

Проект  
по теме «Перспективы развития солнечной энергетики на удаленных  
территориях Воронежской области»

Направление: Современная энергетика

Выполнил:

Береснев Захар Сергеевич,

учащийся 7 А класса МБОУ «Лицей №1»

Руководитель проекта:

Мануковский Сергей Сергеевич,

ГБУ ДО ВО «ЦИКДиМ «Кванториум»»

г. Воронеж, 2020

Важным направлением развития современной энергетики являются исследования в области применения возобновляемых источников энергии. Разработки в области развития солнечной энергетики как одной из самых перспективных отраслей возобновляемой энергетики, быстро развиваются в современном мире. В законодательство РФ вносятся изменения, способствующие развитию альтернативной энергетики в нашей стране [1].

Актуальность темы исследования обусловлена ограниченностью широко применяемых энергоресурсов и экологическими проблемами, связанными с их использованием. Территориальные масштабы нашей страны дополнительно определяют перечень практических задач, включающих энергообеспечение на удаленных территориях. Актуальность разработок в сфере энергообеспечения на удаленных территориях Воронежской области обусловлена числом сельских поселений – в составе области 471 сельское поселение с общим числом 1717 населенных пунктов.

Анализ научно-технической литературы показал, что значительным потенциалом производства электроэнергии для обеспечения нужд на удаленных территориях обладает солнечная энергетика. Изучив накопленный опыт в сфере применения солнечной энергетики, мы сделали вывод о том, что такой способ круглогодичного энергообеспечения возможен в случаях, если при строительстве жилых зданий применялись технологии, рассчитанные на внедрение альтернативных источников энергии. В старом жилом фонде целесообразно применять солнечную энергию при нехватке выделенных мощностей или для энергообеспечения помещений временного проживания (дачных приусадебных хозяйств (далее СНТ)), вопросы энергообеспечения которых имеют большое значение для населения.

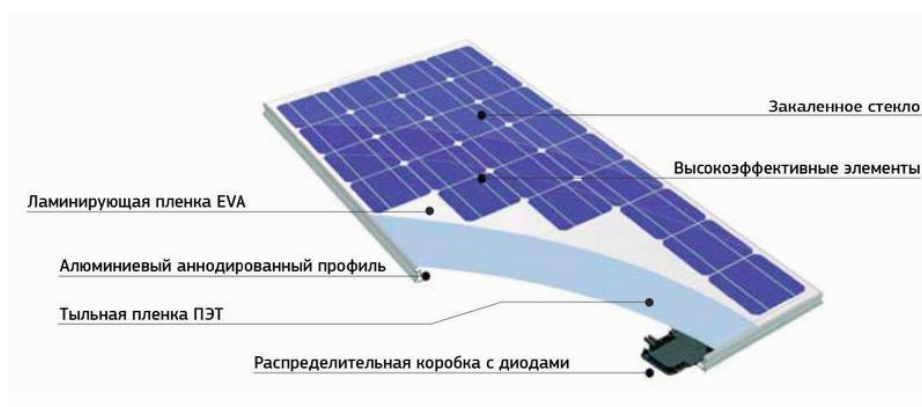
Проект разработан в целях анализа существующих вариантов энергообеспечения на удаленных территориях, оценки их целесообразности для местных условий и предложением способов энергообеспечения для комфортного пребывания жителей региона в местах сезонного проживания.

«Солнечная энергетика – это отрасль науки и техники, разрабатывающая научные основы, методы и технические средства использования энергии солнечного излучения на Земле и в космосе для получения электрической, тепловой или других видов энергии и определяющая области и масштабы эффективного использования энергии Солнца в экономике страны [4]». Преобразование солнечной энергии в электрическую в фотоэлементах признано наиболее перспективным, так как этот способ считается долговечным и экологически чистым, может применяться автономно, требует минимального обслуживания.

Фотоэлементы – это светочувствительные пластины из полупроводниковых материалов, поглощающих частицы света, которые создают электрический ток (рис.1).

Рисунок 1 [5].

«Макет солнечной батареи»



По материалам исследований геофизических рисков внедрение солнечной энергетике в Воронежской области, считается целесообразным [4, стр. 160]: «продолжительность солнечного сияния нашего региона нарастает от 1830-1880 (час) на северо-западе до 1940-1990 (час) на юго-востоке что составляет 46% возможной продолжительности; уровень среднегодовой солнечной инсоляции (уровень облучения поверхности солнечными лучами, далее СИ) – 3,73 кВт\*ч/м<sup>2</sup>. В ходе последних разработок установлено, что «по энергии, потенциально извлекаемой с использованием солнечных

батарей, климатический ресурс по району Воронежа превосходит климатические данные на 11%» [4].

Практическому внедрению солнечной энергетики на конкретной территории региона должны предшествовать две стадии:

- стадия исследования – анализ потенциально полезного солнечного излучения конкретной территории;
- стадия разработки – анализ существующих методов и оценка их будущей эффективности.

Уровень СИ для конкретной территории зависит от характера освещаемой солнцем местности (рельеф, наличие затеняющих препятствий), пространственной ориентации склонов и объектов, расположенных на территории. Для размещения необходимого оборудования требуется наличие свободных территорий. При несоответствии местности предъявленным к ней требованиям дальнейшие разработки не имеют смысла.

Основная задача на стадии разработки предполагает оценку целесообразности преобразования солнечной энергии, работы проводятся по плану:

- 1) Рассчитать необходимую мощность солнечной электростанции на основании расходуемого количества энергии;
- 2) Рассчитать технический потенциал существующих разновидностей систем фотоэлементов;
- 3) Разработать оптимальную модель энергоснабжения и оценить окупаемость проекта.

Оценка целесообразности проекта проводится с учетом мнения конечного потребителя для которого условия комфортного проживания, обеспеченные непрерывным энергоснабжением, могут быть более важными чем экономическая эффективность.

Рассмотрим различные варианты энергообеспечения на примере СНТ «Клен» (х. Точильное Семилукского р-на, расположен в 8 км от г. Семилуки). Рельеф местности приближен к равнинному, нет препятствий поступлению

солнечного света с южной стороны. Существует возможность выполнить монтаж солнечных батарей наиболее эффективным способом в целях получения максимального количества энергии: имеется достаточно свободного места, позволяющего установить батареи под оптимально выгодным углом, направляя их поверхность к солнцу под 90. По наблюдениям, проведенным в период май-сентябрь 2018 и 2019 гг., климатические условия не отличаются от средних по региону. Следовательно, х. Точильное обладает достаточной ресурсной базой для разработок в области солнечной энергии.

Рассчитаем среднемесячный расход потребляемого электричества:

Таблица 1

«Примерный перечень потребления энергии среднестатистической семьей из 4 человек, проживающей на даче в период с мая по сентябрь»

Потребитель	Мощность, Вт	Кол-во, шт.	Время работы за сутки, ч	Энергопотребление за сутки, Вт/ч
Водяной насос для скважины	1500	1	0,5	750
Микроволновая печь	1500	1	0,5	750
Мультиварка	2000	1	0,5	1000
Накопительный водонагреватель	2000	1	0,5	1000
Телевизор	60	1	4	240
Холодильник	100	1	24	2400
Электрический тример	1100	1	0,1	110
Электрический утюг	1500	1	0,1	150
Электролампа	60	3	2	360
Электроплита	4000	1	0,5	2000
Электрочайник	1500	1	0,2	300
Прожектор	20	1	12	240
Всего в сутки				9,3 кВт

Рассчитаем технический потенциал региона для разных видов фотоэлементов. Наиболее распространены солнечные батареи на основе кремния трех видов: аморфного (1 тип), поликристаллического (2 тип), монокристаллического (3 тип). КПД, достигнутый на опытных установках

составляет 11%, 17% и 24% соответственно для однослойных элементов [5].

С учетом регионального СИ количество вырабатываемой энергии составит:

- для 1 типа =  $3,73 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2 \cdot 11\% = 0,41 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ ;
- для 2 типа =  $3,73 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2 \cdot 17\% = 0,634 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ ;
- для 3 типа =  $3,73 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2 \cdot 17\% = 0,895 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ .

Наибольшее распространение получили батареи 2 и 3 типа по причине низкой производительности батарей 1 типа. Требуемое количество солнечных батарей составит 15 штук по 2 типу ( $9,3 \text{ кВт} / 0,634 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ ) или 10 штук по 3 типу ( $9,3 \text{ кВт} / 0,895 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ ). Количество панелей нужно увеличить на 2 для обеспечения работы оборудования солнечной станции.

На данном этапе возможно провести выбор типа подходящих солнечных батарей: если цена на 3 тип не превышает цену на 2 тип более чем на 50%, то выгоднее приобретать устройства 3 типа.

Перейдем к выбору типа солнечных электростанций из существующих вариантов: сетевые, автономные или гибридные.

Сетевая солнечная электростанция состоит из солнечных панелей и сетевого инвертора, работает совместно с сетью переменного тока. Ее недостатком является отсутствие аккумулятора и, как следствие, невозможность использования при сетевом отключении электроэнергии. Для ее окупаемости (при стоимости 1 солнечной батареи 10 140 руб., инвертора – 28 500 руб. и стоимости  $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} - 2,70 \text{ руб.}$  по формуле  $(10\,140 \cdot 10 + 28\,500) / (9,3 \cdot 30 \cdot 2,7 / 12)$ ) потребуется 14,4 лет. При среднем сроке службы оборудования 25 лет проект не будет убыточным. Он может быть рекомендован как минимально затратный в том случае, если в регионе нет перебоев с электричеством, но есть нехватка в выделенной мощности.

Автономная солнечная электростанция состоит из солнечных панелей, солнечного контроллера, аккумулятора, инвертора и позволяет вырабатывать электроэнергию независимо от внешних электросетей. Капитальные затраты на установку солнечной электростанции «под ключ» с максимальной выработкой до  $9 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$  составляют 275 000 руб [данные <https://realsolar.ru/>].

Для ее окупаемости потребуется 30,4 лет. При среднем сроке службы оборудования 25 лет проект не окупится, но учитывая рост цен на энергоносители может считаться неубыточным.

Общий объем потребляемой энергии и, соответственно, капитальные затраты для любого вида станции, возможно сократить при условии, что среднестатистическая семья проводит на даче 2-3 дня в неделю. Количество используемых электроприборов возрастает ежегодно, и мы не рекомендуем такой подход. По нашему мнению, целесообразно монтировать солнечную электростанцию с распределением электроэнергии на 2 соседних дачных участка. При таком варианте объем выработки солнечной энергии сохранится на первоначальном уровне, затраты возрастут только на приобретение дополнительного контроллера и монтажные работы, что составит не более 15-20% стоимости проекта. Предложенный нами вариант распределения энергии является более выгодным и позволит сократить первоначальные затраты на 40% стоимости каждому участнику проекта.

Основная проблема, связанная с работой автономных солнечных станций, заключается в сезонности выработки электроэнергии, поэтому рекомендована нами к применению на территориях где наблюдаются регулярные перебои с электричеством либо отсутствуют промышленные сети и не рекомендуется в качестве единственного источника энергии.

В мировой практике широкое применение получили гибридные солнечные электростанции, сочетающие достоинства сетевой и автономной электростанций. Их основа – это гибридный инвертор, который способен в потребляемую от внешней сети энергии подмешивать энергию, выработанную солнечными панелями. Также разработаны системы, позволяющие использовать внешнюю сеть как аккумулятор. Данный вид станций более затратный и, как следствие, не целесообразен на застроенных удаленных территориях, но возможен к внедрению при строительстве современных микрорайонов.

## Выводы по результатам исследования

Разработанный проект энергообеспечения был предложен на рассмотрение правлению СНТ «Клен». На основании опроса мнений участников СНТ основным сдерживающим фактором к внедрению проекта является большой размер первоначальных вложений, малая осведомленность местного населения о солнечной энергетике и недоверие к новшеству. С учетом того, что развитие солнечной энергетике имеет государственное значение, необходим комплекс мер государственной поддержки, таких как:

1. На удаленных территориях, требующих внедрение автономных или гибридных солнечных электростанций, предоставлять беспроцентный кредит на закупку оборудования или другие виды дотаций.
2. Оборудовать социальные объекты солнечными батареями в целях пропаганды солнечных электростанций среди населения.



#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» 261-ФЗ
2. Бухонова С.М., Киреева Ю.В. «Алгоритм расчета технического востребованного потенциала солнечной энергии на территории Белгородской области». – Вестник Ростовского государственного экономического университета. 2016. № 1. С. 155-162.
3. Капица П.Л. «Энергия и физика». Доклад на научной сессии, посвященной 250-летию Академии наук СССР, Москва, 8 октября 1975 г. – Вестник АН СССР. 1976. № 1. С. 34-43.
4. Неижмак А.Н., Расторгуев И.П. «Методика оценки климатического потенциала солнечной и ветровой энергетики». – Гелиогеофизические исследования. 2014. № 9. С. 150-160.
5. Сурков А.А., Хохрякова А.А. «Применение солнечных электростанций в энергоснабжении зданий». – Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2014. № 4. С. 71-81