

VIII Международная научно-практическая конференция
«Инновационные технологии в машиностроении»

Технологии долгосрочного прогнозирования стихийных бедствий, следует учитывать не только статистические данные циклических процессов и наблюдений служб мониторинга, но и использовать результаты научного анализа известных стратегических рисков для России.

Литература.

1. Современные системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций / под общ. ред. В.А. Пучкова / МЧС России. М.: ФКУ ЦСИ ГЗ МЧС России. 2013. 352 с.
2. Территориальная система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (ТС МПЧС) создана на основании постановления Правительства области от 13.07.2004 г. №203.
3. Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (утверждено постановлением Правительства РФ от 30.12.2003 г. № 794).

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЕЙ (СЭС) ДЛЯ
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ДОМОВ С АВТОНОМНЫМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ,
РАСПОЛОЖЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ**

И.В. Королев, к.т.н., доц., Р.А. Булатов, студ., Д.А. Бурдюков, ст. преп.

ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ"

111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная улица, дом 14, тел. (495)-362-7246

E-mail: KorolevIV@mail.ru

В последние годы стоимость подключения к энергосетям централизованного электроснабжения значительно возросла, поскольку значительную часть расходов составляет стоимость прокладки воздушных линий электропередачи (ЛЭП) при отдаленном расположении потребителей. Также есть множество мест, где подключение к централизованным сетям затруднено или невозможно по разным причинам. Поэтому для отдельных домов и небольших поселений подключение к сетям централизованного электроснабжения является достаточно затратным, а значит – нерентабельным.

Самым распространенным способом решения проблемы электроснабжения в таких случаях является использование генераторов переменного тока с приводом от бензинового или дизельного двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Однако такое решение требует высоких эксплуатационных расходов, связанных с доставкой дорогостоящего топлива и частым ремонтом ДВС. В связи с этим, наиболее оправданным решением является создание гибридной энергосистемы на базе жидкотопливного электрогенератора, аккумуляторов и солнечных фотоэлектрических батарей.

При этом фотоэлектрические батареи выбираются исходя не из полных потребностей в электроэнергии с учетом солнечных дней, а для обеспечения некоторой базовой нагрузки (например, освещение, холодильник). Это снижает количество требуемых солнечных батарей и аккумуляторов. Если энергии не хватает, то запускается жидкотопливный электрогенератор.

Источником солнечного излучения является Солнце [3]. В современных условиях развития рыночных отношений в стране, росте стоимости невозобновляемого ископаемого топлива и росте значимости социально-экологических факторов, эффективность солнечной энергетики неизмеримо возрастает [5].

В сравнении с другими видами энергетики, солнечная энергетика является одним из наиболее чистых в экологическом отношении видов энергии. Но полностью избежать вредного воздействия солнечной энергетики на человека и окружающую среду практически не удастся, если учесть всю технологическую цепочку от получения требующихся материалов до производства электроэнергии [4].

Солнечная батарея – несколько объединённых фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) – полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток [12].

Для преобразования солнечной энергии в электроэнергию могут быть использованы как термодинамические методы, так и прямое преобразование с помощью фотоэлектрических преобразователей (ФЭП).

Для энергообеспечения отдельных потребителей необходимы:

- контроллер заряда аккумуляторной батареи
- аккумуляторная батарея (АКБ)
- инвертор напряжения



Рис. 1 – Энергообеспечение отдельных потребителей

Энергоэффективность солнечной электростанции может быть увеличена следующим образом:

- выделение цепи низковольтного питания напрямую от аккумулятора, например, для подключения светодиодного освещения. Это позволит избежать двойного преобразования энергии в инверторе;
- отключение инвертора при отключении нагрузки на его выходе, так как инвертор, работающий вхолостую, все равно потребляет небольшое количество энергии;
- установка совместно с освещением датчиков движения с таймером, чтобы исключить расходование электроэнергии на освещение прихожей или других помещений, где люди находятся не постоянно.

Солнечные батареи могут устанавливаться двумя способами:

а) неподвижная установка – предполагает стационарное размещение панелей на крыше дома или на кронштейне, закрепленном на стене или фундаменте. При этом панели должны быть направлены на юг, горизонтальный наклон панелей должен составлять угол, равный широте местности плюс 15° .

б) подвижная установка панелей – производится на поворотный модуль – траверсу, которая способна поворачиваться азимутально (в направлении движения солнца вдоль горизонта) и зенитально (наклоняя панели перпендикулярно падению солнечных лучей). Такая система установки позволяет увеличить КПД используемых солнечных батарей, но требует дополнительных ощутимых затрат на конструкцию траверсы, приводные двигатели и систему для их управления. В ней также необходимы датчики для слежения за солнцем, которые в зависимости от его положения с помощью приводов и поворотного механизма будут ориентировать на него солнечную панель.

Более сложным является устройство с АСУ. В этом случае контроль и управление автоматизируется: отслеживается изменение положения солнца и, в соответствии с полученной информацией, выдаются команды на поворот панели вокруг горизонтальной или вертикальной осей. В общем случае такая система управления состоит из солнечного датчика, преобразователя (П) сигнала с этого датчика, усилителя (У) сигнала, микроконтроллера (МК), устройства управления двигателем (УУД), самого двигателя и, наконец, непосредственно рамы, на которой крепится солнечная панель.



Рис. 2 – Схема управления трекера

В качестве двигателей для поворотной платформы используются, как правило, шаговые двигатели или реактивно-вентильные двигатели. В таких системах управления датчики слежения установлены на этой же платформе и поворачиваются вместе с ней, обеспечивая тем самым точную ориентацию солнечной панели на солнце. Для надежной работы датчика необходимо предусмотреть защиту его от загрязнения, налипания снега, затенения оптики случайными предметами.

В последние годы для всей территории России проведено тщательное исследование прихода солнечной энергии на поверхности, тем или иным образом ориентированные в пространстве, и показано, что практически для всех регионов страны, включая высокие широты, применение солнечных батарей в течение 3-6 месяцев в году экономически оправдано.

Практически для всей территории России наиболее характерными является значительная доля диффузного солнечного излучения (СИ), что обусловлено облачностью, которая помимо этого существенно влияет и на другие характеристики СИ в нашей стране. В частности для территории средних широт России приход СИ до полудня выше, чем после полудня из-за роста облачности, турбулентности и запыленности воздуха. В то же время для Северных территорий и Дальнего Востока наблюдается обратное соотношение из-за наличия там слоистой облачности утром [16].

Для гелиоэнергетических расчетов, с помощью которых проводится обоснование параметров и режимов работы солнечных энергетических установок в различных областях Земного шара, требуется информация об: интенсивности потока солнечной радиации или мощность солнечного излучения на 1 м^2 приемной площадки, продолжительности солнечного сияния, загрязненности атмосферы, метеорологических условий - за длительный период времени [1, 2]. Для удобства использования эти данные занесены в кадастр солнечной энергии, указывающий наиболее перспективные для развития солнечной энергетики регионы России: Северный Кавказ, Крым, район Владивостока, юг Западной и Восточной Сибири [6].

Рассмотрим автономное энергообеспечение домов, расположенных в различных регионах России.

Совокупное энергопотребление загородного дома с жилой площадью 50-80 м^2 с количеством жителей 2-4 человека, в зимний период составляет 400 кВт×ч, в межсезонный период 300 кВт×ч в летний период 200 кВт×ч.

Для расчета солнечной электроустановки (СЭУ) выбрана электростанция с техническими характеристиками:

- Мощность солнечного модуля: 240 Вт
- Напряжение солнечного модуля: 24В
- Количество солнечных модулей: 10
- Ёмкость аккумуляторной батареи: 200 А×ч
- Количество аккумуляторных батарей: 10

Общая площадь солнечной электростанции: $1,6 \times 10 = 16 \text{ м}^2$; общая номинальная мощность электростанции: $240 \times 10 = 2400 \text{ Вт}$.

Примем, что совокупное энергопотребление загородного дома с жилой площадью 80-150 м^2 , с количеством жителей 4-6 человек, в зимний период составляет 700 кВт×ч в месяц, в межсезонный период 500 кВт×ч, в летний период 300 кВт×ч. Имеет наименование Потребитель 1 (П1).

Совокупное энергопотребление загородного дома с жилой площадью 50-80 м^2 с количеством жителей 2-4 человека, в зимний период составляет 400 кВт×ч, в межсезонный период 300 кВт×ч в летний период 200 кВт×ч. Наименование Потребитель 2 (П2).

Совокупное энергопотребление загородного дачного дома с жилой площадью 30-80 м^2 , с количеством жителей 2-6 человек, в зимний период составляет 300 кВт×ч в месяц, в межсезонный период 180 кВт×ч в летний период 100 кВт×ч. Наименование Потребитель 3 (П3).

Для определения мощности солнечного модуля необходимо иметь величину суммарной солнечной радиации, для местности в которой расположена локальная фотогальваническая установка.

Расчет производится по формуле:

$$W = \frac{k P_w R_{\text{полн}}}{1000} \quad (1)$$

P_w – номинальная пиковая мощность модуля, k - коэффициент равный 0.85. Он делает поправку на потерю мощности солнечных элементов в том числе и при нагреве на солнце, $R_{\text{полн}}$ - значение суммарной солнечной радиации, учитывающее: облачность, количество часов солнечной инсоляции в день, загрязненность атмосферы в данной местности [7]. Наклон панели примем 40° .

Автономное электрообеспечение домов в Подмосковье с СЭУ данной мощности возможно: с мая по сентябрь для П1 и П2, и с апреля по октябрь для П3,

в Приморском крае – с мая по сентябрь для П2, и с января по ноябрь для П3,

в Крыму в пос. Солнечная Долина – с мая по сентябрь для П1, с апреля по октябрь для П2, и с марта по ноябрь для П3.

При оценке актуальности использования автономного электроснабжения в данных регионах рассматривалась стоимость солнечной установки данной мощности, которое в зависимости от фирмы производителя в среднем составляет 500 000 рублей.

Рассмотрим наихудший случай для Подмосковья (Январь).

Таблица 1

Потребитель №	Wдома; кВт×ч/мес	W; Вт×ч/мес	Кол-во установок	Стоимость установок; руб	Стоимость подключения дома к сети (L=1км); руб [10]	Площадь установки; м ²
П1	700	42 024	17	8 500 000	2 068 575,20	272
П2	400	42 024	9	4 500 000	2 068 575,20	144
П3	300	42 024	7	3 500 000	2 068 575,20	112

Из таблицы видно, что актуальность постройки домов с автономным электроснабжением от солнечных батарей с экономической точки зрения выгодна: для П1 при условии, что дом находится не менее чем в 5 км от линии электропередачи, для П2 при условии, что дом находится не менее чем в 3 км от линии электропередачи, для П3 при условии, что дом находится не менее чем в 2 км от линии электропередачи. Но так же необходимо учесть, довольно большую землеемкость данных СЭУ, что делает их расположение в данной местности менее актуальным.

Рассмотрим наихудшие случаи для Приморского края (Ноябрь) и (Июль).

Таблица 2

Месяц	Потребитель №	Wдома; кВт×ч/мес	W; Вт×ч/мес	Кол-во установок	Стоимость установки; руб	Стоимость подключения дома к сети (расст. 1км); руб [9]	Площадь установки; м ²
Нояб.	П1	700	265 812	3	1 500 000	1 695 837,47	48
	П2	400	265 812	2	1 000 000	1 695 837,47	32
	П3	300	265 812	2	1 000 000	1 695 837,47	32
Июль	П1	300	222 564	2	1 000 000	1 695 837,47	32
	П2	200	222 564	1	500 000	1 695 837,47	16
	П3	100	222 564	1	500 000	1 695 837,47	16

Из таблицы видно, что данная местность наиболее актуальна и с экономической точки зрения, и с точки зрения землеемкости. Экономически выгодна постройка домов с автономным электроснабжением от солнечных батарей при их расположении более чем в 1 км от линии электропередачи, а учитывая небольшую площадь установки, возможна установка батарей на крыше здания.

Рассмотрим наихудший случай для пос. Солнечная Долина (Декабрь).

Таблица 3

Дом №	Wдома№; кВт×ч/мес	W; Вт×ч/мес	Кол-во установок	Стоимость установок; руб	Стоимость подключения дома к сети (L=1км); руб [8]	Площадь установки; м ²
П1	500	104 256	5	2 500 000	1 308 677,8	80
П2	300	104 256	3	1 500 000	1 308 677,8	48
П3	200	104 256	2	1 000 000	1 308 677,8	32

Из таблицы видно, что актуальность постройки домов с автономным электроснабжением от солнечных батарей с экономической точки зрения выгодна: для П1 и П2 при условии, что дом находится не менее чем в 2 км от линии электропередачи, для П3 при условии, что дом находится не менее чем в 1 км от линии электропередачи. Так же небольшая площадь установки позволяет расположить ее на крыше здания.

На территории Московской области, при выбранной мощности солнечной установки автономное электроснабжение доступно лишь в летние месяцы, так как поступление солнечной радиации в декабре в 8 раз меньше, чем в июле, а мощность потребителей в холодное время года увеличивается. Это подходит для загородного летнего домика, но не подойдет для коттеджа, рассчитанного на круг-

логодичное проживание. Для обеспечения круглогодичной подачи электроэнергии необходимо увеличить мощность установки от 7 до 17 раз в зависимости от потребителя, что приведет к увеличению цены и землеемкости данной установки.

Использование круглогодичного автономного электроснабжения актуально на территории Подмосквья в случае удаленного расположения дома от линии электропередачи (более 2-5 км, в зависимости от потребителя) и наличия достаточно большой площади свободной земли (около двух соток).

Для Приморского края количество солнечной радиации в летние месяцы меньше, чем ее количество в зимние, что очень удобно так как в холодное время года увеличивается и энергопотребление.

Использование данного метода энергоснабжения домов в Приморском крае наиболее актуально при расположении дома более чем в 1 км от линии электропередачи. Небольшая площадь установки позволяет расположить ее на крыше здания.

В пос. Солнечная Долина при данной мощности электроустановки электроснабжение возможно только в летние месяцы, для круглогодичного электроснабжения дома необходимо увеличить мощность в 2-5 раз, в зависимости от потребителя.

В данной местности можно использовать солнечные установки в летний период, круглогодичное же их использование актуально (для П1 и П2) при условии, что дом находится не менее чем в 2 км от линии электропередачи, а для П3 при условии, что дом находится не менее чем в 1 км от линии электропередачи. При этом площадь и вес батареи для потребителя 1 уже не позволит установить ее на крыше. Но так как данный регион испытывает нехватку электроэнергии, этот вариант вполне может рассматриваться как альтернатива центральному электроснабжению.

Расчеты показали, что наиболее актуальны подвижные системы с управлением на основе датчиков. Их применение целесообразно для постройки подобных домов в Приморском крае. Поскольку количество поступающей солнечной радиации в данном районе в летние месяцы меньше, чем ее количество в зимнее, здесь не возникает недостатка энергии в холодное время года и ее переизбытка в теплое. При расположении дома более чем в 3 км от линий электропередачи, такое электроснабжение более выгодно, так как в этом случае учитывается стоимость подключения к общему электроснабжению.

Использование автономного энергоснабжения домов от солнечных электроустановок в удаленных местностях позволит уменьшить количество ЛЭП и новых электростанций работающих на органическом топливе, что положительно скажется на состоянии окружающей среды.

Литература.

1. В. И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В. А. Кузнецова «Солнечная энергетика», издательский дом МЭИ, 2011
2. В. И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, С. В. Кривенкова «Расчет ресурсов солнечной энергетики», издательский дом МЭИ, 1998
3. А. Б. Алхасов «Возобновляемые источники энергии», издательский дом МЭИ, 2011
4. Ю. С. Васильев, Н. И. Хрисанов «экология использования возобновляющихся энергоисточников», издательство Ленинградского Университета, 1991
5. Ион Д. «Мировые энергетические ресурсы» Недра, 1984
6. <http://alternativenergy.ru/solnechnaya-energetika/312-solnechnaya-insolyaciya.html>
7. <http://alternativenergy.ru/raschet-solnechnyh-batarey.html>
8. <http://gup-krymenergo.crimea.ru/potrebiteliam/dopolnitelnye-uslugi>
9. <http://nakhodka-tesk.ru/price/56> д
10. http://портал-гп.рф/cost_calculator
11. <http://www.lucas-nuelle.com/316/apg/5672/Photovoltaics-UniTrain-I-.htm>
12. Коллектив авторов «Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России», Наука, 2002