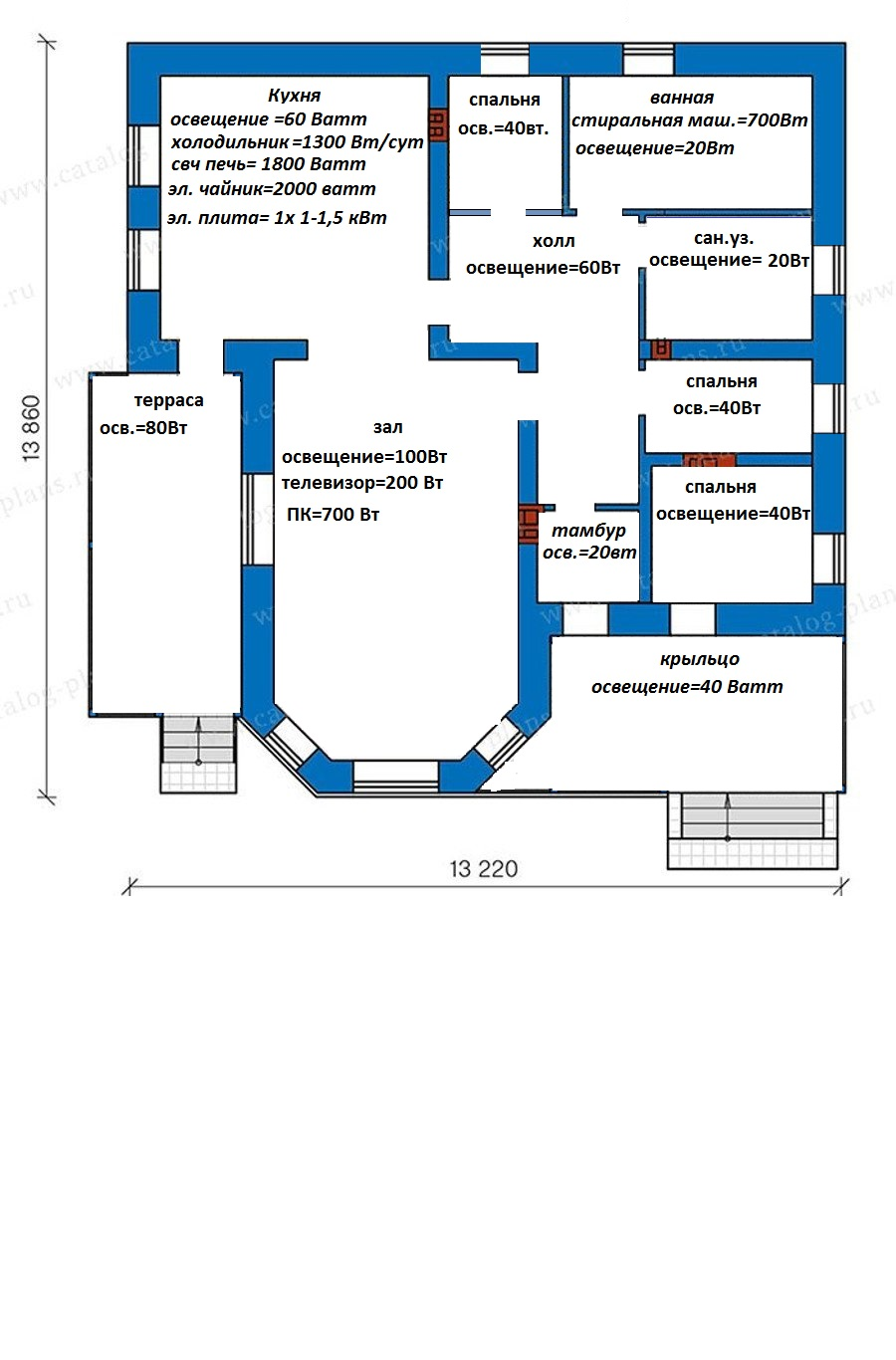
Таблица 1

Расчет потребляемой электроэнергии основными потребителями за сутки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| потребитель | Кол-во и мощность | Час/сутки | Вт/сутки |
| освещение | 2 \* 20 Вт | 3 | 120 |
| Освещение | 1 \* 20 Вт | 3 | 60 |
| Освещение | 2 \* 20 Вт | 4 | 160 |
| Освещение | 2 \* 20 Вт | 4 | 160 |
| Освещение | 2 \* 30 Вт | 5 | 300 |
| Освещение | 1 \* 20 Вт | 1 | 20 |
| освещение | 1 \* 20 Вт | 2 | 40 |
| Стир. машина | 1 \* 700 Вт | 3 | 2100 |
| освещение | 2 \* 20 Вт | 4 | 160 |
| освещение | 3 \*20 Вт | 4 | 240 |
| холодильник | - | 24 | 1300 |
| Свч. Печь | 1 \*1800 Вт | 1 | 1800 |
| Эл. чайник | 1 \*2000 Вт | 1 | 2000 |
| Эл. плита | 1 \*1500 Вт | 3 | 4500 |
| освещение | 5 \* 20 Вт | 5 | 500 |
| телевизор | 1 \* 200 Вт | 5 | 1000 |
| ПК | 1 \* 220 Вт | 3 | 660 |
| освещение | 4 \* 20 Вт | 2 | 160 |
| освещение | 2 \* 30 Вт | 2 | 120 |
| Общая сумма потребляемой мощности за сутки | | 15400 Ватт/сутки | |

Схема 1

Схема расположения комнат в жилом доме



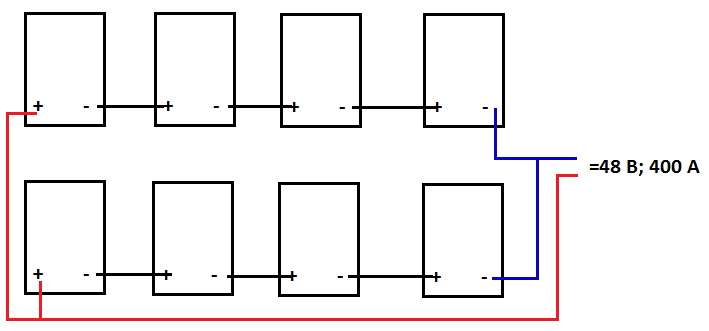
Из таблицы 1 следует, что потребляемая сила тока: = 70А/ сутки.

Именно такую минимальную силу тока нужно аккумулировать в аккумуляторах солнечной электростанции, учитывая преобразователь напряжения, для питания во время отсутствия попадания солнечного света на панели. Немаловажным является способ монтажа электрической цепи солнечных панелей и аккумуляторов.

* Последовательное подключение цепи увеличивает напряжение в n- раз, энергоемкость остается прежней.
* Параллельное подключение увеличивает энергоёмкость в n-раз, напряжение остается прежним.

Схема 2

Подключение аккумуляторных батарей к инвертору

При повышении напряжения в n-раз, ток понижается в n-раз. Отсюда следует, что:

1) раз уменьшится сила тока (А)

2)

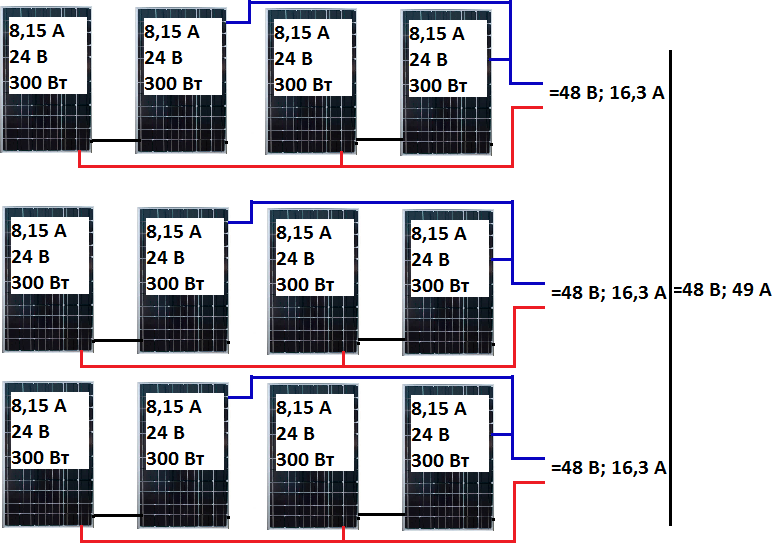
3) U\*I=P; 220\*87=19140 Вт.

Таким способом мы аккумулировали потребляемую мощность за сутки с запасом в 3,7 кВт.

Теперь для заряда аккумуляторов потребуются солнечные панели, из которых собирается массив.

Схема 3

Подключение солнечных панелей к инвертору



2.2. Сравнение эффективности электроснабжения от солнечной электростанции и от стационарной энергосистемы

Как уже говорил ранее солнечная электростанция не дешевая:

* Солнечная батарея SIP300-5BB: стоимость одной батареи 10670 рублей

12 панелей =128040 руб.

* Гибридный солнечный инвертор SILA PRO 5000ML: стоимость 88 000 рублей
* аккумуляторная батарея SunStone Power MLG 200Ah 12V: стоимость одного гелиевого аккумулятора 23200 рублей 8 аккумуляторов =185600 рублей.
* Материал для монтажа (алюминиевые уголки, провода, конекторы): 15000.
* Итого: 416640 рублей.

Исходя из таблицы 1 видно, что потребление электроэнергии составляет 15,4 кВт,

1. 15,4\*30≈462 кВт/месяц.

Стоимость одного киловатта равна 2,7 рублей.

1. 462\*2,7=1 247 рублей/месяц.
2. 1 247\*12=14964 рублей/год
3. 416 640:14 964=27 лет (срок окупаемости данного оборудования)

Итак, гипотеза, выдвинутая в начале исследования, не нашла свое подтверждения.

Теоретический расчёт у каждого потребителя будет разный, поскольку потребление электроэнергии зависит от количества потребляемой электроэнергии. От этого будет зависеть и цена СЭС.

Солнечная электростанция будет актуальна в домах, где нет централизованной энергосистемы - это может быть дача, жилой дом вдали от населённых пунктов.

Я считаю, что в ближайшем будущем появятся более доступное оборудование, и цена на него будет ниже.

Выводы:

1) изучив основные характеристики солнечных батарей, выяснили, что для нашей местности более актуальными являются поликристаллические солнечные батареи;

2) изучив ассортимент солнечных батарей в розничной сети, установили, что цена оборудования для обеспечения частного жилого дома колеблется от 150 до 800 тыс. рублей;

3) произведя расчет потребляемой электроэнергии за сутки в частном жилом доме, выяснили, что требуется примерно15,4 кВт;

4) произведя теоретический расчет потребляемой и производимой электроэнергии за сутки, установили, что нам потребуется 8 аккумуляторов, 12 солнечных панелей и 1 инвертор;

5) сравнив эффективность электроснабжения частного дома от солнечных батарей и энергосистемы, выявили, что оборудование солнечной электростанции в нашем климате окупит себя примерно за 27 лет.

**Информационные источники**

1. Физика - 11 класс, учебник Мякишев, Буховцев, Чаругин

### Харченко Н.В. [«Индивидуальные солнечные установки»](https://altenergiya.ru/wp-content/uploads/books/sun/personal-solar-systems.djvu)

Изд. Энергоатомиздат, Москва, 1991 г.

### А.Я.Глиберман, А.К.Зайцева. [«Кремниевые солнечные батареи»](https://altenergiya.ru/wp-content/uploads/books/sun/sun-kremniy.djvu)

Государственное энергетическое издательство, Москва-Ленинград, 1961 г.

### Сабади П.Р., пер.с англ. Н.Б.Гладковой «Солнечный дом» Изд. Стройиздат, Москва, 1981 г.

1. <http://energosberejenie.org/stati/istoriya-sozdaniya-solnechnykh-batarej>
2. <http://www.etoday.ru/2010/04/planet-solar.php>
3. <https://geektimes.ru/post/278814/>
4. <https://mirenergii.ru/energiyasolnca/avtomobil-na-solnechnyx-batareyax-mif-ili-realnost.html>
5. <http://www.solnpanels.com/sravnitelnyj-obzor-solnechnyh-panelej-dlya-vashego-doma/>
6. <https://e-solarpower.ru>