

ПРООН/ГЭФ
Проект № 00077154

«Повышение энергетической эффективности
жилых зданий в Республике Беларусь»

ОТЧЕТ

**Применение солнечных батарей для экономии
топливно-энергетических ресурсов при эксплуатации жилых
зданий в Республике Беларусь и за рубежом**

**Проект рекомендаций относительно исполнения проектирования
и строительства зданий с учетом использования в системах
энергообеспечения солнечных батарей**

Исполнитель,
Эксперт по вопросам внедрения
солнечных батарей в системах
энергоснабжения в жилом секторе

Н.Н.Наумовец

Минск
Октябрь 2013 г.

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА ЗА РУБЕЖОМ И В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	7
2 ВОЗМОЖНОСТИ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.	10
3 ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ.....	13
4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	16
ВЫВОДЫ.	20

Введение

Все больше различных природоохранных организаций призывают общественность обратить внимание на экономное расходование природных ресурсов. Если в прошлом веке основная доля использованного топлива приходилась на нефть, уголь и газ, то сейчас ученые всего мира нацелены на расширение использования возобновляемых источников энергии.

Особое внимание уделяется солнечной энергии, которая является, по сути, абсолютно бесплатной. Солнечное же излучение доступно практически в любой точке Земли. Солнечная энергия также весьма универсальна – ее можно использовать как в виде тепла, так и преобразовывать в электрическую и механическую.

Солнце - самый сильный источник энергии для нашей планеты, которая может использоваться для решения множества задач. Одна из них - преобразование солнечной энергии в электрическую в так называемое солнечное электричество. Для преобразования солнечного света в электричество используют солнечные батареи. Впервые солнечные батареи применили при освоении космоса в 1957 г. Они были установлены на спутнике и вырабатывали электрическую энергию для его работы. Основным элементом для промышленного производства солнечных батарей является кремний. По мнению ряда независимых экспертов и ученых, преобразование солнечной энергии в электрическую имеет массу достоинств. Прежде всего, это 100-процентная надежность - ведь солнце от нас никуда не денется еще несколько миллионов лет. Также это чистый и, соответственно, безопасный для здоровья источник энергии. И, что самое интересное, только благодаря солнцу мы и имеем практически все источники энергии. Исключением можно назвать энергию приливов и отливов, за которую ответственна луна, и радиоактивные элементы, которые используются на атомных станциях. Энергия ветра полностью зависит от солнца и разности температур, им же и создаваемой.

Солнечная энергия может стать главным источником электроэнергии из-за многочисленных экологических и экономических преимуществ и доказанной надежности.

Чтобы покрывать 100% требуемой электроэнергии в мире, необходимо всего лишь мене 0,5% общей площади планеты занять модулями солнечных батарей. Поэтому солнечная энергетика играет крайне важную роль в улучшении безопасности энергоснабжения планеты.

В наше время использование солнечного электричества уже широко распространено. В отдаленных местах, куда дотянуть кабель от электростанций стоит очень дорого, а иногда - и просто невозможно, используют солнечную энергию. Это отдаленные фермерские хозяйства, отдельно стоящие обитаемые острова, морские и космические станции.

На данный момент, примерно 10 млн. домов по всему миру оборудованы солнечными батареями. Также в странах, где электрическая энергия стоит дорого и достаточное количество солнечных дней в году, хозяева частных домов и владельцы офисов устанавливают солнечные батареи на крышах зданий и используют солнечное электричество без ущерба для собственного бюджета. Солнце заменяет 40-60% всех затрат на другие энергоносители. Иногда солнечного электричества полностью хватает на нужды дома и даже вырабатывается больше необходимого. Так, в Германии правительство покупает солнечное электричество, произведенное днем, у частных лиц, а вечером продает его обратно по более низкой цене, стимулируя тем самым установку солнечных батарей.

Существует острая проблема дефицита природных ресурсов и непрерывный рост их стоимости. При этом объем ресурсов ежегодно сокращается. По сведениям ученых, в мире запаса газа и нефти хватит на 60 лет. Скорее всего, каждому человеку известно об альтернативных энергоисточниках - использования энергии ветра, приливов и отливов, солнца в различных модификациях.

Можно утверждать, что применение альтернативных энергоисточников, в том числе энергии солнца, является самым естественным и оптимальным способом энергообеспечения.

Солнце - источник, который работает всегда. Солнечные батареи не требуют прямого света и спокойно работают на рассеянном. Уже сейчас интерес к данному направлению настолько велик, что огромные мировые инвестиции позволяют надеяться на серьезные технологические прорывы, способные значительно снизить цены. К тому же западные государства и Республика Беларусь стимулируют такие исследования, принимая специальные законы, поощряющие использование солнечной энергии.

Солнечная энергия – самый доступный и дешевый в последующей эксплуатации источник электроэнергии.

Количество энергии, вырабатываемой при сжигании газа, нефти и других традиционных источников, гораздо меньше количества солнечной энергии, которую получает Земля. Солнце – неисчерпаемый, возобновляемый, бесплатный и экологически чистый источник энергии.

Наиболее широкое распространение солнечные коллекторы получили в США и странах Европы, в Японии, Корее, Китае. Так, в Европе существуют специальные госпрограммы поддержки солнечной энергетики. Благодаря государственной программе, компенсирующей до 70 % затрат на так называемую соляризацию домов, и льготам при оплате в ФРГ солнечными коллекторами оборудуется до 500 тыс. м² крыш в год. Первый правительственный проект финансовой поддержки владельцев «солнечных» домов был принят немцами еще в 1990 г. и назывался «1 000 солнечных крыш». Вслед за Германией подобный проект под названием «100 000 солнечных крыш» был принят для всех стран ЕС.

Для преобразования солнечного излучения непосредственно в электрическую энергию используют фотоэлектрические преобразователи которые напрямую преобразовывают солнечную энергию в электрическую, это преобразование энергии основано на фотоэлектрическом эффекте, который возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них излучения. Солнечная батарея состоит из фотоэлементов, соединенных последовательно и параллельно. Солнечное излучение создаёт в ячейках модуля электрическое напряжение. Все фотоэлементы располагаются на каркасе из непроводящих материалов. Такая конфигурация позволяет собирать солнечные батареи требуемых характеристик (тока, напряжения и габаритов). Кроме того, это позволяет заменять вышедшие из строя фотоэлементы новыми (модульная конструкция).

Особенности солнечных батарей позволяют располагать их на значительном расстоянии от стационарных источников электроэнергии, а модульные конструкции можно легко транспортировать и устанавливать в другом месте. Поэтому, солнечные батареи, применяемые в отдаленных районах, дают более дешевую электроэнергию.

Солнечные батареи не требуют обслуживания и могут работать более 20 лет. Ученые всего мира работают над увеличением КПД фотоэлектрического преобразования. Сегодня фотоэлементы применяются для обеспечения бесперебойного электроснабжения сотовых базовых станций и метеорологических пунктов.

Поток солнечного излучения, проходящий через площадку в 1 м^2 , расположенную перпендикулярно потоку излучения на расстоянии одной астрономической единицы от центра Солнца (то есть вне атмосферы Земли), равен 1367 Вт/м^2 (солнечная постоянная). Из-за поглощения атмосферой Земли, максимальный поток солнечного излучения в районе экватора на уровне моря - 1020 Вт/м^2 . Однако следует учесть, что среднесуточное значение потока солнечного излучения через единичную площадку как минимум в три раза меньше (из-за смены дня и ночи и изменения угла солнца над горизонтом). Зимой в умеренных широтах это значение в два раз меньше. Это количество энергии с единицы площади определяет возможности солнечной энергетики.

Перспективы выработки солнечной энергии также уменьшаются из-за глобального затемнения - антропогенного уменьшения солнечного излучения, доходящего до поверхности Земли.

Если покрыть хотя бы 0,5% земной поверхности солнечными батареями, КПД которых составляет всего 14% (в среднем КПД современных батарей около 18%), то полученная энергия обеспечит потребности всего человечества более чем на 100%: 20 ТВт против потребляемых 14 ТВт. Вообще говоря, используют не Вт, а $\text{Вт}_п$ (от английского W_p - Watt peak) - пиковую мощность, то есть номинальную мощность в нормальных условиях (максимальную номинальную мощность

при световом потоке в 1000 Вт/м^2 , спектр которого приближен к солнечному, температуре 25°C получают, измеряя ток и напряжение в цепи батареи). Далее (Вт, МВт, ГВт, ТВт), подразумевая $\text{Вт}_\text{п}$.

Основным материалом при массовом производстве фотоэлектрических преобразователей в настоящее время является кремний. В качестве альтернативы кремнию в мире разрабатываются тонкопленочные солнечные элементы на полупроводниковых соединениях: CdTe (КПД 8-10%), Si (КПД 6-7%), Cu(In,Ga) Se₂ (CIGS) (КПД 14-15%, рекорд - 19,8%), тандемных элементов Si m Si (КПД 8%), многослойные структуры на основе арсенида галлия (КПД ~37%).

При этом CIGS солнечные элементы считаются наиболее перспективными не только с точки зрения повышения эффективности, но и понижения цены производимой электроэнергии.

В сегодня все альтернативные материалы пока не вышли за стены лабораторий и имеют научно-прикладной характер.

1 Гелиоэнергетика за рубежом и в Республике Беларусь

Гелиоэнергетика (от греческого Helios - солнце). Солнечная энергетика, как ранее отмечалось один из перспективных видов альтернативной энергетики. Полное количество солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли за неделю, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа, угля и урана.

При этом, почему-то в Республике Беларусь распространено мнение, что ее широкое применение - дело отдаленного будущего, тогда как во многих государствах приняты программы, предполагающие применение солнечного ресурса в энергетике уже сейчас. Почти во всех странах Евросоюза, Юго-Восточной Азии, Латинской Америки, а также в США, Японии, Китае, Австралии проводятся мероприятия по внедрению фотоэлектрических систем (ФЭС).

Для всей территории нашей страны поступление солнечной энергии составляет около $208 \cdot 10^{12}$ кВт·ч в год или $256 \cdot 10^9$ т у.т. при планируемом потреблении в 2020 г. всех видов топливно-энергетических ресурсов $32,8 \cdot 10^6$ т у. т. Это в 7800 раз превышает потребность нашей республики в энергоресурсах и говорит о больших потенциальных возможностях гелиоэнергетики. На нашей планете за счет естественных процессов и производственно-хозяйственной деятельности человека происходит преобразование солнечной энергии в другие виды.

Жители отдаленных районов используют энергию солнечных батарей для освещения, питания радиоаппаратуры и других бытовых нужд. Солнечная энергия применяется также при подъеме воды из скважин и на нужды сельского хозяйства.

У ученых и практиков в результате опытно-промышленной эксплуатации ФЭС уже не осталось сомнений, что производить электроэнергию за счет солнца в странах, сравнимых по освещенности с нашей республикой, вполне целесообразно. Яркий пример - Германия, которая к 2020 г. намерена вложить в это направление существенные средства.

Территория нашей страны расположена между 56-м и 51-м градусами северной широты, что определяет угол падения солнечных лучей, продолжительность дня и солнечного освещения, с чем связано количество поступающей солнечной радиации. В течение года угол падения солнечных лучей в полдень изменяется на 47° , продолжительность дня - более чем на 10 часов. Годовой приход суммарной солнечной радиации увеличивается от северных к южным районам - от 3500 до 4050 Мдж/м^2 ($84-97 \text{ ккал/см}^2$). Пасмурных дней насчитывается от 175 на северо-западе до 135 на юго-востоке, ясных - от 30-35 за год на северо-западе до 40-42 на юго-востоке. На большей части территории, максимум безоблачных дней приходится на март-апрель и

только на юго-востоке - на июль-сентябрь. Продолжительность открытого солнечного облучения составляет в среднем за год 1730-1950 часов, возрастая к юго-востоку. Оно минимально в осенне-зимний период (когда бывает до 20 дней в месяц без яркого солнца), а в остальные дни насчитывает в среднем по 3 часа. В мае-июле солнце не показывается только 1-3 дня в месяц, при этом в отдельные дни продолжительность безоблачного облучения достигает 16 часов. Май, июнь и июль вместе дают примерно 48% годового прихода суммарной солнечной радиации, а ноябрь, декабрь и январь - только 5%.

Таким образом, в Беларуси уровень освещенности выше, чем в Германии. В тоже время, по данным Европейского межакадемического совета (Амстердам, Голландия), годовое производство электроэнергии с обычной ФЭС мощностью 1 кВт на конец 2010 г. в этой стране составило 900 кВт-ч. Стационарная солнечная электростанция с рекордным КПД 20% и пиковой мощностью 1 кВт вырабатывает там за год около 2 тыс. кВт-ч.

Для сравнения: в пустыне Сахара этот показатель выше отнюдь не в разы - до 3,5 тыс. кВт ч. При установке системы слежения за солнцем выход электроэнергии при тех же условиях возрастает до 2,8 тыс. кВт-ч в Германии и до 5 тыс. кВт-ч в Сахаре.

Анализ многолетних исследований показывает, что с рядовых ФЭС мощностью 1 кВт почти на 70% территории нашей страны можно было бы получать более 900 кВт-ч, на 25% - 975 кВт-ч и на 5% - 1050 кВт-ч. Это означает, что потенциальная эффективность использования ФЭС у нас только за счет благоприятных условий излучения на 10% выше, чем в Польше, Нидерландах, и более чем на 17% - чем в ФРГ, Бельгии, Дании, Ирландии, Великобритании, не говоря уже о странах, находящихся севернее. Словом, расположение республики, ее географическая широта, высота над уровнем моря, а также метеорологические условия не являются сдерживающими факторами для развития солнечной электроэнергетики, главный ограничитель - цена.

Технологии производства солнечных батарей шагнули далеко вперед, благодаря чему их использование стало возможным как в бытовых, так и в промышленных установках. Основное распространение такие системы получили в странах с высокой солнечной активностью – Китай, Индия, Индонезия. Лидером в производстве и применении технологии солнечных батарей является США. Только в 2010 году там заключен контракт на сумму 700млн. долларов на строительство в штате Аризона двух электростанций на солнечных батареях общей мощностью 175МВт. Кроме того, для популяризации данной технологии, администрация президента Барака Обамы заявила о планах по установке системы солнечных батарей в Белом Доме. Такая инициатива призвана показать надежность и безопасность солнечных элементов для широкого применения, и была с восторгом принята американской общественностью.

В Калифорнии, которая является одним из наиболее солнечных штатов, находятся ключевые солнечные электростанции США, включая крупнейшие мощностью до 350 мегаватт. Губернатор штата Джерри Браун сообщил, что к 2020 году на долю солнечной энергетики придется треть всей электроэнергии, производимой штатом.

Кроме того, с 2009 по 2011 годы мощность калифорнийских солнечных батарей удвоилась, дойдя до отметки выше полутора гигаватт.

Ранее сообщалось, что в Германии солнечные электростанции вышли на пиковую мощность генерации 23,9 ГВт, что явилось новым мировым рекордом и сравнимо с мощностью всех АЭС Российской Федерации 23,6 ГВт.

2 Возможности и опыт применения солнечных батарей в Республике Беларусь.

В результате 10-ти летних исследований американскими спутниками Земли получена полная карта ее облучения. Распределение плотности солнечного потока показывает любопытную вещь: начиная с границы 100 км западнее Минска и дальше на восток, вплоть до России, белорусская территория получает больше солнечной энергии, чем западноевропейские площади, расположенные на той же широте. Последнее связано с сильным влиянием Атлантики и Балтики. Поскольку Беларусь от них дальше, у нас в течение года меньше облаков, туманов и т.д.

В Беларуси поступление солнечной энергии на земную поверхность составляет 1200-1300 кВт ч/м², это соответствует энергии в 60 литров нефти. Эта ценность в 20 раз превышает потребности страны в природном газе для производства энергии. В Беларуси по метеорологическим данным ежегодно (средние значения) 150 облачных дней, 185 частично облачных дней, 30 солнечных дней, и средний энергетический поток на поверхности Земли (с учетом ночей и облачности) составляет 2,8 кВт-ч/(м² день), и с 12%-ой конверсионной эффективностью - 0,3 кВт-ч/(м² день).

Анализ многолетних исследований показывает, что с рядовых ФЭС мощностью 1 кВт почти на 70% территории нашей страны можно было бы получать более 900 кВт-ч, на 25% - 975 кВт-ч и на 5% - 1050 кВт-ч. Это означает, что потенциальная эффективность использования ФЭС у нас только за счет благоприятных условий инсоляции на 10% выше, чем в Польше, Нидерландах, и более чем на 17% - чем в ФРГ, Бельгии, Дании, Ирландии, Великобритании, не говоря уже о странах, находящихся севернее. Словом, расположение республики, ее географическая широта, высота над уровнем моря, а также метеорологические условия не являются сдерживающими факторами для развития солнечной электроэнергетики.

У ученых и практиков в результате опытно-промышленной эксплуатации ФЭС уже не осталось сомнений, что производить электроэнергию за счет солнца в странах, сравнимых по освещенности с нашей республикой, вполне целесообразно. Яркий пример - Германия, которая к 2020 г. намерена вложить в это направление существенные средства.

При наличии, имеющейся нормативной правовой базы, определяющей реализацию государственной политики в области солнечной энергии и энергосбережения в Республике Беларусь, являются:

- Директива Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость - главные факторы экономической безопасности государства»;
- Закон Республики Беларусь от 27 декабря 2010 г. «О возобновляемых источниках энергии»;

- Национальная программа развития местных и возобновляемых источниках энергии на 2011-2015 годы, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10 мая 2011 г. №586;
- Постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 30 июня 2011 г. №100 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства экономики Республики Беларусь».

В Республике Беларусь накоплен 50-ти летний опыт производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем на монокристаллическом кремнии. На УП «Завод полупроводниковых приборов», УП «Завод «Транзистор», УП «Завод «Цветотрон» НПО «Интеграл» и РПУП «Завод «Измеритель» - серийно выпускались фотоэлектрические модули малой и средней мощности. На этих предприятиях есть технологическая база, инженерная инфраструктура и квалифицированный персонал. Достижения последних лет существенно продвинули промышленную технологию в деле снижения затрат на производство подложек моно-, поли- и аморфного кремния для изготовления фотоэлектрических преобразователей. Прежде всего, это относится к поликристаллическому кремнию, который удовлетворяет требованиям по объему производства и соответствует нужным технико-экономическим характеристикам.

Производство фотоэлектрических преобразователей при всей его простоте практически свернуто, процесс производства и внедрения солнечных батарей идет медленными темпами, что не способствует популяризации перспективных источников энергии и накоплению опыта эксплуатации. Тем не менее, в Республике Беларусь, хотя и медленными темпами, но все же процесс пошел с нарастанием. Внедряются электроисточники на солнечных батареях, которые нашли себе применение в качестве автономных источников энергии при подсветке дорожных знаков, камер видеонаблюдения, регистрирующих пожары, расположенных на вышках в лесных массивах «Полесского государственного радиационно-экологического заповедника», т.е. там, где ввиду значительной удаленности объекта технически сложно и экономически не целесообразно доставлять сменные гальванические источники электропитания. В деревне Масаны, находящейся в нескольких километрах от Чернобыльской атомной электростанции, вахтовым методом ведут наблюдения и научную работу ученые Национальной академии наук Беларуси. Жилой дом, в котором работают ученые-вахтовики, по электроснабжению запитан от автономной солнечной электростанции мощностью 2 кВт смонтированной впервые в стране в прошлом веке.

По количеству используемых изделий с применением солнечных батарей в Республики Беларусь лидирует Министерство сельского хозяйства. По не уточненным данным, в хозяйствах агропромышленного комплекса Республики Беларусь работают более 25 000 автономных охраняемых устройств «Импульс» различных модификаций, которые применяются для питания электрических изгородей при выпасе скота.

Каждое изделие имеет в своем составе и питается от солнечной батареи установленной мощностью от 6 до 4,5 Вт, с примитивно ручной системой слежения за солнцем.

Лидером по наращиванию темпов внедрения солнечной электроэнергетики, пожалуй, является г. Могилев и Могилевский район. На отведенных площадках непригодных для земледелия в 2011 году смонтированы солнечные электростанции мощностью 5 и 10 кВт, в д. Жуково Могилевского района в 2012 году введена в эксплуатацию солнечная электростанция мощностью 400кВт.

В УО «Республиканский институт контроля знаний» в мае 2013 года ввёл в эксплуатацию солнечную электростанцию суммарной мощностью 40 кВт.

В г. Барановичи на крыше мебельного магазина (ул. Брестская, 4) летом 2013 г. была смонтирована и введена в эксплуатацию модульная гелио электростанция суммарной установленной мощностью 20 кВт (два модуля по 10 кВт), которая отдает выработанную электрическую энергию в городскую электрическую сеть.

В жилом секторе, в настоящее время, солнечная энергетика Республики Беларусь не нашла массового применения. В основном это системы на индивидуальных домах, коттеджах, где смонтировано незначительное количество мелких электростанций мощностью 150-500 Вт, работающих в автономных режимах и которые слабо поддаются учету.

Как уже отмечалось ранее, в национальном парке «Беловежская пуща» смонтирована одна электростанция мощностью 280 Вт, питающая два жилых дома.

В Мядельском районе Минской области летом 2013 г. на крыше индивидуального жилого дома смонтирована и введена в эксплуатацию солнечная электростанция китайского производства установленной мощностью 6 кВт, которая полностью покрывает потребности в электроэнергии этого дома, а излишки отдаются в электрическую сеть.

В области применения солнечных электростанций при строительстве и эксплуатации многоквартирных жилых домов в Республике Беларусь опыт невелик. Сравнительно недавно, в г. Минске на ул. Жуковского была запущена в эксплуатацию экспериментальная гелио электростанция, которая обеспечивает электроэнергией подъезды типового многоквартирного жилого дома.

3 Технические решения.

Структура типовой солнечной электростанции довольно проста - основных элементов всего три:

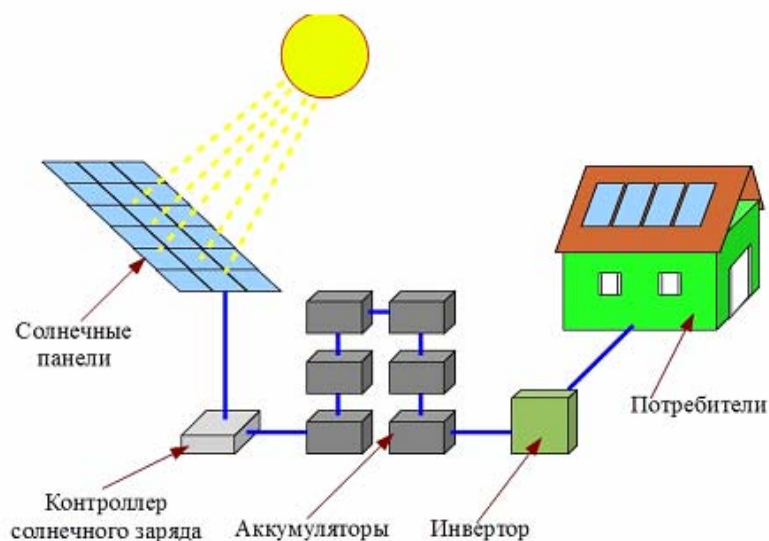
- солнечная батарея, состоящая из фотоэлементов-полупроводников, преобразует энергию солнца в постоянный электрический ток;
- специальный кабель минимизирует количество потерь энергии при передаче больших токов постоянного напряжения;
- инвертор служит для преобразования постоянного тока в переменный в соответствии с условиями подключения.

По типу подключения подразделяются на:

- автономные,
- соединенные с сетью.

На рисунке 1 изображена структура солнечной электростанции автономного типа.

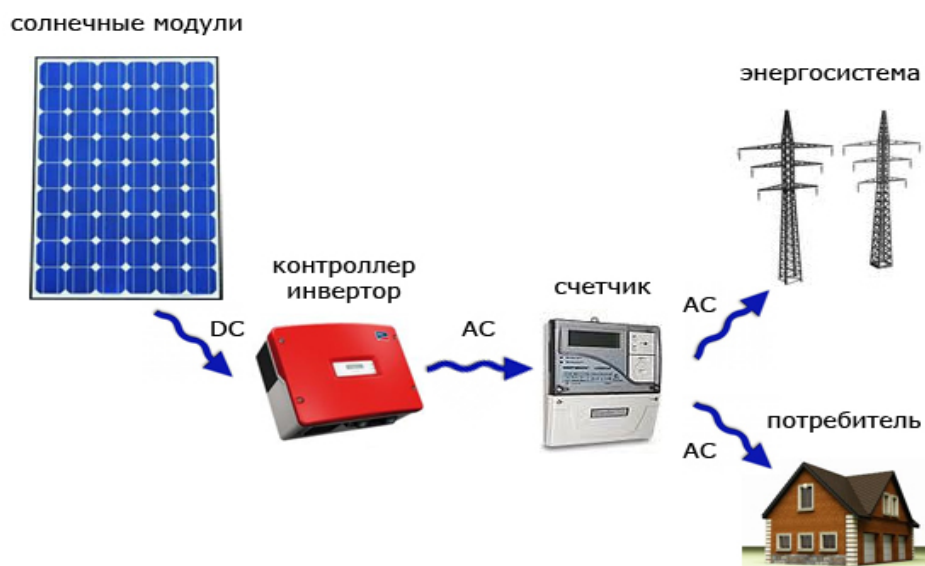
Рисунок 1



Для данного типа предусмотрено полное отсутствие традиционного источника электрической энергии. В качестве элементов, накапливающих энергию, используют аккумуляторные батареи, а резервным источником может быть жидко-топливный электрогенератор. Таким образом, солнечная энергия дает постоянное питание для холодильников, телевизоров, электрического инструмента, насосных станций малой мощности, камер видеонаблюдения.

На рисунке 2 изображена структура солнечной электростанции соединенной с сетью.

Рисунок 2



Данный тип относится к наиболее выгодным вариантам. Здесь есть постоянный источник электроснабжения, к которому возможно подключиться при необходимости. В данном случае появляется избыток электрической энергии, что в свою очередь можно предложить на продажу другим потребителям электрической энергии, подключенным к сети энергоснабжения.

При такой организации предусматриваются два электросчетчика, один рассчитывает потребление по традиционным каналам электрической энергии, а другой счетчик рассчитывает, сколько электроэнергии мы выработали.

Конструктивно и территориально панели солнечных электростанций целесообразно устанавливать на плоских крышах жилых зданий с ориентацией рабочей поверхностью на южную сторону, т.к. панели имеют незначительный вес, что при соответствующем архитектурном оформлении можно монтировать их на стенах технических этажей (на стенах чердаков), обращенных на южную сторону либо незначительно повернутых в ту или иную сторону. При этом необходимо обеспечить устойчивость к ветровым нагрузкам всей механической конструкции. Инверторы и иную аппаратуру следует располагать в специально оборудованных помещениях.

Исходя из имеющегося незначительного опыта проектирования солнечных электростанций для экономии топливно-энергетических ресурсов при эксплуатации многоквартирных жилых зданий в Республике

Беларусь, будет целесообразным использовать зарубежный опыт в соответствии с нормативными правовыми актами республики.

Так как электроэнергия невозможно произвести больше чем потребляется, а мощность электростанции рассчитывается исходя из среднего потребления, аккумуляторные батареи нивелируют пики нагрузки и выработки электроэнергии. Контролер отслеживает и ограничивает выработку электроэнергии при максимальных облучениях панелей, что приводит к работе электростанции в режиме холостого хода, тем самым, уменьшая КПД установки в целом. Это является существенным недостатком автономных солнечных электростанций, приводящим к увеличению их срока окупаемости.

Учитывая, что проектируемые жилые здания будут подключены к государственной электрической сети, куда можно направить излишки электроэнергии, то исходя из экономических выгодных соображений, стоит рассматривать солнечную электростанцию по схеме соединенной с сетью.

Статья 17 Закона Республики Беларусь от 27 декабря 2010 г. «О возобновляемых источниках энергии» обязывает производителя энергии из возобновляемых источников использовать эффективные технологии и установки по использованию возобновляемых источников энергии.

Статья 11 данного Закона обязывает Министерство энергетики Республики Беларусь применять меры по гарантированному приобретению государственными энергоснабжающими организациями всей предложенной энергии.

Следует отметить, что солнечная электростанция вырабатывает максимум энергии в дневное время при значительной нагрузке на энергогенерирующие мощности и прекращает выработку электрической энергии в ночное время при минимальной потребности в ней.

4 Экономическое обоснование

Экономическое обоснование целесообразности использования солнечных батарей для уменьшения совокупного потребления энергии при эксплуатации жилых зданий рассчитывается на 2.04.02.2000 «Строительная климатология» и усредненной цены на оборудование, полученной от поставщиков оборудования солнечных электростанций.

Статья 20 Закона Республики Беларусь от 27 декабря 2010 г. «О возобновляемых источниках энергии» предписывает, что цены на возобновляемые источники энергии, тарифы на энергию, производимую из возобновляемых источников энергии, устанавливаются в соответствии с настоящим Законом и иными актами законодательства.

Так, тарифы на энергию, производимую из возобновляемых источников энергии и приобретаемую государственными энергоснабжающими организациями, устанавливаются на уровне тарифов на электрическую энергию для промышленных и приравненных к ним потребителей с присоединенной мощностью до 750 кВт•А с применением повышающих коэффициентов, дифференцированных в зависимости от вида возобновляемых источников энергии, в первые десять лет со дня ввода в эксплуатацию установки по использованию возобновляемых источников энергии, если иное не установлено Президентом Республики Беларусь.

Последующие десять лет эксплуатации установок по использованию возобновляемых источников энергии приобретение энергии, производимой из возобновляемых источников энергии, осуществляется с применением установленных в соответствии с законодательством коэффициентов, стимулирующих использование возобновляемых источников энергии.

При вводе в эксплуатацию дополнительных установок по использованию возобновляемых источников энергии срок применения повышающих коэффициентов и коэффициентов, стимулирующих использование возобновляемых источников энергии, определяется в соответствии с частями второй и третьей настоящей статьи для каждой дополнительной установки.

При увеличении мощности установки по использованию возобновляемых источников энергии, введенной в эксплуатацию в результате расширения (реконструкции, модернизации), срок применения повышающих коэффициентов и коэффициентов, стимулирующих использование возобновляемых источников энергии, определяется в соответствии с частями второй и третьей настоящей статьи для величины прироста мощности.

Затраты на приобретение энергии, производимой из возобновляемых источников энергии, по тарифам, указанным в частях второй и третьей настоящей статьи, включаются государственными энергоснабжающими

организациями в себестоимость производства электрической энергии в порядке, установленном законодательством.

А согласно подпункту 1.5 пункта 1 постановления Министерства экономики Республики Беларусь от 30 июня 2011 г. № 100 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии, и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства экономики Республики Беларусь» применяются следующие коэффициенты при использовании энергии солнца:

- первые десять лет со дня ввода в эксплуатацию установок - 3;
- последующие десять лет эксплуатации установок - 0,85.

Принимаем ориентировочные затраты на кабельную и коммутационную продукцию необходимую для канализации энергии в государственные электрические сети до 10% от стоимости самой солнечной электростанции.

Вводной кабель на входном распределительном устройстве дома находится на балансе УП ЖКХ, т.е. государственной организации. Таким образом, к каждому многоквартирному жилому дому подводятся государственные электрические сети.

В соответствии с частью третьей статьи 11 Закона Республики Беларусь от 27 декабря 2010 г. «О возобновляемых источниках энергии» Министерство экономики Республики Беларусь принимает меры по гарантированному приобретению государственными энергоснабжающими организациями всей предложенной энергии, произведенной из возобновляемых источников энергии и поставляемой производителями энергии из возобновляемых источников энергии в государственные энергетические сети, а также ее оплате по тарифам в соответствии со статьей 20 настоящего Закона.

Следовательно, затраты на оборудование по подключению будут складываться из затрат на приобретение кабельной продукции, проложенной по конструкциям дома от инвертора к вводному распределительному устройству и от коммутационной аппаратуры к приборам учета отдаваемой энергии.

Руководствуясь таблицей 3.12 СНБ 2.04.02-2000, расчет окупаемости следует составлять из:

- общей годовой продолжительности солнечного сияния - 1758 часов для г. Минска;
- общей годовой продолжительности солнечного сияния – 1763 часа для г. Гродно;
- общей годовой продолжительности солнечного сияния – 1783 часа для г. Могилева.

Поскольку общая годовая продолжительность солнечного сияния по г. Минску самая минимальная - 1758 часов, ее необходимо взять за основу по проектируемым объектам.

Данные по выработке электрической энергии солнечной электростанции мощностью 25 кВт и сумме поступлений от продажи электрической энергии на основании постановления Министерства экономики Республики Беларусь от 30 июня 2011 г. № 100 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии, и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства экономики Республики Беларусь» устанавливающим повышающий коэффициент на электроэнергию, выработанную альтернативными источниками энергии с использованием солнца первые десять лет со дня ввода в эксплуатацию установок - коэффициент 3, последующие десять лет эксплуатации установок - коэффициент 0,85.

Расчет поступлений от реализации электрической энергии при выдаче в сеть за один год представлены в таблице 1.

Таблица 1

	Количество солнечных часов	Мощность станции, кВт	Количество выработанной энергии, кВт-ч	Цена за 1кВт-ч с НДС	Выручка от продажи в сеть, руб.	Курс доллара	Выручка от продажи в сеть, долл.
Январь	46	25	1150	4638	5333700	9400	567
Февраль	70	25	1750	4638	8116500	9400	863
Март	128	25	3200	4638	14841600	9400	1579
Апрель	176	25	4400	4638	20407200	9400	2170
Май	253	25	6325	4638	29335350	9400	3121
Июнь	262	25	6550	4638	30378900	9400	3232
Июль	258	25	6450	4638	29915100	9400	3182
Август	237	25	5925	4638	27480150	9400	2923
Сентябрь	166	25	4150	4638	19247700	9400	2047
Октябрь	99	25	2475	4638	11479050	9400	1221
Ноябрь	36	25	900	4638	4174200	9400	444
Декабрь	27	25	675	4638	3130650	9400	333
	1758		43950		183432900		21677

При стоимости 1 Вт установленной мощности 2,3 доллара США за оборудование электрической станции с учетом кабельной, коммутационной продукции и приборов учета цена электростанции не будет превышать 63250 долларов США без учета монтажных работ внутренних сетей ($2,3 * 1,1 * 25 = 63250$).

Стоимость солнечной электростанции в белорусских рублях составит – 594550000.

Срок возврата вложенных средств, при ежегодных поступлениях от реализованной энергии, составит менее трех лет:

$$63250/21677=2,92.$$

Отдельным вопросом следует разобрать целесообразность применения фотогальванических солнечных элементов для центрального отопления и горячего водоснабжения. Принципиально, с технической точки зрения, это возможно и решается довольно просто на существующей и широко распространенной элементной базе. В нашем проекте предусмотрена установка солнечных коллекторов для прямого нагрева воды, которые в состоянии производить нагрев воды свыше 90 градусов (температурный график система отопления до 90°C, ГВС = 60°C).

Рассмотрим экономическую составляющую.

Цена оборудования для прямого нагрева жидкости с помощью солнечного излучения не превышает 0,5 доллара США за 1 Вт, что в пять раз меньше цены установленной мощности солнечной электростанции, при этом КПД у солнечного коллектора с невысокими качественными характеристиками не менее 60%, что более чем в 3 раза превосходит КПД солнечных модулей, изготовленных на основе моно- и поликристаллического кремния. Путем несложных сравнительных вычислений, что несомненно, солнечные системы прямого нагрева жидкости в 15 раз экономически выгоднее двойного преобразования солнечной энергии в электрическую, а затем в тепловую.

Выводы.

С учетом изложенного видно, что в Республике Беларусь целесообразно и экономически выгодно:

- использовать солнечные электростанции для экономии топливно-энергетических ресурсов и уменьшения вредных выбросов в атмосферу, достигая энергоэффективности жилых зданий при их строительстве и эксплуатации;
- для установки солнечных батарей использовать элементы кровли и при соответствующем архитектурном оформлении фасада стены технического этажа;
- с целью уменьшения длины подводящих - отводящих кабелей и стоимости проекта производить электрические подключения в вводном распределительном устройстве жилых зданий.