

УДК 372

РАСЧЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Лубков Г. Ю.¹ ученик 8Б класс

Научный руководитель: Ким Т. Л.², к.т.н., доцент, зав. кафедрой физики

¹МБНОУ «Городской классический лицей», г. Кемерово

²Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

В современном мире наибольшее распространение получили невозобновляемые источники энергии, что было обусловлено историческими условиями, такими как отсутствие знаний о возобновляемых источниках и технологий для их внедрения. Столетний опыт использования невозобновляемых источников и стремительный рост объёмов их потребления, а также технологические прорывы во всех сферах экономики стали ключевыми факторами развития такого направления, как преобразование и аккумулирование солнечной энергии. Доля солнечной энергии в общем объёме потребления энергии в мире невелика, однако само понимание, что это возобновляемый источник, актуализирует вопрос исследования в данном направлении.

Сегодня солнечные батареи применяются практически во всех сферах жизнедеятельности человека.

Солнечная энергия в космосе используется для снабжения электричеством спутников, межпланетных станций, луноходов и марсоходов.

Для уменьшения зависимости от традиционных источников энергии, солнечные панели используются в частных домах, а также в коммерческих зданиях.

В АПК солнечная энергия используется для орошения полей и поддержания оптимальной температуры и освещения теплиц.

Современные архитекторы включают солнечные элементы прямо в фасадные конструкции зданий и комбинируют солнечные панели с зелёной крышей – для улучшения экологии и производства энергии.

Человечество совершило колossalный технологический прорыв от открытия фотоэлектрического эффекта до создания первых солнечных батарей и их модернизации. Однако вопрос продвижения этого источника энергии остается открытым по ряду причин.

Сильной стороной использования солнечной энергии является ее возобновляемость, однако сегодня остро стоит вопрос с ее аккумулированием и длительным хранением. Основной угрозой является утилизация отработанных элементов.

Но у солнечных батарей также есть и свои преимущества – это улучшение качества воздуха, использование совместно с другими системами, создание гибридных установок.

В исследовании нами сделан акцент на фотоэлектрический метод преобразования солнечной энергии. Выявленные сильные стороны и возможности, структурированные с учетом имеющихся объективных недостатков и угроз преобразования солнечной энергии, позволяют сделать вывод о перспективности данного направления. Мы считаем, что в случаях небольшого потребления и как альтернативный источник электроснабжения именно солнечные панели позволят обеспечить бесперебойное электроснабжение.

Стоимость солнечных фотоэлектрических панелей снижается. Приобретение или самостоятельная сборка и установка автономных солнечных систем стали доступными для простых потребителей.

Для самостоятельного проектирования автономной системы нужны знания основ электротехники и определённые познания в математики. Для сборки самой простой автономной фотоэлектрической станции. Для этого потребуется 4 компонента: солнечная фотоэлектрическая панель (PV панель); контроллер заряда; инвертор; аккумуляторная батарея.

Кроме вышеуказанных компонентов, потребуется медный кабель, конекторы, устройства защиты и др.

Далее алгоритм выбора компонентов именно под потребности в отдельном загородном доме.

1. Расчёт нагрузки.

При подборе компонентов для солнечной системы крайне важно учесть потребляемую мощность и рабочее время электроприборов, которые будут подключены к ней. Следует выполнить следующие шаги:

1. Составить список всех устройств, которые планируете включить в систему (например, освещение, вентиляторы, телевизоры, насосы и прочие), и определить, какое время (в часах) каждое из них будет работать.
2. Посмотреть на технические данные устройств, чтобы выяснить их мощность в ваттах.
3. Рассчитать общее потребление электроэнергии устройствами, умножив их номинальную мощность в ваттах на время их работы в часах.

Таблица – Расчет нагрузки*

Электроприбор	Мощность, Вт	Время работы, часы	Суточное потребление, Вт * ч / сут
Чайник	2400	0,5	1200
Холодильник	150	8	1200
Нагреватель воды	2500	2	5000
Телевизор	120	4	480
Лампочки (1-ый этаж, зал)	20	6	120
Лампочки (1-ый этаж, кухня)	15	4	60
Лампочки (2-ой этаж, весь)	30	4	120

Электроплита	2000	1,5	3000
СВЧ-печь	800	0,5	400
Музыкальный центр	120	3	360
Сетевое зарядное устройство	5	2	10
Итого	8160	35,5	11950
Суммарная (суточная) мощность: 11950, Вт * ч / сут.			

*Составлено авторами

После завершения расчётов следует перейти к подбору компонентов, соответствующих рассчитанному уровню потребления энергии.

2. Выбор аккумуляторов

Прежде чем приступить к подбору компонентов для электростанции, необходимо выбрать подходящую систему напряжения. Для домашних электростанций наиболее подходящими являются системы с 12 или 24 вольтами, так как они позволяют питать некоторые бытовые устройства непосредственно от электростанции, избегая дополнительного преобразования напряжения и, соответственно, уменьшая потери энергии. В рамках этого проекта мы будем анализировать систему с рабочим напряжением в 12 вольт.

Емкость аккумулятора (Ач) = Мощность нагрузки (Вт)*Время работы (ч)/Напряжение(В) = $11950 / 12 = 995,83$ Ач.

Учитывая, что эффективность аккумуляторов, редко достигает 100%, обычно она составляет около 80%. Исходя из этого, берем во внимание емкость батареи (Ач) = $995,83 / 0,8 = 1244,79$ Ач.

Так как используется преобразователь напряжения, обладающий своим коэффициентом полезного действия, который тоже часто принимается за 80%, этот показатель также учитываем: $1244,79 / 0,8 = 1555,99$ Ач.

Однако есть и другие нюансы: несмотря на применение аккумуляторов глубокого разряда, чтобы продлить срок их службы, не стоит допускать полного разряда – желательно оставить минимум 30% заряда, ведь чем больше остается, тем дольше батарея будет служить, получается: $1555,99 * 1,3 = 2022,78$ Ач.

За счет округления значений выбираем аккумуляторы глубокого разряда емкостью от 2100 ампер-часов (Ач).

3. Выбор солнечных фотоэлектрических панелей

Из-за неравномерного поступления солнечного света в течение дня невозможно с уверенностью определить точное количество энергии, которое сможет выработать одна солнечная панель. Тем не менее, исходя из статистических данных, можно делать довольно точные оценки.

К примеру, в условиях средней полосы России в летний период оптимальный результат достигается, когда каждый ватт солнечной панели генерирует примерно 6 ватт-часов энергии в течение суток. Однако в условиях пасмурной погоды этот показатель может упасть в несколько раз, поэтому для более точных расчетов рекомендуется применять оценку в 3 ватт-часа.

Рассчитаем потребление: $1555,99 \text{ А} \cdot \text{ч} * 12 \text{ В} = 18671,88 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$.

Делим эту величину на 3 Вт·ч и получаем необходимую мощность солнечной панели – 6223,96 Вт. Округляем это значение до целого 6300 Вт.

Номинальная мощность солнечной панели, указанная производителем, рассчитана при оптимальных условиях освещённости в 1000 Вт на 1 м². Тогда площадь солнечной панели составит 6,5 м².

4. Выбор контроллера заряда для солнечных батарей

Контроллер является устройством, устанавливаемым между солнечной панелью и аккумулятором. Его задача – регулировать поступающее от солнечных панелей напряжение и ток, чтобы поддерживать оптимальные условия зарядки аккумулятора. Часто используются 12-вольтовые аккумуляторы, хотя солнечные панели способны генерировать значительно большее напряжение. Контроллер преобразует избыточное напряжение в дополнительный ток, сокращая время, необходимое для полной зарядки аккумулятора. Благодаря этому солнечные батареи остаются высокоэффективными в любое время суток. Основные типы контроллеров заряда:

1. Включено/выключено (On/Off);

2. ШИМ – широтно-импульсная модуляция (PWM — Pulse Width Modulation);

3. ТММ – отслеживание точки максимальной мощности (MPPT – Maximum Power Point Tracker).

В нашем случае будем использовать «ШИМ (PWM)» контроллер.

5. Выбор инвертора

Выбираем инвертор с чистой синусоидой, конечно, инвертор прямоугольной волны является самым доступным вариантом, однако он совместим далеко не со всеми приборами. Инвертор модифицированной синусоиды также не подходит для питания устройств с электромагнитными или емкостными элементами, такими как микроволновки, холодильники и различные типы электродвигателей. Эффективность работы инверторов с модифицированной синусоидой ниже, чем у инверторов с чистой синусоидой.

Мощность, рассчитанная в предыдущем шаге равна 6223,96 Вт, но так как есть потери энергии (то есть КПД не 100%), то округляем в большую сторону, получается 6300 Вт, 220 В/50 Гц.

6. Выбор последовательного или параллельного подключения

Итак, после выполнения необходимых расчетов емкости аккумулятора и выбора подходящих солнечных панелей, пришло время заняться их соединением. Иногда бывает трудно достигнуть желаемых показателей с использованием лишь одного аккумулятора или одной панели, поэтому часто прибегают к использованию нескольких элементов. Возможно два основных типа соединений.

Для последовательного подключения различных устройств, таких как солнечные панели или аккумуляторы, нужно соединить положительный вывод одного элемента с отрицательным выводом следующего. Этот метод позволяет суммировать напряжения всех составляющих, увеличивая общее выходное напряжение системы.

При параллельном подключении положительные выводы всех элементов соединяют вместе, точно так же поступают и с отрицательными выводами. Такое соединение увеличивает общую силу тока, оставляя напряжение на прежнем уровне. Этот метод подойдет, если вам нужно повысить допустимую силу тока, сохранив при этом исходное рабочее напряжение системы.

Последовательное соединение применяют, когда необходимо увеличить общее напряжение системы. Метод заключается в подключении положительного вывода одного элемента к отрицательному выводу следующего. Напряжения всех элементов при этом суммируются, позволяя достичь требуемого уровня напряжения для правильной работы оборудования.

Рекомендовано использовать последовательное соединение в следующих случаях:

1. Когда нужно повысить напряжение системы для соответствия техническим требованиям оборудования.

2. Когда отдельные элементы системы имеют одинаковые номинальные напряжения, и их объединение в одну цепь позволит достичь необходимого уровня напряжения.

Однако стоит помнить, что при последовательном соединении общая сила тока в цепи остается такой же, как и у одного элемента, потому что через все элементы проходит один и тот же ток. Но суммарное напряжение увеличивается пропорционально количеству элементов в цепи.

Исходя из всех вышеперечисленных особенностей лучше всего применить последовательное соединение.

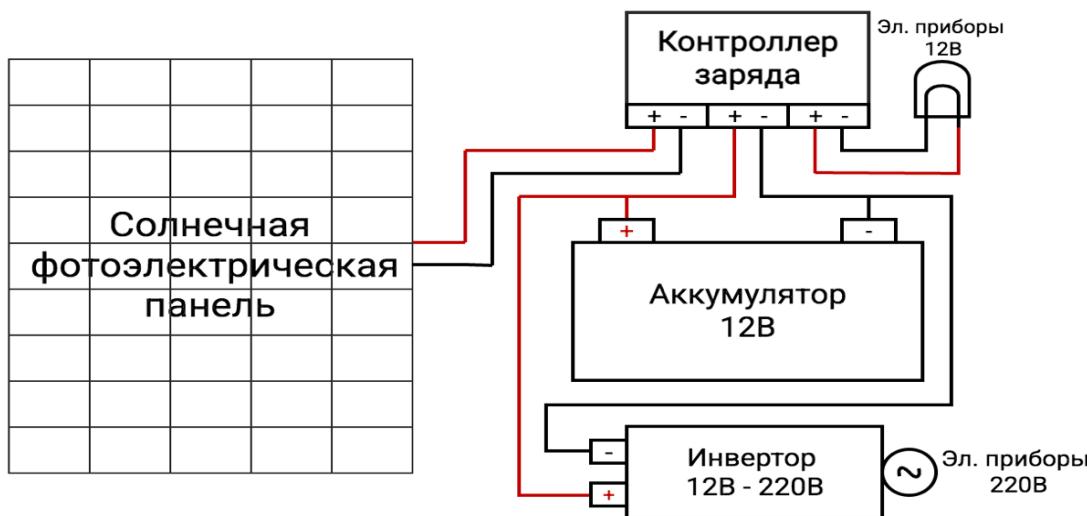


Рисунок – Последовательная схема подключения солнечной автономной станции*

*Составлено авторами

Алгоритм подключения зависит от размещения приборов в конкретном помещении. Обязательным условием подключения батареи является

выполнение всех требований по безопасности. Несмотря на то, что контроллер заряда и инвертор имеют встроенные предохранители для защиты, целесообразно установить выключатели и предохранители в разрывах между солнечной панелью и контроллером заряда; контроллером заряда и аккумуляторами; аккумуляторами и инвертором.

Измерение и регистрация данных обеспечиваются контроллером заряда, который способен регистрировать данные по выработке электроэнергии.

Таким образом данный расчет позволяет определить компоненты автономной системы и их характеристики для обеспечения бесперебойного питания приборов в случае отключения централизованной подачи электрической энергии для загородного дома площадью 43 м².

Заключение.

Солнечная энергетика стремительно развивается, становясь важной частью глобальной энергетической стратегии. Технологический прогресс, экономическая доступность и государственная поддержка делают солнечную энергию одним из самых перспективных направлений в сфере возобновляемых источников энергии.

Представленный расчет преобразования солнечной энергии для обеспечения бесперебойной работы фотоэлектрической системы показал, что в современных условиях солнечная энергия может стать альтернативным источником электроэнергии при высоком уровне безопасности. Понимая, что затраты на сборку и монтаж автономной системы будут высокими, в исследовании сделан акцент на решение таких вопросов, альтернативность и безопасность, что очень важно для загородного дома.

Список литературы:

1. Афанасьев, В. В. Использование солнечных батарей в условиях города Кемерово / В. В. Афанасьев // Россия молодая : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XII ВСЕРОССИЙСКОЙ, НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, Кемерово, 21–24 апреля 2020 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2020. – С. 95302.1-95302.4. – EDN HFMVTF..
2. Жильцов, С. А. Повышение КПД солнечных батарей / С. А. Жильцов // StudNet. – 2021. – Т. 4, № 4. – EDN KBEDDG.
3. Лагутенков, А. А. Экономическое исследование концентрированной солнечной энергии (CSP) / А. А. Лагутенков // Символ науки: международный научный журнал. – 2022. – № 5-2. – С. 33-38. – EDN OKHICZ.
4. Как устроен российский энергетический баланс: [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2021/03/28/kak-ustroen-rossijskij-energeticheskij-balans.html> (Дата обращения: 12.03.2025).
5. Тимошкин С. Е. Солнечная энергетика и солнечные батареи. – М., 1996. – С. 163-194.
6. Харченко Н.В., Индивидуальные солнечные установки. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.: ил.