Выгода использования солнечной энергии на примере ГБОУ СОШ №1301

Третьяков Николай

11 «А» класс

# 1 Введение

Известно, что полное количество солнечной энергии, попадающей на земную поверхность в течение одной недели, намного превышает энергию, получаемую от мировых запасов нефти, угля и урана. По мнению академика Ж.И. Алферова, «человечество имеет надежный естественный термоядерный реактор – Солнце. Оно является звездой класса «Ж-2», очень средней, каких в Галактике до 150 миллиардов. Но это – наша звезда, и она посылает на Землю огромные мощности, преобразование которых позволяет удовлетворять практически любые энергетические запросы человечества на многие сотни лет» . Причем, солнечная энергетика является «чистой» и не оказывает отрицательного влияния на экологию планеты. Однако, несмотря на это, в новой энергетической программе России возобновляемым источникам энергии отведено достаточно скромное место.

Бытует мнение, что солнечная энергия – это нечто экзотическое и ее практическое применение относится к области фантастики, либо, на худой конец, к отдаленному будущему. Цель данной работы проверить, что солнечная энергия уже сейчас может дополнить, а может быть и составить конкуренцию традиционной энергетике в России.

28 мая 2013 года было принято постановление Правительства РФ № 449 и распоряжение № 861-р. Эти документы определяют конкретные цифры государственной поддержки при строительстве электростанций на возобновляемых источниках энергии. Поэтому актуальность этой работы неоспорима.

Цель:

Главной целью проекта является изучение вопроса: Смогут ли солнечные батареи уменьшить затраты на электричество?  
 Для этого я поставил несколько задач:

1. Рассчитать и проанализировать школьные затраты на электричество;
2. Рассчитать и проанализировать примерное количество электричества вырабатываемыми солнечными батареями, если на крыше школы установить солнечную электростанцию;
3. Рассчитать и проанализировать стоимость и амортизацию солнечных батарей и их комплектующих (солнечной электростанции)

4. Рассчитать и проанализировать возможную экономию при использовании солнечной электростанции в г. Москве

**2. Основные типы солнечных батарей.**

1.    Солнечные батареи на основе монокристаллических кремниевых пластин.

Достоинства солнечных батарей данного типа.

Солнечные батареи этого типа наиболее эффективны, имеют небольшие размеры. Как следствие - необходимо меньшее количество панелей, по сравнению с панелями других типов, для создания одинаковой мощности, эти солнечные батареи займут меньше места на крыше дома. По сравнению с батареями других типов той же мощности.

К недостаткам можно отнести следующее - монокристаллические солнечные панели дороже панелей других типов. Если главным, при выборе, является сочетание мощность батареи и качество, то это оптимальный выбор.

2.    Поликристаллические солнечные батареи с элементами из поликристаллического кремния.

Довольно эффективный тип солнечных элементов.  Возможно это самый популярный тип по соотношению мощность/стоимость.

В результате постоянного совершенствования технологии изготовления поликристаллических солнечных панелей, этот тип оборудования приближается к монокристаллическим солнечным панелям по соотношению мощность/площадь. По количеству инсталляций поликристаллические батареи остаются на лидирующих позициях.

3. Солнечные батареи на тонкопленочном кремнии - самые доступные по цене, но и менее эффективные, чем два предыдущих типа солнечных батарей. Они занимают большую площадь и менее мощные.

Для установки на крыше школы наиболее подходят монокристаллические кремниевые пластины, так как у них наибольший КПД (коэффициент полезного действия).Для данного проекта выбраны монокристаллические кремниевые пластины, произведенные российской компанией Телеком-СТВ:

Модель: ТСМ-150А

* Мощность (Р) : 150 Вт
* Размеры: 1468x673x43 мм
* Вес 12.1 кг
* Цена: 9640.00 р.

**3.Типы солнечных электростанций**

Для получения электричества от Солнца применяются следующие 4 типа электростанций:

* Резервная;
* Автономная;
* Гибридная;
* Сетевая;

## Резервная электростанция

При применении этого типа, речи об экономии не идет, т.к. подразумевается, что есть подключение к сети 220 Вольт, но бывают отключения электричества. **Этот тип используется только при отключении света на время от нескольких часов до 2-3 дней.** На время, когда отключили электричество, самые нужные электроприборы (холодильник, освещение и т.п.) подключаются к инвертору, который берет энергию от аккумуляторов и солнечных батарей небольшой мощности (200-300 Вт). Комплектация и [стоимость резервной системы минимальна](http://www.solnechnye.ru/gotovye-resheniya/sonechnaya-elektrostanciya-dlya-dachy.htm), но т.к. используется эта система не постоянно, то электроэнергия от нее получается достаточно дорогой. Но резервные системы и не устанавливают для экономии, т.к. их предназначение совсем другое — обеспечить самые важные электроприборы в здании электричеством, когда оно внезапно исчезло в розетке.

**Автономная солнечная электростанция**

При сроке полной окупаемости оборудования 20 лет, **"стоимость электроэнергии" от автономной солнечной электростанции составит** **от 8 до 20 рублей за кВт\*час** в зависимости от комплектации системы и региона эксплуатации (если разделить стоимость оборудования на кол-во энергии, которое будет выработано за 20 лет). То есть, при текущей цене электроэнергии 4,50 руб./кВт\*час, речи об экономии также не идет.

Этот тип электростанции используется там, где нет подключения к сети и если сравнивать её с бензо- или дизель-генератором, то применение [автономной солнечной электростанции](http://www.solnechnye.ru/gotovye-resheniya/sonechnaya-elektrostanciya-avtonomnogo-pitaniya.htm) выгоднее примерно в 2 раза. Кроме того, она абсолютно бесшумна и не требует постоянного подвоза топлива, заправки и частого техобслуживания.

При этом нужно отметить, что в широтах России зимой получать электроэнергию только от Солнца очень дорого по причине малого количества солнечных дней. Поэтому, при необходимости круглогодичной эксплуатации, система обязательно дополняется бензогенератором, который периодически используется при длительном отсутствии Солнца.

**Гибридная солнечная электростанция** — это та же автономная, но с постоянным подключением к сети 220 Вольт.

Гибридная электростанция работает следующим образом: при наличии энергии от солнечных батарей, эта энергия используется в первую очередь, а при ее недостатке используется сеть. При такой работе, аккумуляторы, входящие в состав оборудования, используются не постоянно, что значительно увеличивает их срок службы по сравнению с автономной системой, в которой их нужно будет менять один раз в 3-5 лет. При сроке полной окупаемости оборудования 20 лет, "стоимость электроэнергии" от гибридной солнечной электростанции составит от 6 до 15 рублей за кВт\*час в зависимости от комплектации системы и региона эксплуатации. То есть, при постоянном росте тарифов, уже очень скоро в регионах с большим количеством солнечных дней будет выгодно применять данный тип электростанций. Кроме того, используя гибридную электростанцию, Вы не только сэкономите в будущем, но и при отключении света (сети), не останетесь без электричества.

## Сетевая электростанция

При сроке полной окупаемости оборудования 20 лет, **"стоимость электроэнергии" от сетевой солнечной электростанции составит** **от 4 до 8 рублей за кВт\*час** в зависимости от комплектации системы и региона эксплуатации. То есть, при текущей цене электроэнергии 4 руб./кВт\*час и при введении повышенных тарифов за электроэнергию сверх социальной нормы, Вы начинаете экономить уже сегодня! Сетевая солнечная электростанция состоит всего из двух основных компонентов: [сетевой инвертор](http://www.solnechnye.ru/invertory-220v/Victron-BlueSolar-2000-2kW-220V.htm) и [панели](http://www.solnechnye.ru/batareya/) необходимой мощности (обычно от 500 Вт до 5 кВт). Особенностью этого типа является то, что для работы обязательно необходимо наличие сетевого электричества, а также то, что электроэнергия вырабатывается только в светлое время суток. При отключении электричества, сетевой инвертор также отключается, т.е. Вы не сможете использовать энергию от солнечных батарей в случае, если у Вас отключат свет. **Этот тип электростанции не обеспечивает резерв и применяется только для экономии на оплате электроэнергии или для получения дополнительной мощности, при подключении к сети с ограничением по мощности.** Все промышленные солнечные электростанции являются сетевыми.

Перед установкой, следует определить какой тип солнечной электростанции наиболее подходит для данного проекта. Во первых, не целесообразно использование автономной станции, так как с одной стороны она не в состоянии обеспечить полностью здание электричеством в широтах средней полосы России, а с другой стороны из-за ее высокой себестоимости. Установка резервной солнечной станции, то же не подходит для наших задач, так как цель проекта оптимально обеспечить школу солнечной энергией, а не использовать батареи, только при отключении сетевого электричества. Сетевая электростанция работает исключительно на возвращение электричества в сеть, и не сможет решить проблему с перебоями электричества. Следовательно, наиболее оптимальна для установки в школе гибридная солнечная электростанция.

# Угол наклона солнечных батарей

Солнечные панели наиболее эффективно работают, когда они направлены на солнце и их поверхность перпендикулярна солнечным лучам. Солнечные панели обычно располагаются на крыше или поддерживающей конструкции в фиксированном положении и не могут следить за положением солнца в течение дня. Поэтому, обычно солнечные панели не находятся под оптимальным углом (90 градусов) в течение всего дня. Угол между горизонтальной плоскостью и солнечной панелью обычно называют углом наклона.

Вследствие движения Земли вокруг Солнца, имеют место также сезонные вариации. Зимой солнце не достигает того же угла, как летом. В идеале, солнечные панели должны располагаться летом горизонтальнее, чем зимой. Поэтому угол наклона для работы летом выбирается меньше, чем для работы зимой. Если нет возможности менять угол наклона дважды в год, то панели должны располагаться под оптимальным углом, значение которого лежит где-то посередине между оптимальными углами для лета и зимы. Для каждой широты есть свой оптимальный угол наклона панелей. Только для местностей около экватора солнечные панели должны располагаться горизонтально.

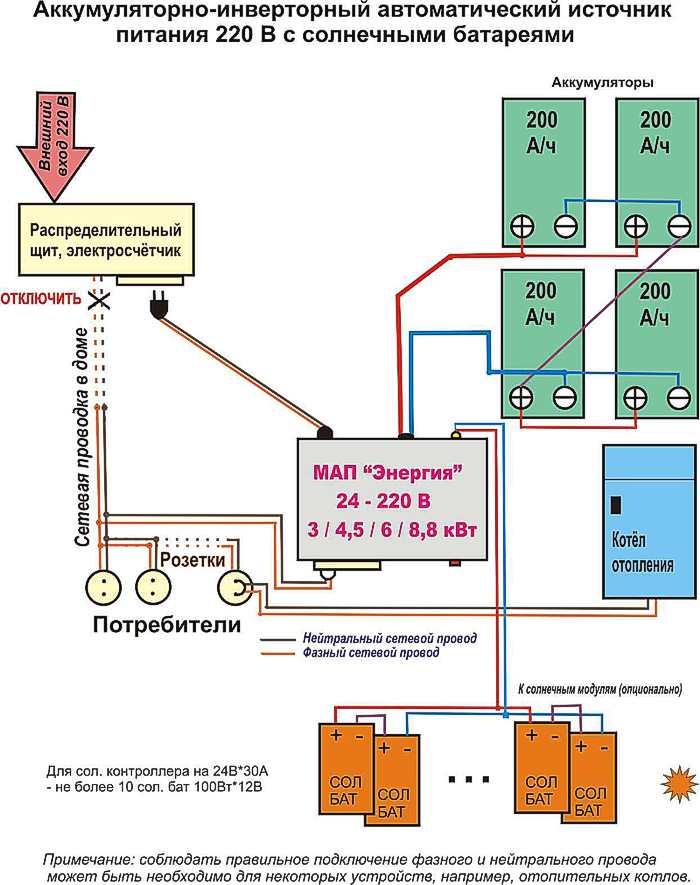
Обычно принимается для весны и осени оптимальный угол наклона равный значению широты местности. Для зимы к этому значению прибавляется 10-15 градусов, а летом от этого значения отнимается 10-15 градусов. Поэтому обычно рекомендуется менять дважды в год угол наклона с "летнего" на "зимний". Если такой возможности нет, то угол наклона выбирается примерно равным широте местности.

|  |  |
| --- | --- |
| http://www.solarhome.ru/img/basics/pv/tilt.gif | **1.**солнце зимой **2.**солнце летом |
| Оптимальный угол наклона зимой и летом | |

Небольшие отклонения до 5 градусов от этого оптимума оказывают незначительный эффект на производительность модулей. Различие в погодных условиях более влияет на выработку электричества. Для автономных систем оптимальный угол наклона зависит от месячного графика нагрузки, т.е. если в данном месяце потребляется больше энергии, то угол наклона нужно выбирать оптимальным именно для этого месяца. Также, нужно учитывать, какое есть затенение в течение дня. Например, если с восточной стороны у вас дерево, а с западной все чисто, то, скорее всего, имеет смысл сместить ориентацию с точного юга на юго-запад.

Так как в школе наибольшее потребление энергии происходит в осеннее зимний период оптимальный угол наклона солнечных батарей для широты, на которой расположен г. Москва 55 СШ для соединенных с сетью систем составит 65-70 градусов.

1. **Дополнительное оборудование.**



Кроме самой солнечной батареи нам потребуется дополнительное оборудование. Это блок аккумуляторных батарей, необходимый для того, чтобы накапливать энергию во время светового дня и отдавать ее в темное время суток. Нам нужен контроллер, задача которого следить за режимом зарядки -разрядки аккумуляторных батарей и за состоянием внешней сети электроснабжения. Также в схеме необходимо использование инвертора, который преобразует постоянное напряжение аккумуляторов в сетевое переменное.

**6.Расчеты.**

Начнём расчёт. Таблица №1 показывает ежемесячные расходы школы на электричество.

Тариф за кВт 4 рубля 50 копеек.

Таблица №1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Месяц | кВт в месяц | Затраты на электричество |
| Январь | 8100 | 36450,00 р. |
| Февраль | 8920 | 40100,00 р. |
| Март | 6260 | 28170,00 р. |
| Апрель | 5660 | 25470,00 р. |
| Май | 3200 | 14400,00 р. |
| Июнь | 1060 | 4770,00 р. |
| Июль | 1000 | 4500,00 р. |
| Август | 1060 | 4770,00 р. |
| Сентябрь | 8000 | 36000,00 р. |
| Октябрь | 8500 | 38250,00 р. |
| Ноябрь | 8900 | 40050,00 р. |
| Декабрь | 8750 | 39375,00 р. |

По данной таблице видно, когда идёт большее потребление и соответственно большие затраты на электричество.

Солнечные батареи не вырабатывают энергию 24 часа в сутки, так как работают от солнца. Для более точного расчета составлена таблица №2 солнечных часов .

Таблица №2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | Средняя продолжительность дня в месяц | Примерное число солнечных дней | Число облачных дней | Число солнечных часов в месяц | Число «облачных» часов в месяц |
| Январь | 7,5 | 8 | 11 | 60 | 82,5 |
| Февраль | 9,25 | 9 | 10 | 83,25 | 92,5 |
| Март | 11,25 | 10 | 13 | 112,5 | 146,25 |
| Апрель | 13,75 | 8 | 17 | 110 | 233,75 |
| Май | 15,5 | 11 | 16 | 170,5 | 248 |
| Июнь | 16,75 | 7 | 20 | 117,25 | 335 |
| Июль | 18,75 | 8 | 20 | 150 | 375 |
| Август | 15,25 | 10 | 17 | 152,5 | 259,25 |
| Сентябрь | 12,75 | 8 | 16 | 102 | 204 |
| Октябрь | 10,5 | 5 | 13 | 52,5 | 136,5 |
| Ноябрь | 8,75 | 3 | 9 | 26,25 | 78,75 |
| Декабрь | 7,5 | 4 | 10 | 30 | 75 |

Для дальнейших расчетов во время облачных дней взята половинная выработка в час. Как видно по таблице самое большое количество ясных и облачных дней попадает на лето.

Общая площадь крыши школы составляет 1182 кв метров. Батареи устанавливаются в ряд под углом 70 градусов к поверхности крыши, расстояние между рядами должно составлять не менее 4 метров.

С учетом рельефа крыши, можно установить 3 ряда солнечных батарей по 60 шт. в одном ряду.

Таблица №3 показывает максимальное количество кВт, вырабатываемыми 180 батареями, а так же возможную экономию энергии по тарифу 4,50 руб./кВт\*час. Расчет произведен по следующей формуле:

A=(P\*N1+P2\*N2)\*k,

где А - работа батареи,

Р - мощность батареи, Р2=Р/2, N1 – количество солнечных часов, N2 – количество «облачных часов», k – коэффициент для Москвы, k=0.8

Таблица №3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Месяц | Вырабатываемое кВт в месяц | Сумма экономии |
| Январь | 2187,00 | 9841,50 р. |
| Февраль | 2797,20 | 12587,40 р. |
| Март | 4009,50 | 18042,75 р. |
| Апрель | 4900,50 | 22052,25 р. |
| Май | 6361,20 | 28625,40 р. |
| Июнь | 6150,60 | 27677,70 р. |
| Июль | 7290,00 | 32805,00 р. |
| Август | 6093,90 | 27422,55 р. |
| Сентябрь | 4406,40 | 19828,80 р. |
| Октябрь | 2608,20 | 11736,90 р. |
| Ноябрь | 1417,50 | 6378,75 р. |
| Декабрь | 1458,00 | 6561,00 р. |

По данным Таблицы №3 видно, что больше всего электричества вырабатывается летом, и эта цифра превышает потребление школой.

**Полная стоимость электростанции всего:**

Батареи 180 шт.: 9640\*180=1 735 200 руб.

Аккумуляторы 20 шт.: 5820\*20\*8=931 200 руб.

Инвертор 5 шт.: 13500\*5=67 500 руб.

Итого: 2 733 900 руб.

Стоимость монтажных Работ составляет приблизительно 20 % от стоимости оборудования 546780 руб.

Итого: 3280680 руб.

Амортизация оборудования за год составит (срок годности 24 года)

3280680/24=136 695 руб.

Сумма сетевого электричества сэкономленная за год : 223 560 руб.

Реальная экономия в год, при стоимости электроэнергии 4,50 руб. **за кВт\*час** составляет

75 865 руб. При этом следует учитывать, что при росте тарифов на электроэнергию, возрастает экономическая выгода данного проекта.