# Министерство образования Российской Федерации

Орский Гуманитарно-технологический институт (филиал)

государственного образовательного учреждения

высшего профессионального образования

“Оренбургский государственный университет”.

Механико-технологический факультет

Кафедра “Энергообеспечение”.

## РЕФЕРАТ

по дисциплине: Нетрадиционные возобновляемые источники энергии

на тему: “СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА”

ОГТИ 101600

Руководитель:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Саблин В.В.

Исполнитель:

студент 3-го курса группы ЭО-31

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Бушуев А.Н.

г. Орск 2006 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1.ЭНЕРГИЯСОЛНЦА

2. ГЕЛИОУСТАНОВКИ НА ШИРОТЕ 60°

3. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

3.1. Фотоэлектрические преобразователи

3.1.1. Виды фотоэлектрических преобразователей

3.1.2. Расчет фотоэлектрической системы.

3.1.3. Немного об инверторах.

3.2. Гелиоэлектростанции.

3.2.1. Типы гелиоэлектростанций

3.3. Солнечный коллектор.

3.3.1. Коллектор из Норвегии.

3.3.2. Солнечный коллектор “Альтэн-1”

3.4. Химические преобразователи солнечной энергии

4. КОСМИЧЕСКИЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

4.1. Описание типовой космической электростанции

4.2. Маломасштабная космическая электростанция

4.3. Позволит ли экономика?

5.СОЛНЦЕМОБИЛЬ СЕГОДНЯ.

6.РОССИЯ, УКРАИНА И СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

6.1. Некоторые достижения России в этой области

6.1.1. Мобильная фотоэлектрическая станция

6.1.2. Портативная система солнечного электропитания

6.1.3. Солнечная система автономного освещения

6.1.4. Солнечная водоподъемная установка

6.1.5. Энергосберегающие вакуумные стеклопакеты

6.2. Солнечная энергия в Крыму

6.3. Крымская солнечная электростанция

7. НЕКОТОРЫЕ МИРОВЫЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

7.1. Солнечная кухня

7.2. Солнечная стена

7.3. Солнечные аксессуары

7.4. Солнечные стирлинги

7.5. Светильники на солнечных батареях

7.6. Опреснитель

7.7. Солнечная печь

7.8. Новый солнечный модуль

8.КАКОВ МИНУС ВО ВСЕМ ЭТОМ?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

# ВВЕДЕНИЕ

Сейчас, как никогда остро встал вопрос, о том, каким будет будущее планеты в энергетическом плане. Что ждет человечество - энергетический голод или энергетическое изобилие? В газетах и различных журналах все чаще и чаще встречаются статьи об энергетическом кризисе. Из-за нефти возникают войны, расцветают и беднеют государства, сменяются правительства. К разряду газетных сенсаций стали относить сообщения о запуске новых установок или о новых изобретениях в области энергетики. Разрабатываются гигантские энергетические программы, осуществление которых потребует громадных усилий и огромных материальных затрат. Если в конце прошлого века энергия играла, в общем, вспомогательную и незначительную в мировом балансе роль, то уже в 1930 году в мире было произведено около 300 миллиардов киловатт-часов электроэнергии. Вполне реален прогноз, по которому в 2000 году будет произведено 30 тысяч миллиардов киловатт-часов! Гигантские цифры, огромные темпы роста! И все равно энергии будет мало - потребности в ней растут еще быстрее. Уровень материальной, а в конечном счете и духовной культуры людей находится в прямой зависимости от количества энергии, имеющейся в их распоряжении. Чтобы добыть руду, выплавить из нее металл, построить дом, сделать любую вещь, нужно израсходовать энергию. А потребности человека все время растут, да и людей становится все больше. Так за чем же остановка? Ученые и изобретатели уже давно разработали многочисленные способы производства энергии, в первую очередь электрической. Давайте тогда строить все больше и больше электростанций, и энергии будет столько, сколько понадобится! Такое, казалось бы, очевидное решение сложной задачи, оказывается, таит в себе немало подводных камней. Неумолимые законы природы утверждают, что получить энергию, пригодную для использования, можно только за счет ее преобразований из других форм. Вечные двигатели, якобы производящие энергию и ниоткуда ее не берущие, к сожалению, невозможны. А структура мирового энергохозяйства к сегодняшнему дню сложилась таким образом, что четыре из каждых пяти произведенных киловатт получаются в принципе тем же способом, которым пользовался первобытный человек для согревания, то есть при сжигании топлива, или при использовании запасенной в нем химической энергии, преобразовании ее в электрическую на тепловых электростанциях. Правда, способы сжигания топлива стали намного сложнее и совершеннее. Возросшие требования к защите окружающей среды потребовали нового подхода к энергетике. В разработке Энергетической программы приняли участие виднейшие ученые и специалисты различных сфер. С помощью новейших математических моделей электронно-вычислительные машины рассчитали несколько сотен вариантов структуры будущего энергетического баланса. Были найдены принципиальные решения, определившие стратегию развития энергетики на грядущие десятилетия. Хотя в основе энергетики ближайшего будущего по-прежнему останется теплоэнергетика на не возобновляемых ресурсах, структура ее изменится. Должно сократиться использование нефти. Существенно возрастет производство электроэнергии на атомных электростанциях. Начнется использование пока еще не тронутых гигантских запасов дешевых углей, например, в Кузнецком, Канско-Ачинском, Экибаcтузском бассейнах. Широко будет применяться природный газ ( запасы которого в стране намного превосходят запасы в других странах).

Энергетическая программа - основа техники и экономики в канун 21 века. Но ученые заглядывают и вперед, за пределы сроков, установленных Энергетической программой. На пороге 21 века, и они трезво отдают себе отсчет в реальностях третьего тысячелетия. К сожалению, запасы нефти, газа, угля отнюдь не бесконечны. Природе, чтобы создать эти запасы, потребовались миллионы лет, израсходованы они будут за сотни . Сегодня в мире стали всерьез задумываться над тем, как не допустить хищнического разграбления земных богатств. Ведь лишь при этом условии запасов топлива может хватить на века. К сожалению, многие нефтедобывающие страны живут сегодняшним днем. Они нещадно расходуют подаренные им природой нефтяные запасы. Сейчас многие из этих стран, особенно в районе Персидского залива, буквально купаются в деньгах, не задумываясь, что через несколько десятков лет эти запасы иссякнут. Что же произойдет тогда, а это рано или поздно случится, когда месторождения нефти и газа будут исчерпаны? Вероятность скорого истощения мировых запасов топлива, а также ухудшение экологической ситуации в мире, (переработка нефти и довольно частые аварии во время ее транспортировки представляют реальную угрозу для окружающей среды) заставили задуматься о других видах топлива, способных заменить нефть и газ. Сейчас в мире все больше ученых инженеров занимаются поисками новых, нетрадиционных источников которые могли бы взять на себя хотя бы часть забот по снабжению человечества энергией.

Отрасли энергетики разнообразны и их можно так охарактеризовать по видам используемых энергоносителей: **ядерная, угольная, газовая, мазутная, гидро, ветро, геотермальная, биомассовая, волновая и приливная, градиент-температурная, солнечная.**

Мы можем сопоставлять эти отрасли по нескольким показателям: экономическим, экологическим, ресурсным, а также по показателям безопасности и некоторым другим. Исходя из этого сравнения, можно прийти к выводу, что солнечная энергетика, как долгосрочная перспектива, имеет одно из первостепенных значений.

Оценки прямых социальных затрат, связанных с вредным воздействием традиционных электростанций, включая болезни и снижение продолжительности жизни людей, оплату медицинского обслуживания, потери на производстве, снижение урожая, восстановление лесов и ремонт зданий в результате загрязнения воздуха, воды и почвы, дают величину, добавляющую около 75% к уже имеющимся мировым (!) ценам на топливо и энергию. По существу, это затраты всего общества - "экологический налог", который уже, неявно и очень давно, платят граждане своим здоровьем и личными тратами за несовершенство энергетических установок, и этот "налог" наконец должен быть осознан всеми людьми.  
Солнечная же энергия, реально поступающая за три дня на территорию России, превышает энергию всей годовой выработки электроэнергии в нашей стране.  Кроме того, солнечная энергетика имеет себе мало равных по экологичности и ресурсной базе.

Убытки от одного Чернобыля оцениваются в 100-200 млрд. долларов, при этом пострадала не только Россия, но и десятки других стран.

Вероятность таких "чернобылей" всегда возможна в атомной энергетике.  
Между тем, людям уже сегодня нужны чистые, дешёвые и безопасные источники энергии. Нобелевский лауреат в области физики полупроводников академик Ж.И. Алфёров лет 15 назад на годичном Общем собрании Академии Наук СССР сообщил, что если бы на развитие альтернативных источников энергии было затрачено только 15 % средств, брошенных на развитие атомной энергетики, то АЭС для производства электроэнергии в СССР вообще не понадобились бы.

Таким образом, использование солнечной энергии является одним из весьма перспективных направлений энергетики. Экологичность, возобновимость ресурсов, отсутствие затрат на капремонт фотомодулей как минимум в течение первых 30 лет эксплуатации, в перспективе - снижение стоимости относительно традиционных методов получения электроэнергии - всё это является положительными сторонами солнечной энергетики.

# 1.ЭНЕРГИЯСОЛНЦА

Проблема освоения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии становится все более актуальной. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии включают солнечную, ветровую, геотермальную энергию, биомассу и энергию Мирового океана.

Двести лет назад человечество помимо энергии самого человека и животных располагало только тремя видами энергии. Источником их было Солнце. Энергия ветра вращала крылья ветряных мельниц, на которых мололи зерно. Для использования энергии воды необходимо было, чтобы вода бежала вниз к морю от расположенного выше истока, где река наполняется за счет выпадающих дождей.

В последнее десятилетие интерес к этим источникам энергии постоянно возрастает, поскольку во многих отношениях они неограниченны. По мере того как поставки топлива становятся менее надежными и более дорогостоящими, эти источники становятся все более привлекательными и более экономичными. Повышение цен на нефть и газ послужило главной причиной того, что человек вновь обратил свое внимание на воду, ветер и Солнце.

В последнее время интерес к проблеме использования солнечной энергии резко возрос, и хотя этот источник также относится к возобновляемым, внимание, удивляемое ему во всем мире, заставляет рассмотреть его возможности отдельно. Потенциальные возможности энергетики, основанной на применении непосредственно солнечного излучения, чрезвычайно велики.

Использование всего 0,0005% энергии Солнца могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а 0,5% - полностью покрыть потребности на перспективу.

Солнечная энергия - кинетическая энергия излучения (в основном света), образующаяся в результате реакций в недрах Солнца. Поскольку ее запасы практически неистощимы (астрономы подсчитали, что Солнце будет «гореть» еще несколько миллионов лет), ее относят к возобновляемым энергоресурсам. В естественных экосистемах лишь небольшая часть солнечной энергии поглощается хлорофиллом, содержащимся в листьях растений, и используется для фотосинтеза, т. е. образования органического вещества из углекислого газа и воды. Таким образом, она улавливается и запасается в виде потенциальной энергии органических веществ. За счет их разложения удовлетворяются энергетические потребности всех остальных компонентов экосистем.

Подсчитано, что небольшого процента солнечной энергии вполне достаточно для обеспечения нужд транспорта, промышленности и нашего быта не только сейчас, но и в обозримом будущем. Более того, независимо от того, будем мы ее использовать или нет, на энергетическом балансе Земли и состоянии биосферы это никак не отразится.

Однако солнечная энергия падает на всю поверхность Земли, нигде не достигая особой интенсивности. Потому ее нужно уловить на сравнительно большой площади, сконцентрировать и превратить в такую форму, которую можно использовать для промышленных, бытовых и транспортных нужд. Кроме того, надо уметь запасать солнечную энергию, чтобы поддерживать энергоснабжение и ночью, и в пасмурные дни. Перечисленные трудности и затраты, необходимые для их преодоления, привели к мнению о непрактичности этого энергоресурса, по крайней мере сегодня. Однако во многих случаях проблема преувеличивается. Главное - использовать солнечную энергию так, чтобы ее стоимость была минимальна или вообще равнялась нулю. По мере совершенствования технологий и удорожания традиционных энергоресурсов эта энергия будет находить все новые области применения.

Световое излучение можно улавливать непосредственно, когда оно достигает Земли. Это называется прямым использованием солнечной энергии. Кроме того, она обеспечивает круговорот воды, циркуляцию воздуха и накопление органического вещества в биосфере. Значит, обращаясь к этим энергоресурсам, мы, по сути, занимаемся непрямым использованием солнечной энергии.

Первые попытки использования солнечной энергии на коммерческой основе относятся к 80-м годам ХХ столетия. Крупнейших успехов в этой области добилась фирма Loose industries (США). В 1989г. ею введена в эксплуатацию солнечно-газовая станция мощностью 80 МВт. В Калифорнии в 1994г. введено еще 480 МВт электрической мощности, причем стоимость 1 кВт/ч энергии - 7-8 центов. Это ниже, чем на традиционных станциях. Электростанция в Калифорнии продемонстрировала, что газ и Солнце как основное источники ближайшего будущего способны эффективно дополнять друг друга. В ночное время и зимой энергию дает газ, а летом и в дневное время - Солнце. Эффективный солнечный водонагреватель был изобретен в 1909г.

После второй мировой войны рынок захватили газовые и электрические водонагреватели благодаря доступности природного газа и дешевизне электричества.

Солнце - источник энергии очень большой мощности. Всего 22 дня солнечного сияния по суммарной мощности, приходящей на Землю, равны всем запасам органического топлива на планете.

На практике солнечная радиация может быть преобразована в электроэнергию непосредственно или косвенно. Косвенное преобразование может быть осуществлено путем концентрации радиации с помощью следящих зеркал для превращения воды в пар и последующего использования пара для генерирования электричества обычными способами. Такая система может работать только при прямом освещении солнечными лучами.

Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую может быть осуществлено с использованием фотоэлектрического эффекта. Элементы, изготовленные из специального полупроводникового материала, например силикона, при прямом солнечном облучении обнаруживают разность в вольтаже на поверхности, т.е. наличие электрического тока.

Предложен метод использования солнечной энергии без использования системы аккумуляторов, основанный на преобразовании разницы температур на поверхности и в глубине океана в электрическую энергию.

Американские эксперты считают многообещающей солнечную термоэнергию, для производства которой используются солнечные рефлекторы, собирающие и концентрирующие тепло и свет, при посредстве которых нагревается вода. Например, в России, на Ковровском механическом заводе (г. Жуковск), выпускают солнечные тепловые коллекторы для подогрева воды производительностью до 100 тыс. м3 в год.

Стоимость солнечных батарей быстро уменьшается (в 1970 г. 1кВт.ч электроэнергии, вырабатываемой с их помощью стоил 60 долларов, в 1980 г.-1 доллар, сейчас - 20-30 центов). Благодаря этому спрос на солнечные батареи растет на 25% в год, ежегодный объем их продажи превышает (по мощности) 40 МВт. КПД солнечных батарей, достигавший в середине 1970-х гг. в лабораторных условиях 18%, составляет в настоящее время 28,5% для элементов из кристаллического кремния и 35% - из двухслойных пластин из арсенида галлия и антипода галлия. Разработаны многообещающие элементы из тонкопленочных (1-2 мкм) полупроводниковых материалов: хотя их КПД низок (не выше 16% даже в лабораторных условиях), стоимость очень мала (не более 10% стоимости современных солнечных батарей).

Солнечная энергия может быть использована для теплоснабжения (горячего водоснабжения, отопления), сушки различных продуктов и материалов, в сельском хозяйстве, в технологических процессах в промышленности.

Солнечное теплоснабжение получило развитие во многих зарубежных странах. Большинство установок солнечного теплоснабжения оборудовано солнечным коллектором. Только в США эксплуатируются солнечные коллекторы площадь 10 млн. м, что обеспечивает годовую экономию топлива до 1,5 млн. т.



Представляется, что прямое преобразование солнечной энергии станет краеугольным камнем энергической системы. Хотя в настоящее время фотогальванические солнечные системы малоэффективны и получаемая на них энергия в 4 раза дороже гелиотермической, но они тем не менее используются во многих отдаленных районах. Вполне вероятно, что стоимость электроэнергии, получаемой этим способом, быстро снизится. В ближайшее время могут появиться системы с КПД, приближающимся к 20%, а к концу текущего десятилетия ученые надеются довести стоимость 1 кВт. ч электроэнергии до 10 центов.

Энергия Солнца, как полагают эксперты, - квинтэссенция энергетики, поскольку фотоэлектрические установки не оказывают воздействия на природную среду, бесшумны, не имеют движущихся частей, требуют минимального обслуживания, не нуждаются в воде. Их можно монтировать в отдаленных или засушливых районах, мощность таких установок составляет от нескольких ватт (портативные модули для средства связи и измерительных приборов) до многих мегаватт (площадь несколько миллионов квадратных метров).

Технически концентрацию солнечного излучения можно осуществить с помощью различных оптических элементов - зеркал, линз, световодов и др. Основным энергетическим показателем концентратора солнечного излучения является коэффициент концентрации, который определяется как отношение средней плотности сконцентрированного излучения к плотности лучевого потока, который падает на отражающую поверхность при условии точной ориентации на Солнце.

Национальная безопасность любого государства связана с его устойчивым развитием, основой которого является надежное энергообеспечение. Поэтому ученые всего мира работают над разными энергопроектами, изучают возможные энергетические источники, основываясь на их сравнении с нефтью, природным газом и углем, т.е. с невозобновляемыми ресурсами. Их доля в энергообеспечение населения Земли в настоящее время составляет соответственно 37,5- 38,0; 24,5 и 25,5%.

Доля же возобновляемых источников (Солнца, ветра, воды) пока незначительна. В настоящее время ежегодный прирост мировых запасов нефти за счет вновь открываемых месторождений составляет 0,8%, а ежегодный расход - 2%. Тогда нефти хватит до 2007г., а затем наступит энергетический кризис, который негативно отразится н судьбе каждого человека.

Поиски экологически чистых возобновляемых локальных источников энергии, а также новых способов ее передачи не менее актуальны. Известен важный с этой точки зрения аргумент в пользу солнечной энергетики - катастрофически увеличивающийся парниковый эффект. Международное сообщество пришло к единому мнению: главный виновник парникового эффекта - увеличение содержания углекислого газа в атмосфере, что является следствием сжигания углеродного топлива.

Наиболее экономичная возможность использования солнечной энергии - направлять ее на получение вторичных видов энергии в солнечных районах земного шара. Полученное жидкое или газообразное топливо можно будет перекачивать по трубопроводам или перевозить танкерами в другие районы.

Много бедствий в районах газоносных месторождений связано с выбросами сероводорода или продуктов его переработки в атмосферу. Сероводород считается вредной примесью. Сейчас в промышленности сероводород окисляют кислородом воздуха по методу Клауса и получают при этом серу, а водород связывается с кислородом. Для очистки попутного нефтяного газа от сероводорода нами были исследованы свойства алюмосиликатов. Изучено влияние солнечного излучения на пористость и адсорбционные свойства сорбентов. Адсорбент облучали на опытной гелиоустановке с различной длительностью. Установлено, что воздействие концентрированным солнечным излучением при коэффициенте концентрации лучей К=200 приводит к суммарному увеличению пор.

Использование любого вида энергии и производство электроэнергии сопровождаются образованием многих загрязнителей воды и воздуха. И если верно, что любой вид человеческой деятельности неизбежно оказывает вредное воздействие на природу, то степень этого вреда различна. Мы не можем не влиять на среду, в которой живем, поскольку для поддержания жизненных процессов необходимо поглощать и использовать энергию.

Перспективы солнечной энергетики. Использования солнечной энергии может быть полезно в нескольких отношениях. Во-первых, при замене ею ископаемого топлива уменьшается загрязнение воздуха и воды. Во-вторых, замена ископаемого топлива означает сокращение импорта топлива, особенно нефти. В-третьих, заменяя атомное топливо, мы снижаем угрозу распространения атомного оружия. Наконец, солнечные источники могут обеспечить нам некоторую защиту, уменьшая нашу зависимость от бесперебойного снабжения топливам. Несомненно, некоторый ущерб окружающей среде может наноситься также добычей руды, изготовлением аккумуляторных батарей и гораздо большим количеством проводов и линий передачи, необходимых для сбора электроэнергии от многочисленных ее источников. Но в целом, если учесть все затраты на охрану среды, они окажутся очень малыми.

Обзор различных альтернативных источников энергии показывает, что на пороге широкомасштабного промышленного внедрения находятся ветротурбины и солнечные батареи. Если добавить к этому энергосбережение, есть надежда решить встающие энергетические проблемы, таким образом, строительство новых атомных и тепловых электростанций вовсе не обязательно. Что же касается отдаленного будущего, то в первую очередь следует разрабатывать системы запасания энергии, вырабатываемой солнечными и ветровыми станциями.

С точки зрения окружающей среды и устойчивого развития эти альтернативные источники электричества вполне надежны.

За альтернативными источниками энергии стоит наше будущее. Необходимо объединить усилия для борьбы за чистую планету, чистый воздух, чистую воду!

# 2. ГЕЛИОУСТАНОВКИ НА ШИРОТЕ 60°

Одним из лидеров практического использования энергии Солнца стала Швейцария. Здесь построено примерно 2600 гелиоустановок на кремниевых фото-преобразователях мощностью от 1 до 1000 кВт и солнечных коллекторных устройств для получения тепловой энергии. Программа, получившая наименование «Солар-91» и осуществляемая под лозунгом «За энергонезависимую Швейцарию!», вносит заметный вклад в решение экологических проблем и энергетическую независимость страны импортирующей сегодня более 70 процентов энергии.

Программа «Солар-91» осуществляется практически без поддержки государственного бюджета, в основном, за счет добровольных усилий и средств отдельных граждан, предпринимателей и муниципалитетов. К 2000-му году она предусматривает довести количество гелиоустановок до 3000. Гелиоустановку на кремниевых фотопреобразователях, чаще всего мощностью 2-3 кВт, монтируют на крышах и фасадах зданий. Она занимает примерно 20-30 квадратных метров. Такая установка вырабатывает в год в среднем 2000 кВт/ч электроэнергии, что достаточно для обеспечения бытовых нужд среднего швейцарского дома и зарядки бортовых аккумуляторов электромобиля. Дневной избыток энергии в летнюю пору направляют в электрическую сеть общего пользования. Зимой же, особенно в ночные часы, энергия может быть бесплатно возвращена владельцу гелиоустановки.

Крупные фирмы монтируют на крышах производственных корпусов гелиостанций мощностью до 300 кВт. Одна такая станция может покрыть потребности предприятия в энергии на 50-70%.

В районах альпийского высокогорья, где нерентабельно прокладывать линии электропередач, строятся автономные гелиоустановки с аккумуляторами.

Опыт эксплуатации свидетельствует, что Солнце уже в состоянии обеспечить энергопотребности, по меньшей мере, всех жилых зданий в стране. Гелиоустановки, располагаясь на крышах и стенах зданий, на шумозащитных ограждениях автодорог, на транспортных и промышленных сооружениях не требуют для размещения дорогостоящей сельскохозяйственной или городской территории.

Автономная солнечная установка у поселка Гримзель дает электроэнергию для круглосуточного освещения автодорожного тоннеля. Вблизи города Шур солнечные панели, смонтированные на 700-метровом участке шумозащитного ограждения, ежегодно дают 100 кВт электроэнергии. Солнечные панели мощностью 320 кВт, установленные по заказу фирмы Biral на крыше ее производственного корпуса в Мюнзингене, почти полностью покрывают технологические потребности предприятия в тепле и электроэнергии.

Современная концепция использования солнечной энергии наиболее полно выражена при строительстве корпусов завода оконного стекла в Арисдорфе, где солнечным панелям общей мощностью 50 кВт еще при проектировании была отведена дополнительная роль элементов перекрытия и оформления фасада.

КПД кремниевых фотопреобразователей при сильном нагреве заметно снижается и, поэтому, под солнечными панелями проложены вентиляционные трубопроводы для прокачки наружного воздуха. Нагретый воздух работает как теплоноситель коллекторных устройств. Темно-синие, искрящиеся на солнце фотопреобразователи на южном и западном фасадах административного корпуса, отдавая в сеть 9 кВт электроэнергии, выполняют роль декоративной облицовки .

# 3. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Гелиоэнергетика (гелио... [греч. Helios - солнце] - первая составная часть сложных слов, означающая: относящийся к солнцу или солнечным лучам) развивается быстрыми темпами в самых разных направлениях. Солнечными батареями в просторечии называют и электрические и нагревательные устройства. Следует подчеркнуть разницу между элементами.

Различают три основных преобразователя солнечной энергии в электрическую:

1. ***Фотоэлектрические преобразователи- ФЭП***- полу-проводниковые устройства, прямо преобразующие солнечную энергию в электричество. Несколько объединённых ФЭП называются солнечной батареей (СБ).
2. ***Гелиоэлектростанции (ГЕЭС)-*** солнечные установки, использующие высококонцентрированное солнечное излучение в качестве энергии для приведения в действие тепловых и др. машин (паровой, газотурбинной, термоэлектрической и др.).
3. ***Солнечные коллекторы (СК)-*** солнечные нагревательные низкотемпературные установки.

Подробнее разберем каждый из этих преобразователей, обратя внимание на малоиспользуемый вид преобразователей солнечной энергии- химические преобразователи.

## 3.1. Фотоэлектрические преобразователи

### 3.1.1. Виды фотоэлектрических преобразователей

Наиболее эффективными с энергетической точки зрения устройствами для превращения солнечной энергии в электрическую (т.к. это прямой, одноступенчатый переход энергии) являются полупроводниковые фотоэлектрические преобразователи (ФЭП). При характерной для ФЭП равновесной температуре порядка 300-350 Кельвинов и Т солнца ~ 6000 К их предельный теоретический КПД >90 % . Это означает, что, в результате оптимизации структуры и параметров преобразователя, направленной на снижение необратимых потерь энергии, вполне реально удастся поднять практический КПД до 50% и более ( в лабораториях уже достигнут КПД 40%).

Теоретические исследования и практические разработки, в области фотоэлектрического преобразования солнечной энергии подтвердили возможность реализации столь высоких значений КПД с ФЭП и определили основные пути достижения этой цели.

Преобразование энергии в ФЭП основано на фотовольтаическом эффекте, который возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения. Неоднородность структуры ФЭП может быть получена легированием одного и того же полупроводника различными примесями (создание p - n-переходов) или путём соединения различных полупроводников с неодинаковой шириной запрещённой зоны-энергии отрыва электрона из атома (создание гетеропереходов), или же за счёт изменения химического состава полупроводника, приводящего к появлению градиента ширины запрещённой зоны (создание варизонных структур ). Возможны также различные комбинации перечисленных способов. Эффективность преобразования зависит от электрофизических характеристик неоднородной полупроводниковой структуры, а также оптических свойств ФЭП , среди которых наиболее важную роль играет фотопроводимость , обусловленная явлениями внутреннего фотоэффекта в полупроводниках при облучении их солнечным светом. Принцип работы ФЭП можно пояснить на примере преобразователей с p-n- переходом, которые широко применяются в современной солнечной и космической энергетике. Электронно-дырочный переход создаётся путём легирования пластинки монокристаллического полупроводникового материала с определённым типом проводимости (т.е. или p- или n- типа) примесью, обеспечивающей создание поверхностного слоя с проводимостью противоположного типа. Концентрация легирующей примеси в этом слое должна быть значительно выше, чем концентрация примеси в базовом (первоначальном монокристалле) материале, чтобы нейтрализовать имеющиеся там основные свободные носители заряда и создать проводимость противоположного знака. У границы n-и p- слоёв в результате перетечки зарядов образуются обеднённые зоны с нескомпенсированным объёмным положительным зарядом в n-слое и объёмным отрицательным зарядом в p-слое. Эти зоны в совокупности и образуют p-n-переход. Возникший на переходе потенциальный барьер (контактная разность потенциалов) препятствует прохождению основных носителей заряда, т.е. электронов со стороны p-слоя, но беспрепятственно пропускают неосновные носители в противоположных направлениях. Это свойство p-n-переходов и определяет возможность получения фото-ЭДС при облучении ФЭП солнечным светом. Созданные светом в обоих слоях ФЭП неравновесные носители заряда (электронно-дырочные пары ) разделяются на p-n-переходе: неосновные носители (т.е.электроны) свободно проходят через переход , а основные (дырки) задерживаются. Таким образом, под действием солнечного излучения через p-n-переход в обоих направлениях будет протекать ток неравновесных неосновных носителей заряда- фотоэлектронов и фотодырок, что как раз и нужно для работы ФЭП. Если теперь замкнуть внешнюю цепь, то электроны из n-слоя, совершив работу на нагрузке, будут возвращаться в p-слой и там рекомбинировать (объединяться) с дырками, движущимися внутри ФЭП в противоположном направлении. Для сбора и отвода электронов во внешнюю цепь на поверхности полупроводниковой структуры ФЭП имеется контактная система. На передней, освещённой поверхности преобразователя контакты выполняются в виде сетки или гребёнки, а на тыльной могут быть сплошными. Основные необратимые потери энергии в ФЭП связаны с:

* отражением солнечного излучения от поверхности преобразователя,
* прохождением части излучения через ФЭП без поглощения в нём,
* рассеянием на тепловых колебаниях решётки избыточной энергии фотонов,
* рекомбинацией образовавшихся фотопар на поверхностях и в объёме ФЭП,
* внутренним сопротивлением преобразователя,
* и некоторыми другими физическими процессами.

Для уменьшения всех видов потерь энергии в ФЭП разрабатываются и успешно применяется различные мероприятия. К их числу относятся:

* + использование полупроводников с оптимальной для солнечного излучения шириной запрещённой зоны;
  + направленное улучшение свойств полупроводниковой структуры путём её оптимального легирования и создания встроенных электрических полей;
  + переход от гомогенных к гетерогенным и варизонным полупроводниковым структурам;
  + оптимизация конструктивных параметров ФЭП (глубины залегания p-n-перехода, толщины базового слоя, частоты контактной сетки и др.);
  + применение многофункциональных оптических покрытий, обеспечивающих просветление, терморегулирование и защиту ФЭП от космической радиации;
  + разработка ФЭП, прозрачных в длинноволновой области солнечного спектра за краем основной полосы поглощения;
  + создание каскадных ФЭП из специально подобранных по ширине запрещённой зоны полупроводников, позволяющих преобразовывать в каждом каскаде излучение, прошедшее через предыдущий каскад, и пр.;

Также существенного повышения КПД ФЭП удалось добиться за счёт создания преобразователей с двухсторонней чувствительностью (до +80 % к уже имеющемуся КПД одной стороны), применения люминесцентно переизлучающих структур, предварительного разложения солнечного спектра на две или более спектральные области с помощью многослойных плёночных светоделителей (дихроичных зеркал) с последующим преобразованием каждого участка спектра отдельным ФЭП и т.д.5

В системах преобразования энергии СЭС (солнечных электростанций) в принципе могут быть использованы любые созданные и разрабатываемые в настоящее время типы ФЭП различной структуры на базе разнообразных полупроводниковых материалов, однако не все они удовлетворяют комплексу требований к этим системам:

* + - * высокая надёжность при длительном (десятки лет!) ресурсе работы;
      * доступность исходных материалов в достаточном для изготовления элементов системы преобразования количестве и возможность организации их массового производства;
      * приемлемые с точки зрения сроков окупаемости энергозатраты на создание системы преобразования;
      * минимальные расходы энергии и массы, связанные с управлением системой преобразования и передачи энергии (космос),включая ориентацию и стабилизацию станции в целом;
      * удобство техобслуживания.

Так, например, некоторые перспективные материалы трудно получить в необходимых для создания СЭС количествах из-за ограниченности природных запасов исходного сырья и сложности его переработки. Отдельные методы улучшения энергетических и эксплутационных характеристик ФЭП, например, за счёт создания сложных структур, плохо совместимы с возможностями организации их массового производства при низкой стоимости и т.д. Высокая производительность может быть достигнута лишь при организации полностью автоматизированного производства ФЭП, например на основе ленточной технологии, и создании развитой сети специализированных предприятий соответствующего профиля, т.е. фактически целой отрасли промышленности, соизмеримой по масштабам с современной радиоэлектронной промышленностью. Изготовление солнечных элементов и сборка солнечных батарей на автоматизированных линиях обеспечит снижение себестоимости модуля батареи в 2-2,5 раза.  
В качестве наиболее вероятных материалов для фотоэлектрических систем преобразования солнечной энергии СЭС в настоящее время рассматривается кремний и арсенид галлия (GaAs), причём в последнем случае речь идёт о гетерофотопреобразователях (ГФП) со структурой AlGaAs-GaAs.

 ФЭП (фотоэлектрические преобразователи) на основе соединения мышьяка с галлием (GaAs), как известно, имеют более высокий, чем кремниевые ФЭП, теоретический КПД, так как ширина запрещённой зоны у них практически совпадает с оптимальной шириной запрещённой зоны для полупроводниковых преобразователей солнечной энергии =1,4 эВ. У кремниевых этот показатель =1,1 эВ.

Вследствие более высокого уровня поглощения солнечного излучения, определяемого прямыми оптическими переходами в GaAs, высокие КПД ФЭП на их основе могут быть получены при значительно меньшей по сравнению с кремнием толщине ФЭП. Принципиально достаточно иметь толщину ГФП 5-6 мкм для получения КПД порядка не менее 20 %, тогда как толщина кремниевых элементов не может быть менее 50-100мкм без заметного снижения их КПД. Это обстоятельство позволяет рассчитывать на создание лёгких плёночных ГФП, для производства которых потребуется сравнительно мало исходного материала, особенно если в качестве подложки удастся использовать не GaAs ,а другой материал, например синтетический сапфир (Al2 O3).

ГФП обладают также более благоприятными с точки зрения требований к преобразователям СЭС эксплутационными характеристиками по сравнению с кремниевыми ФЭП. Так, в частности, возможность достижения малых начальных значений обратных токов насыщения в p-n-переходах благодаря большой ширине запрещённой зоны позволяет свести к минимуму величину отрицательных температурных градиентов КПД и оптимальной мощности ГФП и , кроме того, существенно расширять область линейной зависимости последней от плотности светового потока. Экспериментальные зависимости КПД ГФП от температуры говорят о том, что повышение равновесной температуры последних до 150-180 °С не приводит к существенному снижению их КПД и оптимальной удельной мощности. В то же время для кремниевых ФЭП повышение температуры выше 60-70 °С является почти критическим - КПД падает вдвое.

Благодаря устойчивости к высоким температурам арсенид-галлиевые ФЭП позволяют применять к ним концентраторы солнечного излучения. Рабочая температура ГФП на GaAs доходит до 180 °С, что уже является вполне рабочими температурами и для тепловых двигателей, паротурбин. Таким образом, к 30-процентному собственному КПД арсенид-галлиевых ГФП (при 150°C) можно прибавить КПД теплового двигателя, использующего сбросовое тепло охлаждающей фотоэлементы жидкости. Поэтому общий КПД установки, которая к тому же использует и третий цикл отбора низкотемпературного тепла у охлаждающей жидкости после турбины на обогрев помещений - может быть даже выше 50-60 %.

Также ГФП на основе GaAs в значительно меньшей степени, чем кремниевые ФЭП, подвержены разрушению потоками протонов и электронов высоких энергий вследствие высокого уровня поглощения света в GaAs, а также малых требуемых значений времени жизни и диффузионной длины неосновных носителей. Более того, эксперименты показали, что значительная часть радиационных дефектов в ГФП на основе GaAs исчезает после их термообработки ( отжига) при температуре как раз порядка 150-180 °С. Если ГФП из GaAs будут постоянно работать при температуре порядка 150 °С, то степень радиационной деградации их КПД будет относительно небольшой на протяжении всего срока активного функционирования станций ( особенно это касается космических солнечных энергоустановок, для которых важен малые вес и размер ФЭП и высокий КПД).

В целом можно заключить, что энергетические, массовые и эксплутационные характеристики ГФП на основе GaAs в большей степени соответствуют требованиям СЭС и СКЭС (космич.), чем характеристики кремниевых ФЭП. Однако кремний является значительно более доступным и освоенным в производстве материалом, чем арсенид галлия. Кремний широко распространён в природе, и запасы исходного сырья для создания ФЭП на его основе практически неограниченны. Технология изготовления кремниевых ФЭП хорошо отработана и непрерывно совершенствуется. Существует реальная перспектива снижения стоимости кремниевых ФЭП на один - два порядка при внедрении новых автоматизированных методов производства, позволяющих в частности, получать кремниевые ленты , солнечные элементы большой площади и т.п.

Цены на кремниевые фотоэлектрические батареи снизились за 25 лет в 20-30 раз с 70-100 долл/ватт в семидесятых годах вплоть до 3,5 долл/ватт в 2000 г. и продолжают снижаться далее. На Западе ожидается переворот в энергетике в момент перехода цены 3-долларового рубежа. По некоторым расчётам, это может произойти уже в 2002 г., а для России с нынешними энерготарифами этот момент наступит при цене 1 ватта СБ 0,3-0,5 доллара, то есть, при на порядок более низкой цене. Тут играют роль вместе взятые: тарифы, климат, географические широты, способности государства к реальному ценообразованию и долгосрочным инвестициям. В реально действующих структурах с гетеропереходами КПД достигает на сегодняшний день более 30% , а в однородных полупроводниках типа монокристаллического кремния - до 18%. Среднее значение КПД в солнечных батареях на монокристаллическом кремнии сегодня около 12%, хотя достигает и 18%. Именно, в основном, кремниевые СБ можно видеть сегодня на крышах домов разных стран мира.

В отличие от кремния галлий является весьма дефицитным материалом, что ограничивает возможности производства ГФП на основе GaAs в количествах, необходимых для широкого внедрения.

Галлий добывается в основном из бокситов , однако рассматривается также возможность его получения из угольной золы и морской воды. Самые большие запасы галлия содержатся в морской воде, однако его концентрация там весьма невелика, выход при извлечении оценивается величиной всего в 1% и, следовательно, затраты на производство будут, вероятно, чрезмерно большими. Технология производства ГФП на основе GaAs с использованием методов жидкостной и газовой эпитаксии (ориентированного роста одного монокристалла на поверхности другого {на подложке} ), не развита ещё до такой степени, как технология производства кремниевых ФЭП и в результате этого стоимость ГФП сейчас существенно выше (на порядки) стоимости ФЭП из кремния .

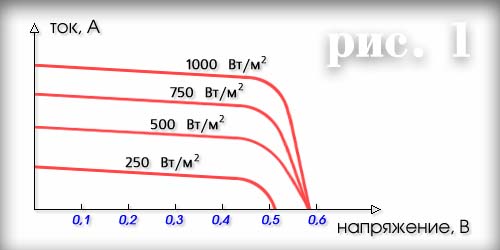
В космических аппаратах, где основным источником тока являются солнечные батареи и где очень важны понятные соотношения массы, размера

и КПД, главным материалом для солн. батарей, конечно, является арсенид галлия. Очень важна для космических СЭС способность этого соединения в ФЭП не терять КПД при нагревании концентрированным в 3-5 раз солнечным излучением, что соответственно, снижает потребности в дефицитном галлии. Дополнительный резерв экономии галлия связан с использованием в качестве подложки ГФП не GaAs, а синтетического сапфира (Al2O3).Стоимость ГФП при их массовом производстве на базе усовершенствованной технологии будет, вероятно, также значительно снижена, и в целом стоимость системы преобразования системы преобразования энергии СЭС на основе ГФП из GaAs может оказаться вполне соизмеримой со стоимостью системы на основе кремния. Таким образом, в настоящее время трудно до конца отдать явное предпочтение одному из двух рассмотренных полупроводниковых материалов- кремнию или арсениду галлия, и лишь дальнейшее развитие технологии их производства покажет, какой вариант окажется более рационален для наземной и космической солнечных энергетик. Постольку-поскольку СБ выдают постоянный ток, то встаёт задача трансформации его в промышленный переменный 50 Гц ,220 В. С этой задачей отлично справляется специальный класс приборов- инверторы.

### Расчет фотоэлектрической системы.

Использовать энергию солнечных элементов можно также как и энергию других источников питания, с той разницей, что солнечные элементы не боятся короткого замыкания. Каждый из них предназначен для поддержания определенной силы тока при заданном напряжении. Но в отличии от других источников тока характеристики солнечного элемента зависят от количества падающего на его поверхность света. Например, набежавшее облако может снизить выходную мощность более чем на 50%. Кроме того отклонения в технологических режимах влекут за собой разброс выходных параметров элементов одной партии. Следовательно, желание обеспечить максимальную отдачу от фотоэлектрических преобразователей приводит к необходимости сортировки элементов по выходному току. В качестве наглядного примера “вшивой овцы портящей все стадо” можно привести следующий: в разрыв водопроводной трубы большого диаметра врезать участок трубы с гораздо меньшим диаметром, в результате водоток резко сократится. Нечто аналогичное происходит и в цепочке из неоднородных по выходным параметрам солнечных элементов.

Кремниевые солнечные элементы являются нелинейными устройствами и их поведение нельзя описать простой формулой типа закона Ома. Вместо нее для объяснения характеристик элемента можно пользоваться семейством простых для понимания кривых - вольтамперных характеристик (ВАХ)



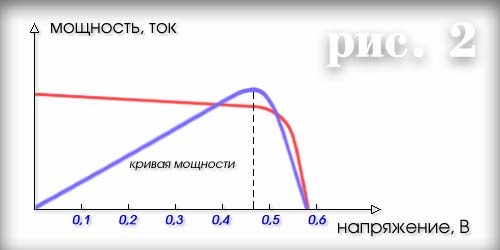
Напряжение холостого хода, генерируемое одним элементом, слегка изменяется при переходе от одного элемента к другому в одной партии и от одной фирмы изготовителя к другой и составляет около 0.6 В. Эта величина не зависит от размеров элемента. По иному обстоит дело с током. Он зависит от интенсивности света и размера элемента, под которым подразумевается площадь его поверхности.

Элемент размером 100100 мм в 100 раз превосходит элемент размером 1010 мм и, следовательно, он при той же освещенности выдаст ток в 100 раз больший.



Нагружая элемент, можно построить график зависимости выходной мощности от напряжения, получив нечто подобное изображенному на рис.2

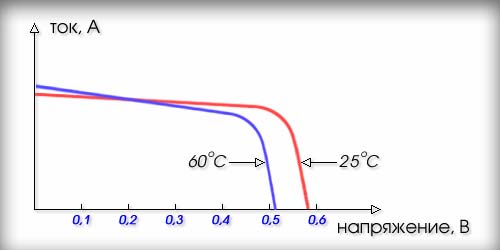
Пиковая мощность соответствует напряжению около 0,47 В. Таким образом, чтобы правильно оценить качество солнечного элемента, а также ради сравнения элементов между собой в одинаковых условиях, необходимо



нагрузить его так, чтобы выходное напряжение равнялось 0,47 В. После того, как солнечные элементы подобраны для работы, необходимо их спаять. Серийные элементы снабжены токосъемными сетками, которые предназначены для припайки к ним проводников.

Батареи можно составлять в любой желаемой комбинации. Простейшей батареей является цепочка из последовательно включенных элементов. Можно также соединить параллельно цепочки, получив так называемое последовательно-параллельное соединение.

Важным моментом работы солнечных элементов является их температурный режим. При нагреве элемента на один градус свыше 25оС он теряет в напряжении 0,002 В, т.е. 0,4 %/градус. На рис.3 приведено семейство кривых ВАХ для температур 25о С и 60о С.



В яркий солнечный день элементы нагреваются до 60-70оС теряя 0,07-0,09 В каждый. Это и является основной причиной снижения КПД солнечных элементов, приводя к падению напряжения, генерируемого элементом.

КПД обычного солнечного элемента в настоящее время колеблется в пределах 10-16 %. Это значит, что элемент размером 100100 мм при стандартных условиях может генерировать 1-1,6 Вт.



Все фотоэлектрические системы можно разделить на два типа: автономные и соединенные с электрической сетью. Станции второго типа отдают излишки энергии в сеть, которая служит резервом в случае возникновения внутреннего дефицита энергии.

Автономная система в общем случае состоит из набора **солнечных модулей**, размещенных на опорной конструкции или на крыше, аккумуляторной батареи (АКБ), контроллера разряда - заряда аккумулятора, соединительных кабелей. Солнечные модули являются основным компонентом для построения фотоэлектрических систем . Они могут быть изготовлены с любым выходным напряжением.

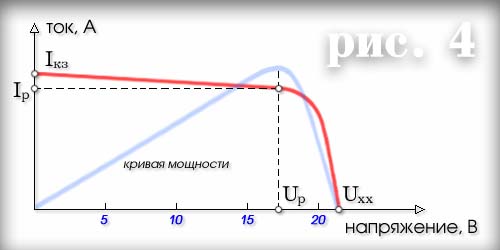
После того как солнечные элементы подобраны - их необходимо спаять. Серийные элементы снабжены токосъемными сетками для припайки к ним проводников. Батареи можно составлять в любой комбинации.

Простейшей батареей является цепочка из последовательно соединенных элементов.

Можно соединить эти цепочки параллельно, получив так называемое последовательно-параллельное соединение. Параллельно можно соединять лишь цепочки (линейки) с идентичным напряжением, при этом их токи согласно закону Кирхгофа суммируются.

При наземном использовании они обычно используются для зарядки аккумуляторных батарей (АКБ) с номинальным напряжением 12 В. В этом случае, как правило, 36 солнечных элементов соединяются последовательно и герметизируются посредством ламинации на стекле, текстолите, алюминии. Элементы при этом находятся между двумя слоями герметизирующей пленки, без воздушного зазора. Технология вакуумной ламинации позволяет выполнить это требование. В случае воздушной прослойки между защитным стеклом и элементом, потери на отражение и поглощение достигли бы 20-30 % по сравнению с 12 % - без воздушной прослойки.

Электрические параметры солнечного элемента представляются как и отдельного солнечного элемента в виде вольтамперной кривой при стандартных условиях ( Standart Test Conditions), т.е., при солнечной радиации 1000 Вт/м2, температуре - 25оС и солнечном спектре на широте 45о(АМ1,5).



Точка пересечения кривой с осью напряжений называется напряжением холостого хода - Uxx, точка пересечения с осью токов – током короткого замыкания Iкз.

Максимальная мощность модуля определяется как наибольшая мощность при STC (Standart Test Conditions).

Напряжение, соответствующее максимальной мощности, называется напряжением максимальной мощности (рабочим напряжением - Up ), а соответствующий ток - током максимальной мощности (рабочим током - Ip ).

Значение рабочего напряжения для модуля, состоящего из 36 элементов, таким образом, будет около 16…17 В (0,45….0,47 В на элемент) при 25о С.

Такой запас по напряжению по сравнению с напряжением полного заряда АКБ (14,4 В) необходим для того, чтобы компенсировать потери в контроллере заряда-разряда АКБ (о нем речь пойдет позже), а в основном - снижение рабочего напряжения модуля при нагреве модуля излучением : температурный коэффициент для кремния составляет около минус 0,4 %/градус (0,002 В/градус для одного элемента).

Следует заметить, что напряжение холостого хода модуля мало зависит от освещенности, в то время как ток короткого замыкания, а соответственно и рабочий ток, прямо пропорциональны освещенности.

Таким образом, при нагреве в реальных условиях работы, модули разогреваются до температуры 60-70оС, что соответствует смещению точки рабочего напряжения, к примеру, для модуля с рабочим напряжением 17 В - со значения 17 В до 13,7-14,4 В (0,38-0,4 В на элемент).

Исходя из всего выше сказанного и надо подходить к расчету числа последовательно соединенных элементов модуля.

Если потребителю необходимо иметь переменное напряжение, то к этому комплекту добавляется инвертор-преобразователь постоянного напряжения в переменное.



Под расчетом ФЭС понимается определение номинальной мощности модулей, их количества, схемы соединения; выбор типа, условий эксплуатации и емкости АКБ; мощностей инвертора и контроллера заряда-разряда; определение параметров соединительных кабелей.

Прежде всего, надо определить суммарную мощность всех потребителей, подключаемых одновременно. Мощность каждого из них измеряется в ваттах и указана в паспортах изделий. На этом этапе уже можно выбрать мощность инвертора, которая должна быть не менее, чем в 1,25 раза больше расчетной. Следует иметь в виду, что такой хитрый прибор как компрессорный холодильник в момент запуска потребляет мощность в 7 раз больше паспортной. Номинальный ряд инверторов 150, 300, 500, 800, 1500, 2500, 5000 Вт. Для мощных станций (более 1кВт) напряжение станции выбирается не менее 48 В, т.к. на больших мощностях инверторы лучше работают с более высоких исходных напряжений.

Следующий этап - это определение емкости АКБ. Емкость АКБ выбирается из стандартного ряда емкостей с округлением в сторону, большую расчетной. А расчетная емкость получается простым делением суммарной мощности потребителей на произведение напряжения АКБ на значение глубины разряда аккумулятора в долях.

Например, если суммарная мощность потребителей 1000 Втч в сутки, а допустимая глубина разряда АКБ 12 В - 50 %, то расчетная емкость составит:



1000 / (12 0,5) = 167 Ач



При расчете емкости АКБ в полностью автономном режиме необходимо принимать во внимание и наличие в природе пасмурных дней в течении которых аккумулятор должен обеспечивать работу потребителей.

Последний этап - это определение суммарной мощности и количества солнечных модулей. Для расчета потребуется значение солнечной радиации, которое берется в период работы станции, когда солнечная радиация минимальна. В случае круглогодичного использования - это декабрь.

В разделе **“метеорология”** даны месячные и суммарные годовые значения солнечной радиации для основных регионов России, а также с градацией по различным ориентациям световоспринимающей плоскости.

Взяв оттуда значение солнечной радиации за интересующий нас период и разделив его на 1000, получим так называемое количество пикочасов, т.е., условное время, в течении которого солнце светит как бы с интенсивностью 1000 Вт/м2.

Например, для широты Москвы и месяца-июля значение солнечной радиации составляет 167 кВтч/м2 при ориентации площадки на юг под углом 40о к горизонту. Это значит, что среднестатистически солнце светит в июле 167 часов (5,5 часов в день) с интенсивностью 1000 Вт/м2, хотя максимальная освещенность в полдень на площадке, ориентированной перпендикулярно световому потоку, не превышает 700-750 Вт/м2.

Модуль мощностью Рw в течении выбранного периода выработает следующее количество энергии :

W = k Pw E / 1000, где Е - значение инсоляции за выбранный период, k- коэффициент равный 0,5 летом и 0,7 в зимний период.

Этот коэффициента делает поправку на потерю мощности солнечных элементов при нагреве на солнце, а также учитывает наклонное падение лучей на поверхность модулей в течении дня.

Разница в его значении зимой и летом обусловлена меньшим нагревом элементов в зимний период.

Исходя из суммарной мощности потребляемой энергии и приведенной выше формулы - легко рассчитать суммарную мощность модулей. А зная ее, простым делением ее на мощность одного модуля, получим количество модулей.

При создании ФЭС настоятельно рекомендуется максимально снизить мощность потребителей. Например, в качестве осветителей использовать (по возможности) только люминесцентные лампы. Такие светильники, при потреблении в 5 раз меньшем, обеспечивают световой поток, эквивалентный световому потоку лампы накаливания.

Для небольших ФЭС целесообразно устанавливать ее модули на поворотном кронштейне для оптимального разворота относительно падающий лучей. Это позволит увеличить мощность станции на 20-30 %.

### Немного об инверторах.

Инверторы или преобразователи постоянного тока в переменный ток, предназначены для обеспечения качественного электропитания различной аппаратуры и приборов в условиях отсутствия или низкого качества электросети переменного тока частотой 50 Гц напряжением 220 В, различных аварийных ситуациях и т. п.

Инвертор представляет собой импульсный преобразователь постоянного тока напряжением 12 (24, 48, 60) В в переменный ток со стабилизированным напряжением 220 В частотой 50 Гц. Большинство инверторов имеет на выходе СТАБИЛИЗИРОВАННОЕ напряжение СИНУСОИДАЛЬНОЙ формы, что позволяет использовать их для электропитания практически любого оборудования и приборов.

Конструктивно инвертор выполнен в виде настольного блока. На передней панели инвертора расположены выключатель работы изделия и индикатор работы преобразователя. На задней панели изделия находятся выводы (клеммы) для подключения источника постоянного тока, например, АКБ, вывод заземления корпуса инвертора, отверстие с креплением вентилятора (охлаждение), трёхполюсная евро розетка для подключения нагрузки.

Стабилизированное напряжение на выходе инвертора позволяет обеспечить качественное электропитание нагрузки при изменениях/колебаниях напряжения на входе, например при разряде АКБ, или колебаниях тока, потребляемого нагрузкой. Гарантированная гальваническая развязка источника постоянного тока на входе и цепи переменного тока с нагрузкой на выходе инвертора позволяют не предпринимать дополнительных мер для обеспечения безопасности работы при использовании различных источников постоянного тока или какого-либо электрооборудования. Принудительное охлаждение силовой части и низкий уровень шума при работе инвертора позволяют, с одной стороны, обеспечить хорошие массогабаритные показатели изделия, с другой стороны, при данном типе охлаждения не создают неудобств при эксплуатации в виде шума.

* Встроенная панель управления с электронным табло
* Потенциометр емкости, который позволяет делать возможным точные регулировки
* Нормализованная планка с подключением по выводам: WE WY  STEROW
* Встроенный оборот торможения
* Радиатор с вентилятором
* Эстетичное крепление
* Питание 230 V - 400 V
* Перегрузка 150% - 60s
* Время разбега 0,01...1000 секунд
* Встроенный электрический фильтр, класса А
* Рабочая температура: от -5°C - до +45°C
* Порт RS 485
* Регулирование шага частоты: 0,01 Hz - 1 кHz
* Класс защиты IP 20
* Функционально обеспечивает: повышение, снижение частоты, контроль перегрузки, перегрева.

## Гелиоэлектростанции.

Гелиоэнергетические программы приняты более чем в 70 странах - от северной Скандинавии до выжженных пустынь Африки. Устройства, использующие энергию солнца, разработаны для отопления, освещения и вентиляции зданий, небоскрёбов, опреснения воды, производства электроэнергии. Такие устройства используются в различных технологических процессах. Появились транспортные средства с "солнечным приводом" : моторные лодки и яхты, солнцелеты и дирижабли с солнечными панелями. Солнцемобили, вчера сравниваемые с забавным автоаттракционом, сегодня пересекают страны и континенты со скоростью, почти не уступающей обычному автомобилю.

***Концентраторы солнечного излучения.*** С детства многие помнят, что с помощью собирательной линзы от солнечного света можно зажечь бумагу. В промышленных установках линзы не используются : они тяжелы, дороги и трудны в изготовлении. Сфокусировать солнечные лучи можно и с помощью вогнутого зеркала. Оно является основной частью гелиоконцентратора, прибора, в котором параллельные солнечные лучи собираются с помощью вогнутого зеркала. Если в фокус зеркала поместить трубу с водой, то она нагреется. Таков принцип действия солнечных преобразователей прямого действия.

Наиболее эффективно их можно использовать в южных широтах, но и в средней полосе они находят применение. Зеркала в установках используются либо традиционные - стеклянные, либо из полированного алюминия.

Технически концентрацию можно осуществлять с помощью различных оптических элементов- зеркал, линз, световодов и пр., однако при высоких уровнях мощности концентрируемого излучения практически целесообразно использовать лишь зеркальные отражатели.

Основным энергетическим показателем концентратора солнечного излучения является коэффициент концентрации, который определяется как отношение средней плотности сконцентрированного излучения к плотности лучевого потока, падающего на отражающую поверхность при условии точной ориентации на Солнце.

Концентрирующая способность реальных систем значительно ниже Пред (Пред = 46 160 ), но также определяется прежде всего геометрией концентратора и угловым радиусом солнечного диска. Существенно на неё влияет и отражательная способность зеркальной поверхности, особенно в случае многократных отражений.

Высокопотенциальные системы концентрации должны иметь конфигурацию, близкую к форме поверхностей вращения второго порядка- параболоида, эллипсоида, гиперболоида или полусферы. Только в этом случае может быть достигнута плотность излучения, в сотни и тысячи раз превышающая солнечную постоянную.

Наиболее эффективные концентраторы солнечного излучения имеют форму: цилиндрического параболоида; параболоида вращения;  
плоско-линейной линзы Френеля. Параболоидная конфигурация имеет явное преимущество перед другими формами по величине концентрирующей способности. Поэтому именно они столь широко распространены в гелиотехнических системах. Оптимальный угол раскрытия реальных параболоидных концентраторов, в отличие от угла идеального параболоид. концентратора (45град.), близок к 60 град. Солнечная энергия может непосредственно преобразовываться в механическую. Для этого используется двигатель Стирлинга ( двигатель внешнего сгорания, пример-паровоз). Если в фокусе параболического зеркала диаметром 1,5 м установить динамический преобразователь, работающий по циклу Стирлинга, получаемой мощности достаточно, чтобы поднимать с глубины 20 метров 2 куб.м. воды в час. В реальных гелиосистемах плоско-линейная линза Френеля используется редко из-за ее высокой стоимости. Первые попытки использования солнечной энергии на широкой коммерческой основе относятся к 80-м годам нашего столетия. Крупнейших успехов в этой области добилась фирма Loose Industries (США). Ею в декабре 1989 года введена в эксплуатацию солнечно-газовая станция мощностью 80 МВт.  
Здесь же, в Калифорнии, в 1994 году введено еще 480 МВт электрической мощности, причем, стоимость 1 кВтч энергии - 7...8 центов. Это ниже, чем на большинстве традиционных станций. (Атомные станции США ~ 15 центов за 1Квт.). В ночные часы и зимой энергию дает, в основном, газ, а летом в дневные часы - солнце. Фирма Loose Industries на солнечно-газовой электростанции в Калифорнии использует систему параболоцилиндрических длинных отражателей в виде желоба. В его фокусе проходит труба с теплоносителем - дифенилом, нагреваемым до 350°С. Желоб поворачивается для слежения за солнцем только вокруг одной оси (а не двух, как плоские гелиостаты). Это позволило упростить систему слежения за солнцем.

На острове Сицилия еще в начале 80-х годов дала ток солнечная электростанция мощностью 1 МВт. Принцип ее работы тоже башенный. Зеркала фокусируют солнечные лучи на приемнике, расположенном на 50-метровой высоте. Там вырабатывается пар с температурой более 600 °С, который приводит в действие традиционную турбину с подключенным к ней генератором тока. Неоспоримо доказано, что на таком принципе могут работать электростанции мощностью 10–20 МВт, а также и гораздо больше, если группировать подобные модули, подсоединяя их друг к другу.

Несколько иного типа электростанция в Алькерии на юге Испании. Ее отличие в том, что сфокусированное на вершину башни солнечное тепло приводит в движение натриевый круговорот, а тот уже нагревает воду до образования пара. У такого варианта ряд преимуществ. Натриевый аккумулятор тепла обеспечивает не только непрерывную работу электростанции, но дает возможность частично накапливать избыточную энергию для работы в пасмурную погоду и ночью. Мощность испанской станции имеет всего 0,5 МВт. Но на ее принципе могут быть созданы куда более крупные – до 300 МВт. В установках этого типа концентрация солнечной анергии настолько высока, что КПД паротурбинного процесса здесь ничуть не хуже, чем на традиционных тепловых электростанциях.

По мнению специалистов, наиболее привлекательной идеей относительно преобразования солнечной энергии является использование фотоэлектрического эффекта в полупроводниках.

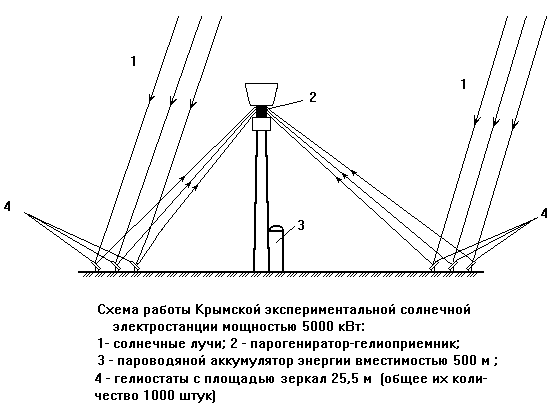
Электростанция в Калифорнии проде-монстрировала, что газ и солнце, как основные источники энергии ближайшего будущего, способны эффективно дополнять друг друга. Поэтому не случаен вывод, что в качестве партнера солнечной энергии должны выступать различные виды жидкого или газообразного топлива.

### Типы гелиоэлектростанций

В настоящее время строятся солнечные электростанции в основном двух типов: *СЭС башенного типа* и *СЭС распределенного (модульного) типа.*

Идея, лежащая в основе работы СЭС башенного типа, была высказана более 350 лет назад, однако строительство СЭС этого типа началось только в 1965 г., а в 80-х годах был построен ряд мощных солнечных электростанций в США, Западной Европе, СССР и в других странах.

В 1985 г. в п. Щелкино Крымской области была введена в эксплуатацию первая в СССР солнечная электростанция СЭС-5 электрической мощностью 5 МВт; 1600 гелиостатов (плоских зеркал) площадью 25,5 м2 каждый, имеющих коэффициент отражения 0,71, концентрируют солнечную энергию на центральный приемник в виде открытого цилиндра, установленного на башне высотой 89 м и служащего парогенератором.



В башенных СЭС используется центральный приемник с полем гелиостатов, обеспечивающим степень концентрации в несколько тысяч. Система слежения за Солнцем значительно сложна, так как требуется вращение вокруг двух осей. Управление системой осуществляется с помощью ЭВМ. В качестве рабочего тела в тепловом двигателе обычно используется водяной пар с температурой до 550 оС, воздух и другие газы - до 1000 оС, низкокипящие органические жидкости (в том числе фреоны) - до 100  оС, жидкометаллические теплоносители - до 800  оС.

Главным недостатком башенных СЭС являются их высокая стоимость и большая занимаемая площадь. Так, для размещения СЭС мощностью 100 МВт требуется площадь в 200 га, а для АЭС мощностью 1000 МВт - всего 50 га. Башенные СЭС мощностью до 10 МВт нерентабельны, их оптимальная мощность равна 100 МВт , а высота башни 250 м.

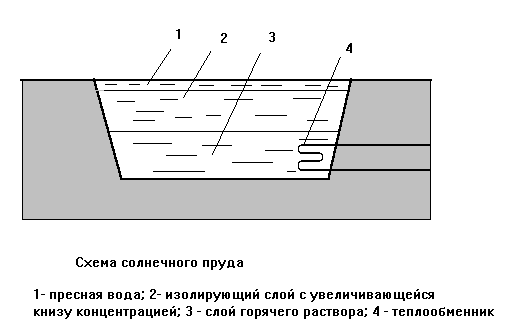
В СЭС распределительного (модульного) типа используется большое число модулей, каждый из которых включает параболо-цилиндрический концентратор солнечного излучения и приемник, расположенный в фокусе концентратора и используемый для нагрева рабочей жидкости, подаваемой в тепловой двигатель, который соединен с электрогенератором. Самая крупная СЭС этого типа построена в США и имеет мощность 12,5 МВт.

При небольшой мощности СЭС модульного типа более экономичны чем башенные. В СЭС модульного типа обычно используются линейные концентраторы солнечной энергии с максимальной степенью концентрации около 100.

В соответствии с прогнозом в будущем СЭС займут площадь 13 млн. км2 на суше и 18 млн. км2 в океане.

СЭС на базе солнечных прудов значительно дешевле СЭС других типов, так как они не требуют зеркальных отражателей со сложной системой ориентации, однако их можно сооружать только в районах с жарким климатом.

В солнечном пруду происходит одновременное улавливание и накапливание солнечной энергии в большом объеме жидкости. Обнаружено, что в некоторых естественных соленых озерах температура воды у дна может достигать 70 оС. Это обусловлено высокой концентрацией соли. В обычном водоеме поглощаемая солнечная энергия нагревает в основном поверхностный слой и эта теплота довольно быстро теряется,



особенно в ночные часы и при холодной ненастной погоде из-за испарения воды и теплообмена с окружающим воздухом. Солнечная энергия, проникающая через всю массу жидкости в солнечном пруду, поглощается окрашенным в темный цвет дном и нагревает прилегающие слои жидкости, в результате чего температура ее может достигать 90-100  оС, в то время как температура поверхностного слоя остается на уровне 20  оС. Благодаря высокой теплоемкости воды в солнечном пруду за летний сезон накапливается большое количество теплоты, и вследствие низких тепловых потерь падение температуры в нижнем слое в холодный период года происходит медленно, так что солнечный пруд служит сезонным аккумулятором энергии. Теплота к потребителю отводится из нижней зоны пруда

Обычно глубина пруда составляет 1-3 м. На 1 м 2 площади пруда требуется 500-1000 кг поваренной соли, ее можно заменить хлоридом магния.

Наиболее крупный из существующих солнечных прудов находится в местечке Бейт-Ха-Арава в Израиле. Его площадь составляет 250 000 м 2 . Он используется для производства электроэнергии. Электрическая мощность энергетической установки, работающей по циклу Ренкина, равна 5 МВт. Себестоимость 1 кВтч электроэнергии значительно ниже, чем на СЭС других типов.



Описанный эффект достигается благодаря тому, что по глубине солнечного пруда поддерживается градиент поваренной соли, направленный сверху вниз, т.е. весь объем жидкости как бы разделен на три зоны, концентрация соли по глубине постепенно увеличивается и достигает максимального значения на нижнем уровне. Толщина этого слоя составляет 2/3 общей глубины водоема. В нижнем конвективном слое концентрация соли максимальна и равномерно распределена в объеме жидкости. Итак, плотность жидкости максимальна у дна пруда и минимальна у его поверхности в соответствии с распределением концентрации соли. Солнечный пруд служит одновременно коллектором и аккумулятором теплоты и отличается низкой стоимостью по сравнению с обычными коллекторами солнечной энергии. Отвод теплоты из солнечного пруда может осуществляться либо посредством змеевика, размещенного в нижнем слое жидкости, либо путем отвода жидкости из этого слоя в теплообменник, в котором циркулирует теплоноситель. При первом способе меньше нарушается температурное расслоение жидкости в пруду, но второй способ теплотехнически более эффективен и экономичен.

Солнечные пруды могут быть использованы в гелиосистемах отопления и горячего водоснабжения жилых и общественных зданий, для получения технологической теплоты, в системах конденсирования воздуха абсорбционного типа, для производства электроэнергии.

## 3.3. Солнечный коллектор.

В Центральной Азии на  каждый квадратный метр поверхности, находящийся перпендикулярно солнечным лучам, падает 800—1000 Ватт энергии за 1 час, то есть примерно 1 кВт/ч. А 1 кВт/ч - это то количество энергии, которое необходимо, чтобы 10-ти тонный грузовик с места разогнался до скорости 100 км/ч !!!

Собрать и использовать эту энергию для нагрева воды, Вам поможет солнечный водонагреватель-коллектор.

Особенность коллекторов состоит в том, что лучевоспринимающая поверхность обработана компонентами, которые обеспечивают максимальное тепловосприятие за счет их избирательности к тепловому спектру солнечного потока и нагревают воду, проходящую по трубкам внутри.

Солнечный водонагреватель-коллектор состоит из короба со змеевиком, бака холодной воды, бака-аккумулятора и труб. Короб стационарно устанавливается под углом 30-50 с ориентацией на южную сторону. Холодная, более тяжелая, вода постоянно поступает в нижнюю часть короба, там она нагревается и, вытесненная холодной водой, поступает в бак-аккумулятор. Она может быть использована для отопления, для душа либо для других бытовых нужд.



Для нагрева 100 литров воды солнечная установка должна иметь 2- 3 м солнечных коллекторов. Такая водонагревательная установка в солнечный день обеспечит нагрев воды до температуры 90°С . В зимний период до 50°С.



В климатических условиях Центральной Азии солнечные водонагреватели-коллекторы особенно эффективны.

Плоский солнечный водонагреватель-коллектор – устройство с поглощающей панелью плоской конфигурации и плоской прозрачной изоляцией для поглощения энергии Солнца.

Это плоская тепловоспринимающая панель – абсорбер, площадью 1- 2 м, в которой имеются каналы для жидкости. Поверхность этой панели, обращенная к Солнцу - черная, для лучшего нагрева. Для снижения тепловых потерь она устанавливается в корпус, выполненный в виде плоской рамы. Снизу панель теплоизолированна, а сверху защищена прозрачной изоляцией - специальным стеклом, пластиком или пленкой.



В качестве тепловоспринимающей панели можно использовать любой металлический или пластмассовый лист с каналами для теплоносителя. Металлические абсорберы изготавливаются из алюминия или стали двух типов: лист-труба и штампованные панели (труба в листе). Пластмассовые панели не находят широкого применения из-за быстрого старения под действием солнечных лучей и малой теплопроводности.

  Для достижения более высоких температур теплоносителя поверхность панели покрывают спектрально-селективными слоями, активно поглощающими коротковолновое излучение солнца и снижающими ее собственное тепловое излучение в длинноволновой части спектра. Слои создаются на основе «черного никеля», «черного хрома», окиси меди на алюминии, окиси меди на меди.

Другим способом улучшения характеристик плоских  коллекторов является создание вакуума между тепловоспринимающей панелью и прозрачной изоляцией для уменьшения тепловых потерь (вакуумные солнечные коллекторы четвертого поколения).

***Вакуумный солнечный водонагреватель-коллектор***

В вакуумном водонагревателе-коллекторе объем, в котором находится черная поверхность, поглощающая солнечное излучение, отделен от окружающей среды ва куумированным пространством, что позво ляет практически полностью устранять по тери теплоты в окружающую среду за счет теплопроводности и конвекции. Потери на излучение в значительной степени подав ляются за счет применения селективного покрытия. Так как полный коэффициент потерь в вакуумном коллекторе мал, теплоноситель в нем можно нагреть до температур 120 — 160°С .

Существует несколько типов вакуумных солнечных водонагревателей-коллекторов.

1. ***Вакуумный солнечный водонагреватель-коллектор низкого давления (открытый контур) с термосифонной системой.***

Термосифонные системы работают на принципе явления естественной конвекции, когда теплая вода стремится вверх. В термосифонных системах бак должен быть расположен выше коллектора. Когда вода в трубках коллектора нагревается, она становится легче и естественно поднимается в верхнюю часть бака. Тем временем, более прохладная вода в баке течет вниз в трубки, таким образом начинается циркуляция во всей системе. В маленьких системах, бак объединен с коллектором и не рассчитан на магистральное давление, поэтому термосифонные системы нужно использовать либо с подачей воды из вышерасположенной емкости, либо через уменьшающие давление редукторы.

***2.*** ***Вакуумный солнечный водонагреватель-коллектор магистрального давления, термосифон со встроенным* *теплообменником.***

Термосифон со встроенным теплообменником обеспечивает возможность работы при магистральном давлении. Нагревается теплоноситель через теплообменник из спиральной медной трубы, расположенный внутри теплоаккумулятора. Принцип работы этого типа солнечного водонагревателя такой же как и у обычного термосифона низкого давления. Но вместо того, чтобы использовать воду непосредственно в теплоаккумуляторе, коллектор магистрального давления использует медный спиральный теплообменник в баке. Преимущество в том, что систему можно использовать при низком качестве воды, потому что практически отсутствует коррозия и образование накипи внутри вакуумных трубок и теплоаккумулятора. Для районов с низкими температурами теплоаккумулятор заполняют антифризом.

**1.** Кран для заполнения и слива бака **2** . Вход коллектора **3.** Теплоноситель бака **4.** медный спиральный теплообменник **5.** Атмосферный канал **6.** Выход коллектора **7.** Выход горячей воды **8.** Теплоноситель теплоаккумулятора **9** . Вход холодной воды

***3. Вакуумный солнечный водонагреватель-коллектор с выносным баком (СВНУ активного типа, закрытый контур).***

Наиболее эффективные и распространенные солнечные водонагреватели. Легко встраивается в существующие системы отопления или горячего водоснабжения. Подходят для всех типов климата и рекомендуются для районов с низкими температурами (до -50°С) и низкими значениями солнечной радиации. Оснащенный контроллером, коллектор автоматически поддерживает самые оптимальные параметры циркуляции, имеет режим антизамерзания, обеспечивает заданную температуру. При не достаточной солнечной активности контроллер может включать дополнительный электронагреватель, установленный в теплоаккумуляторе.

### Коллектор из Норвегии.

В Норвегии разработан новый солнечный коллектор из строительных пластмасс, в основе которого лежит принцип объединения занимаемой солнечной поверхности системы с внутренней системой горячей воды. Большое число установленных систем как в односемейных домах, так и в больших зданиях доказало осуществимость и экономическую благоприятность концепции.

Система включает в себя солнечную крышу/фасад, тепловой резервуар без давления и этажную систему нагрева, действующую при минимальной температуре, установленные все вместе без теплообменников. Настоящая солнечная система является системой обратной утечки. Единственный контроллер регулирует внутреннюю температуру,управляет солнечным насосом и обслуживает вспомогательный источник тепла.

Коллектор состоит из модульного строительного элемента для крыш и фасадов, базируемого на ширине 60 см, и различных стандартных длинах от 175 см до 520 см. Алюминиевые контуры, обрамляющие модули, обеспечивают легкость монтажа. Двойной трубопровод, размещенный внизу области коллектора, позволяет быструю, легкую сборку. Коллектор доступен также в версии для горизонтального водного потока. Коллектор был разработан в сотрудничестве между SolarNor AS и General Electric Plastics. Специальный пластический материал, NORYL(r) PX507, обеспеченный General Electric Plastics в качестве части совместного проекта EUREKA, предлагает необходимую долговечность в отношении высокой температуры и влажных условий. Канальная структура двустенного листа заполнена керамическими гранулами. Гранулы вызывают капиллярный эффект, когда вода следует через канал, приводя к удалению воздуха, который присутствует в коллекторе во время бездействия солнечной системы, и обеспечивая желаемую передачу тепла. Операционное давление - ниже атмосферного, что является особенностью, весьма важной с экономической точки зрения. Количество высококачественных, дорогих пластмасс может быть существенно снижено (поскольку механическое напряжение минимизировано), приводя к общей стоимости коллектора порядка 650 норвежских крон за квадратный метр. Коллектор заменяет другие строительные материалы аналогичной стоимости. Эскиз коллектора (см. рисунок) показывает различные элементы коллекторного модуля. Верхний слой образует двустенный поликарбонатный лист (LEXAN(r) Thermoclear) толщиной 6 мм, который может заменяться укрепленным стеклом. Между внешним листом и поглотителем есть воздушный промежуток толщиной 12 мм. Листы свободны расширяться в алюминиевой раме с каждой стороны. Коллектор размещается на кровати из минерального волокна и прикрепляется винтами к деревянным полосам. Вся область коллектора обрамляется штампованными алюминиевыми контурами, снабженными специальными резиновыми креплениями. Зазоры между модулями коллектора также закрываются резиновыми полосами. Эффективность солнечного коллектора изучалась различными исследовательскими институтами во время разработки концепции. Основное ограничение в проекте коллектора связано с необходимостью избегать температур в состоянии бездействия при максимальной лучевой интенсивности, превышающей 147°С, из-за свойств пластмасс. В дополнение к коллектору система SolarNor включает также тепловой резервуар, этажную систему нагрева и контроллер. Контроллер является центральным звеном в проекте системы.

Эта концепция, объединяющая солнечное пространство с нагревом домашней горячей воды, превосходно исполнена в большом количестве установок в односемейных домах и в больших зданиях. Благодаря интеграции системы в здание, а также множеству упрощений по сравнению с обычными нагревательными системами стоимость значительно понижается, делая использование солнечной энергии конкурентоспособным. В типичном применении полная стоимость системы, включая монтаж, будет варьироваться в диапазоне от 1000 до 1500 норвежских крон за квадратный метр.

### 3.3.2. Солнечный коллектор “Альтэн-1”

Солнечный коллектор **АЛЬТЭН-1**  служит для нагрева воды за счет солнечной энергии и используется в системах горячего водоснабжения и отопления домов, не имеющих централизованного энергоснабжения. В течение одного солнечного дня коллектор может нагреть около 150 литров воды до температуры 60-70°C. Абсорбер коллектора, поглощающий солнечную радиацию, выполнен из алюминиевых профилей с пазами, в которые вставляются и запрессовываются тонкостенные латунные трубки для протекания теплоносителя. Лицевая сторона алюминиевых профилей имеет высокоэффективное селективное покрытие, а вокруг абсорбера расположена оболочка из двухслойного ячеистого поликарбоната.

*Параметры коллектора:*

* размеры наружной прозрачной оболочки - 2,171м х 1,180м
* материал наружной прозрачной оболочки - двухслойный ячеистый 8мм поликарбонат "Полигаль"
* размеры поверхности абсорбера - 1.987м x 1.117м
* селективное покрытие абсорбера:

коэффициент поглощения = 0,94

коэффициент излучения = 0,05

* внутренний диаметр латунных трубок до запрессовки - 11мм
* задняя тепловая изоляция - стекловолокно и двухслойный ячеистый 8мм поликарбонат "Полигаль"
* температура стагнации = 183 °C
* вес сухого коллектора - 33,5 кг

## 3.4. Химические преобразователи солнечной энергии

Современная энергетика опирается главным образом на такие источники, в которых запасена солнечная энергия (СЭ). Прежде всего это ископаемые виды топлива, для образования которых требуются миллионы лет. В своей деятельности человечество с постоянно возрастающими темпами растрачивает их поистине гигантский запас. Истощение месторождений нефти, угля и природного газа неизбежно, и, по различным оценкам, время, отпущенное на то, чтобы переключиться на альтернативные источники энергии (солнечную, океаническую, ветровую, вулканическую), составляет 100-150 лет. Большой интерес также  представляют поиски химических способов аккумулирования СЭ.

Диапазон использования солнечного излучения чрезвычайно широк. Энергией Солнца питаются высоко температурные установки, концентрирующие поток лучей с помощью зеркал. В качестве аккумуляторов энергии в них используются как физические теплоносители, так и некоторые неорганические вещества, способные к циклическим реакциям термического разложения- синтеза (оксиды, гидраты, сульфаты, карбонаты). Устройства другого типа преобразуют энергию излучения в электрическую, тепловую или энергию химических реакций посредством фотофизических или фотохимических процессов. Среди фотохимических путей преобразования СЭ наиболее значимыми являются следующие:

·Фотокаталитическое разложение воды под действием металлокомплексных соединений;

Создание «солнечных фотоэлектролизёров», основанных на фотоэлектронных переносах или фотогальваническом эффекте;

Фотосинтез - наиболее эффективный биохимический способ преобразования энергии Солнца.

Наряду с ними значительный интерес представляют химические системы, способные аккумулировать СЭ в виде энергии напряжения химических связей. Такие системы удовлетворять требованиям , которые относятся как к фотохромному реагенту А и продукту В, так и к параметрам процесса.

А ↔ В + ΔН.

Основные требования сводятся следующему:

Реагент А должен поглощать свет в УФ и видимых частях спектра (400-650 нм), так как более 50% СЕ, достигающей Земли, распределено в области 300-700 нм. Фотоизомер В, наоборот, не должен поглощать в этой области, чтобы избежать фотоинициирования обратной реакции. Во избежание потерь энергии оба компонента должны быть нелюминесцирующими;

Обратная реакция должна иметь значительный тепловой эффект (>300 Дж/г);

Для длительного сохранения запасённой фотопродуктом В энергии активационный барьер термического перехода В→А должен быть достаточно большим – порядка 100 кДж/моль;

Прямая фотохимическая реакция должна характеризоваться высоким квантовым выходом, обратная подвержена каталитическому ускорению или тепловому инициированию;

Прямой и обратный процессы должны характеризоваться высокими степенями превращения и отсутствием побочных продуктов;

Вещества А и В должны достаточно дешёвыми, доступными, нетоксичными, взрывобезопасными и химически устойчивыми по отношению к атмосферной влаге и воздуху.

Среди органических систем, удовлетворяющих указанным выше условиям, наиболее важными являются следующие:

Валентная изомеризация нитрон – оксазиридин;

Геометрическая (Е)↔(Z) изомеризация производных индиго;

Геометрическая изомеризация N – ацилированных аминов и нитрилов с последующей внутримолекулярной перегруппировкой;

Термически обратимая реакция фотодимеризации производных антрацена.

Циклические реакции фотораспада – термической рекомбинации свойственны и некоторым неорганическим системам, например фоторазложению нитрозилхлорида:

NOCl → NO + 1/2Cl



Основное преимущество органических систем перед неорганическими связано с возможностью широкого варьирования строения молекул с целью улучшения их спектральных характеристик как аккумуляторов и преобразователей СЭ.

***Система норборнадиен – квадрициклан.***

Исследования, проводимые в последние годы, указывают на перспективность использования систем, для которых характерна фотоинициируемая валентная изомеризация по типу (2π+2π) – циклоприсоединения. В этих реакциях две π – связи преобразуются в две σ – связи с образованием циклобутанового производного.

Как правило, в подобных системах термодинамическое равновесие полностью смещено в сторону реагента.

Рассмотрим более детально один из наиболее перспективных объектов для такого рода превращений – норборнадиен (бицикло гепта – 2,5 – диен) и его производные. Соединения норборнадиенового ряда могут быть достаточно легко синтезированы по реакции дневного синтеза. Реагентами для получения норборнадиен производных являются крупнотоннажные продукты органического синтеза – циклопентадиен и ацетилен.

Норборнадиен – интересная и во многом уникальная молекула. Это редкий пример 1,4 – диеновых углеводородов, в которых такое расположение двойных связей является наиболее термодинамически устойчивым.

**Использование сенсиблизаторов.**

Фотопревращение незамещённого норборнадиена в квадрициклан характеризуется низким квантовым выходом, который, однако, может быть значительно повышен при использовании сенсибилизаторов. Наилучшие результаты получены при использовании солей меди или фенилкетонов. Однако и в этих системах имеются недостатки: во-первых, они “работают” только в УФ – области спектра; во-вторых, комплексы Cu окисляются до соединений Cu(||), не проявляющих фотоактивности, а кетоны химически взаимодействуют с норборнадиеном при облучении, образуя продукты фотоприсоединения. Эти причины затрудняют практическое использование такого рода сенсибилизаторов.

Глобальная экологическая проблема предъявляет к химико – технологическим процессам всё более жёсткие требования. В этих условиях фотохимические методы, которые позволяют весьма избирательно подводить энергию и использовать её в химических превращениях, могут сыграть важную роль. Свет представляет собой как бы безынерционный химический реагент, не дающий отходов. Тем не менее в настоящее время фотохимические процессы в крупномасштабном производстве имеют подчинённое значение прежде всего потому, что ещё не решены сложные сопутствующие технические проблемы. Всё сказанное выше в полной мере относится к системе норборнадиен – квадрициклан. Её практическая ценность очевидна. В некоторых развитых странах уже проводятся разработки малогабаритных экспериментальных установок, работающих на норборнадиене, для обогрева зданий, садовых домиков, теплиц.

Однако на пути крупномасштабного использования тепловой энергии, выделяющейся при каталитическом превращении квадрициклана в норборнадиен, имеются препятствия экономического характера. Так, в настоящее время стоимость тепла (в виде водяного пара), получаемого этим способом, в 50 – 100 раз превышает аналогичные показатели для традиционных методов. Необходима дальнейшая модификация этих систем. Основные направления усовершенствования: увеличение числа рабочих циклов до 10000 и выше, повышение квантового выхода и конверсии норборнадиена в каждом цикле, а также удешевление синтеза производных норборнадиена, обладающих подходящими спектральными характеристиками. Тем не менее создание малогабаритных установок может быть оправданно и сегодня – для солнечных регионов, удалённых от других источников энергии, для искусственных спутников.

# 4. КОСМИЧЕСКИЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

## Описание типовой космической электростанции

Конструктивный облик типовой крупномасштабной космической солнечной электростанции в основном определен. При полезной мощности энергосистемы 5 млн. кВт электростанция будет представлять собой грандиозное сооружение массой 20—50 тыс. т. Площадь солнечного коллектора, основанного на малоэффективном, но простом и надежном фотоэлектрическом способе преобразования энергии, составит около 50 км2. Другой, более эффективный термодинамический способ преобразования отличается наличием сложных систем, включая узлы вращения, большой материалоемкостью конструкции, но габариты коллектора-концентратора солнечного излучения у него будут существенно меньшими.

Электростанция, выведенная на геостационарную орбиту (высота 36 тыс. км), «повиснет» над одной точкой земной поверхности и станет, круглосуточно освещаемая Солнцем, практически непрерывно вырабатывать электроэнергию и передавать ее на Землю. Солнечные энергоустановки малой мощности успешно работают на геостационарной орбите в составе спутников связи. Принципиально новой является система направленной передачи энергии по каналу «космос—Земля». Передача энергии на Землю из космоса возможна с помощью сверхвысокочастотного или лазерного излучений. Первый способ предпочтительнее по ряду причин: СВЧ-излучение беспрепятственно проникает сквозь толщу атмосферы, не боится туманов и грозовых туч. У него сравнительно низкие потери при прямом и обратном преобразовании энергии. Диаметр передающей антенны принимается равным 1 км. Излучаемый такой антенной пучок попадает на приемную антенну, диаметр которой составляет не менее 10 км. Здесь его энергия преобразовывается в электрический ток промышленной частоты, который направляется в энергосистему страны.

Преимущество лазерного метода заключается в формировании узкого луча, в малых размерах передающего и приемного устройств. Однако эффективность прямого и обратного преобразования энергии является невысокой, велики также потери лазерного излучения в атмосфере.

Суммарная эффективность процесса производства, передачи и приема энергии для всей энергосистемы, включая космическую и наземную части, оценивается в 5—20%, в том числе производство электроэнергии — 10—30%, передача-прием энергии — в 50—70%.

Для выведения с Земли на низкую опорную орбиту только одной космической солнечной электростанции потребуется не менее 200 пусков грузовых сверхмощных ракет-носителей, грузоподъемность которых составляет не менее 200 т. При развертывании и эксплуатации космической солнечной электростанции потребуются дополнительные орбитальные комплексы — грузовые и пассажирские корабли-буксиры, сборочно-монтажные и ремонтно-эксплуатационные станции, наземный центр управления системой.

Создание энергосистемы нового типа потребует больших расходов. Только разработка космической солнечной электростанции, включая НИОКР и создание первого полномасштабного образца электростанции, требует 100 млрд. долл. В эту сумму входят расходы на создание сверхмощных грузовых ракет-носителей, межорбитальных буксиров, сборочно-монтажных и ремонтно-эксплуатационных станций. Развертывание системы из 60 космических солнечных электростанций с соответствующими наземными приемными устройствами потребует дополнительно 1 трлн. (1012) долл.

При ресурсе работы каждой электростанции 30 лет, темпах ввода в эксплуатацию 2 шт/год и эксплуатационных расходах около 500 млн. долл/год на каждую электростанцию затраты на 1 кВт установленной мощности составят 4—5 тыс. долл., а коммерческая цена вырабатываемой электроэнергии 8—10 цент/кВт-ч.

Следует отметить, что возмещение затрат на разработку системы (1011 долл.) предполагается осуществлять только через 20—30 лет после начала работ. Это означает удвоение расходов из-за необходимости оплаты процентов на ссуду. Возможность выделения таких средств встретит большие трудности. Напомним читателю, что разработка технических средств по программе «Аполлон» потребовала 25 млрд. долл., а эксплуатация системы началась через 8 лет после начала работ. Изыскание этих средств в 60-е годы встретило значительные трудности, которые были преодолены политическим руководством США на волне антикоммунистической кампании под лозунгом противостояния мнимому господству СССР в космосе.

Если учесть, что установленная мощность одного кВт действующих наземных солнечных электростанций составляет не более 1000 долл., а цена производимой ими энергии 4—6 цент/кВт·ч, то может быть сделан основополагающий вывод о нецелесообразности создания космических солнечных электростанций на базе существующей и разрабатываемой техники.

В целом по результатам выполненных научно-исследовательских и проектно-поисковых работ могут быть сделаны следующие основные выводы:

* Создание системы космических солнечных электростанций, предназначенных для энергоснабжения наземных потребителей из космоса, представляет собой реальную, технически выполнимую задачу. Однако проблемы, которые предстоит при этом разрешить, серьезны и многочисленны.
* К середине XXI века с помощью космических солнечных электростанций могут быть обеспечены 10— 20% потребностей в электроэнергии для промышленно развитых стран мира, а космическая энергосистема сможет стать одним из основных источников электроэнергии для человечества. Развертывание в космосе системы солнечных электростанций позволит создать базу для индустриализации космоса и разработки внеземных ресурсов, расширит возможности колонизации космоса.
* Для реализации рассмотренных проектов крупномасштабных космических солнечных электростанций потребуются грандиозные капиталовложения, возмещение которых начнется только через 20—30 лет после начала работ. Это вызовет беспрецедентное напряжение экономики страны — разработчика системы.
* Существующие неопределенности в прогностической оценке проектных характеристик космической энергосистемы и сопутствующих комплексов (прежде всего грузовых ракет-носителей) не позволяют с достаточной достоверностью определить технико-экономические показатели и эффективность системы. Задаваясь оптимистическими значениями удельных параметров космической электростанции, наземной приемной станции и сопутствующих комплексов, можно получить нижнюю оценку стоимости вырабатываемой электроэнергии порядка 10 цент/кВт·ч, что не позволяет обеспечить конкуренцию с традиционными энергосистемами.
* На текущем этапе работ недопустимо мало известно об экологических аспектах программы и возможных последствиях воздействия СВЧ-излучения и пусков многочисленных ракет-носителей на здоровье людей, животный и растительный мир Земли, климат.
* Придание программе создания космических солнечных электростанций международного характера позволит построить более эффективную систему за счет реализации оптимальных технических решений, распределить риск, улучшить перспективы сбыта, устранить возможность экономического господства страны-разработчика.
* Предложенные в 70—80-х годах варианты экспериментальных, демонстрационных и маломасштабных космических солнечных электростанций основываются на традиционных проектно-конструктивных принципах и отличаются низкой эффективностью и существенной неэкономичностью. Маломасштабные образцы космических солнечных электростанций не позволяют обеспечить финансирование последующих этапов работ.
* Выделение сколько-нибудь значительных финансовых ресурсов на программу космических солнечных электростанций, даже если это будет происходить в рамках международной программы, представляется в ближайшей перспективе маловероятным.

## Маломасштабная космическая электростанция

Известны две альтернативные точки зрения на ход дальнейших работ по космическим солнечным электростанциям. В соответствии с первой предлагается полностью прекратить разработки по космической энергетике для наземных нужд. Согласно второй — широко развернуть научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы с целью создания полноразмерных эксплуатационных образцов электростанций.

Негативный взгляд на перспективу использования космических электростанций обосновывается дороговизной проекта, экологической неопределенностью, отсутствием эффективных, легких и дешевых преобразователей солнечной энергии в электрическую, несоответствием возможностей ракетно-космической техники выдвигаемым требованиям. Академик Ж. И. Алферов вместе с энергетиками и экономистами считает, что фактически космический вариант гелиоэнергетики давно «похоронила экономика. Идея... совершенно нереальная».

По мнению другой группы ученых, в их числе доктора физико-математических наук В. А. Ванке, Л. В. Лесков и другие, прекращение работ по космическим солнечным электростанциям было бы большой ошибкой. Все трудности, стоящие на пути практической реализации проекта, могут быть успешно преодолены. К моменту создания первых эксплуатационных образцов электростанций, а это 20-е годы XXI века, стоимость электроэнергии, вырабатываемой на Земле, может возрасти до значений 20—25 центов/кВт-ч, в связи с чем космические электростанции будут успешно конкурировать с наземными источниками энергии.

Полемика между сторонниками и противниками космической гелиоэнергетики ведется на конференциях и симпозиумах, на страницах специальных и популярных журналов. Фактически решается судьба целого направления в энергетике; ошибка в выборе пути развития солнечной энергетики может привести к многомиллиардным потерям, отразиться на судьбах грядущих поколений.

Разрешить спор непросто. По технико-экономическим показателям космическая гелиоэнергетика существенно уступает традиционным источникам энергии. Но быстро развивается наука, совершенствуется техника. То, что сегодня в производстве сложно и дорого, завтра может стать простым и дешевым.

Требуется объективно разобраться в этом сложном вопросе, в котором заинтересованные стороны занимают крайние позиции.

Первая, «нигилистическая», позиция при всей очевидной целесообразности экономики финансовых и материальных ресурсов может привести к застою в технике, так как исключает возможность технологического прорыва, предусматривающего организацию планомерного научно-технического поиска на стыках наук и соответствующее финансирование исследований. Вторая, «экстремистская», позиция предполагает создание космических электростанций небывалых габаритов и масс. Ошибочность такого подхода может быть продемонстрирована на историческом примере. Предположим, что планом ГОЭЛРО предусматривалось бы создание сети электростанций типа Красноярской ГЭС с уровнем вырабатываемой мощности 5 млн. кВт без разработки и многолетней эксплуатации Каширской, Волховской, Днепровской и др. электростанций малой и средней мощности. Очевидно, что такой план был бы обречен на неудачу. Существуют определенные закономерности при создании сложных технических систем, последовательность выполнения отдельных этапов: проведение НИОКР и экспериментов, разработка эксплуатационных прототипов малой размерности, накопление опыта, возмещение затрат на разработку и только после этого переход к созданию крупномасштабных изделий повышенной рентабельности.

Сторонники «экстремистских» взглядов не учитывают этих строгих закономерностей, они исключают из программы работ целые этапы. Предлагается иной подход к организации работ по космической гелиоэнергетике. В основу подхода положен принцип поэтапного наращивания мощностей космических солнечных электростанций с одновременным обеспечением рентабельности системы. На повестку дня встает задача разработки мало-, средне- и крупномасштабных образцов космической солнечной электростанции с уровнем вырабатываемой мощности 100 кВт, 1 МВт, 10 МВт, 100 МВт и 1000 МВт. Только после освоения малого уровня полезной мощности, получения необходимого опыта и возмещения произведенных затрат можно будет переходить к последующему этапу.

Принципиальных трудностей создания космических энергоустановок предложенного ряда нет. Сотрудниками НПО «Энергия» в настоящее время разрабатывается универсальная космическая платформа (УКП) с солнечной энергоустановкой, снабженная необходимыми для длительной работы в космосе служебными системами. На УКП может размещаться разнообразная целевая аппаратура, в том числе аппаратура, осуществляющая формирование и излучение СВЧ-пучка в направлении наземной приемной станции. В печати сообщалось, что сверхмощная ракета-носитель «Энергия» выводит на геостационарную орбиту полезный груз массой 18 т. Такая платформа может стать основой для построения малоразмерной космической солнечной электростанции полезной мощностью около 100 кВт. Проблема заключается в создании высокоэффективной системы передачи-приема энергии с приемлемыми апертурами излучающей и принимающей антенн, а также в обеспечении рентабельности энергоснабжения наземных потребителей из космоса.

Известное техническое решение высокоэффективной системы передачи-приема энергии в СВЧ-диапазоне электромагнитных волн предполагает развертывание в космосе и на Земле антенн больших апертур. При дальностях передачи порядка 40 тыс. км, частоте колебаний 2,45 ГГц и КПД тракта передачи около 90% произведение диаметров передающей и приемной антенн не должно быть меньше 10 км2. Для базового варианта космической солнечной электростанции большой мощности апертуры антенн выбраны равными 1 км в космосе и 10 км на Земле. Попытка уменьшить размеры антенн для маломасштабных электростанций до приемлемых величин (например, до 30 и 300 м) приводит к катастрофическому падению КПД до значений, составляющих доли процента. Очевидно, что система направленной передачи-приема энергии для маломасштабных электростанций должна строиться на иных принципах. Разработка такой системы, использующей малые апертуры, откроет дорогу к созданию маломасштабных космических солнечных электростанций, которые могут найти широкое применение в народном хозяйстве.

Потребность народного хозяйства в источниках энергии малой и средней мощности велика. В пустынях, в отдаленных районах, на Крайнем Севере, на островах в Мировом океане размещаются разнообразные производства, энергоснабжение которых традиционными методами затруднено, требует больших затрат и приводит к загрязнению окружающей среды. Таким локальным производственным комплексом может быть малый рудник в Якутии, доставка топлива для энергоснабжения которого представляет собой сложную и дорогостоящую задачу. Рядом с рудником может быть развернута приемная антенна ограниченных размеров, на которую из космоса направляется энергетический луч. Рудник и жилой поселок при нем непрерывно и круглосуточно снабжаются электроэнергией из космоса. Если удельные капитальные затраты составят около 1000 долл/кВт, а цена за электроэнергию не будет превышать 50 центов/кВт-ч, то создание такой электростанции станет целесообразным.

## Позволит ли экономика?

Стоимость установленной мощности космических солнечных электростанций оценивается, как уже было сказано, в 4—5 тыс. долл/кВт. По мнению некоторых специалистов, эта цифра занижена и затраты на 1 кВт установленной мощности могут возрасти до 10 тыс. долл. и более. Если учесть, что удельная стоимость альтернативных источников электроэнергии меньше (наземные солнечные электростанции— 1 тыс. долл/кВт, термоядерные электростанции — 2—3 тыс. долл/кВт), то целесообразность создания космической энергосистемы становится сомнительной. При этом возникает вопрос - почему при всех очевидных преимуществах утилизации солнечной энергии в космосе экономическая эффективность энергосистемы оказывается невысокой?

Рассмотрим основные системы космической солнечной электростанции — солнечный коллектор и систему передачи-приема энергии, а также средства выведения электростанции в космос — грузовые сверхмощные ракеты-носители. Стоимость широко применяемых на практике фотоэлектрических преобразователей, предназначенных для работы в космосе, более чем на порядок превышает стоимость своих наземных аналогов. Это вызвано необходимостью обеспечить радиационную стойкость, применением дорогостоящих материалов, усложнением технологического процесса производства элементов, малой производительностью действующих технологических линий. С развитием космической гелиоэнергетики разница в стоимостях, вероятно, будет сокращаться; цены на фотоэлектрические преобразователи одной площади для наземного и космического применений будут отличаться в 2 или 3 раза.

Технически реализуемая и высокоэффективная беспроводная линия передачи-приема энергии в СВЧ-диапазоне волн предполагает развертывание антенн большой апертуры (диаметры 1 км и 10 км соответственно). Производство и создание в космосе и на Земле подобных циклопических сооружений потребует многомиллиардных затрат, которые для наземных электростанций полностью отсутствуют, ибо генерируемая электроэнергия непосредственно поступает в промышленную сеть. Уменьшение апертур излучающего и приемного устройств, снижение удельной массы СВЧ-генераторов и их стоимости позволили бы значительно сократить удельные капитальные затраты.

Выведение элементов космической солнечной электростанции с Земли на геостационарную орбиту стоит дорого. Сегодня стоимость выведения полезного груза с Земли на низкую опорную орбиту составляет около 10 тыс. долл/кг. Предположим, что в результате прогресса в ракетной технике эта стоимость уменьшится на два порядка и составит 100 долл/кг. Тогда при удельной массе космической солнечной электростанции 10 кг/кВт (масса 50 тыс. т, полезная мощность — 5 млн. кВт) относительная стоимость выведения в космос одного киловатта мощности составит 1000 долл/кВт. Таким образом, только выведение элементов солнечной электростанции на низкую орбиту потребует расходов, равных полным капитальным затратам при создании наземных солнечных электростанций. При этом принятая удельная стоимость выведения (100 долл/кг) является недопустимо заниженной. Парадокс заключается в том, что достижение даже этих предельных технико-экономических показателей не позволит конкурировать с наземными солнечными электростанциями. Требуется дополнительное снижение затрат на выведение грузов в космос, причем для обеспечения конкурентоспособности необходимо довести стоимость транспортировки грузов до значений 20—30 долл/кг, что практически неосуществимо на основе реактивных принципов разгона макротел в гравитационном поле Земли.

Внимательный читатель, вероятно, обратил внимание на разницу в удельных параметрах космической солнечной электростанции и транспортных систем. Если в проект полномасштабной электростанции большой мощности (5 млн. кВт) заложены характеристики, достигнутые на летных или экспериментальных образцах (КПД солнечных батарей — 12%, КПД передачи-приема энергии — 60%, удельная масса солнечного коллектора — 0,5 кг/м2), то удельные параметры транспортной системы близки к предельным, возможность и сроки достижения которых в настоящее время неясны. Причина этого заключается в отсутствии какого-либо опыта разработки и эксплуатации солнечных электростанций и в значительном заделе по ракетам-носителям, позволяющем прогнозировать совершенствование средств выведения, а также в прямом влиянии стоимости выведения на капитальные затраты по космической энергосистеме.

Для определения возможности создания полномасштабных космических солнечных электростанций и высокоэффективных ракет-носителей низкой стоимости требуется проведение большого объема научно-исследовательских и экспериментальных работ, что отодвигает сроки начала реализации программы далеко за 2000 г.

# СОЛНЦЕМОБИЛЬ СЕГОДНЯ.

Пятьдесят лет назад, 31 августа 1955 года, в Чикаго на выставке достижений концерна General Motors впервые был показан прототип транспортного средства на солнечных батареях. Модель автомобильчика длиной чуть более фута с дюжиной селеновых фотоэлементов на крыше и одним миниатюрным электромоторчиком тихонько ползала вокруг павильона. Рядом с ней гордо ходил ее создатель, американский инженер Уильям Кобб. Тогда его исследования финансировались, и он искренне верил, что через пару десятилетий, скажем, по дорогам солнечной Калифорнии будут вовсю колесить бесшумные и экологически чистые солнцемобили. Тем более что КПД солнечных батарей постоянно рос, разрабатывались все более совершенные фотоэлементы. Однако вскоре исследования свернули и про электромобили на энергии нашего светила забыли на три с лишним десятилетия.

Вспомнили про них экологи: в конце 80-х - начале 90-х годов ХХ века ими были построены первые шоу-кары, использующие солнечную энергию. К тому времени КПД фотоэлементов вырос до 15 процентов, и ездили такие машинки довольно шустро, развивая скорость до сотни километров в час. Тут же нашлись энтузиасты этого дела, ведь если появляется возможность на чем-то посоревноваться, гонщики тут же находятся - солнцемобили начали строить по всему миру. А потом в гонку включились университеты, исследовательские центры и автоконцерны, ведь это прекрасная реклама. К тому же на таких авто можно отрабатывать различные высокие технологии, например, испытывать высокоэкономичные электродвигатели, компактные, легкие и емкие аккумуляторы и, наконец, те же самые солнечные батареи. Кстати, в последней сфере недавно произошел настоящий прорыв - исследовательская компания Spectrolab, входящая в состав корпорации Boeing, разработала фотоэлементы, способные преобразовывать в электрический ток 36% солнечной энергии.

Солнцемобили в большинстве своем машины уникальные. В их конструкции используются оригинальные технические решения и новейшие материалы. Отсюда и очень высокая цена. Например, двухместный солнцемобиль "Мечта" обошелся японской автомобильной компании "Хонда" в 2 миллиона долларов. Но деньги были потрачены не напрасно. Трассу трансавстралийского ралли 1996 года протяженностью 3000 км он прошел со средней скоростью почти 90 км/ч , а на прямом скоростном участке достиг 135 км/ч . Рекорд "Мечты" до сих пор никем не побит. Солнцемобиль - это электромобиль, снабжен-ный фото-электрическими преобразователями (сол-нечными батареями) достаточно большой мощности, в которых энергия света преобразуется в электрический ток, питающий тяговый двигатель и заряжающий аккумуляторы.

Конструирование солнцемобилей и испытание их в гонках постепенно оформились в новый технический вид спорта - " брейнспорт ". По сути дела - это состязания интеллектов создателей солнцемобилей . На них отрабатываются параметры транспортных средств будущего. Чтобы солнцемобиль с максимальной мощностью солнечных батарей и электромотора всего 1,5-2 кВт мог соперничать с автомобилем, необходимо использовать самые легкие и прочные конструкционные материалы, высокоэффективные системы электропривода, последние достижения аэродинамики, гелио- и электротехники, электроники и других наук   
Специалисты полагают, что солнечный транспорт станет всерьез конкурировать с автомобильным, когда эффективность доступных по цене солнечных элементов (фотоэлектрических преобразователей) составит 40-50%. Пока же их КПД всего 10-12%. Чтобы солнцемобили с мощностью солнечных батарей 1,5-2 кВт "догнали" автомобили с двигателями в 100 раз мощнее, необходимо использовать легкие и прочные конструкционные материалы, эффективные системы электропривода, достижения аэродинамики, гелио- и электротехники, электроники и других наук.

Конструкции транспортных средств будущего и отрабатываются на ралли солнцемобилей. У солнцемобилей достигнут минимальный для наземных экипажей коэффициент аэродинамического сопротивления (0,1). Опыт концерна " General Motors " при разработке рекордного солнцемобиля " Sunracer " ("Солнечный гонщик") серийное производство которого началось в 1996 г . Его скорость достигает 130 км/ч , до 100 км/ч он разгоняется за 9 с и на обычных свинцово-кислотных аккумуляторах проходит 100 км. Специально для солнцемобилей сконструированы легкие бесколлекторные двигатели постоянного тока с магнитами из редкоземельных металлов и КПД до 98%, а также эффективные микропроцессорные системы управления. В 1993г на трех солнцемобилях - лидерах трансавстралийских гонок впервые низкооборотные двигатели встроили непосредственно в ступицы ведущих колес.

Идея мотор-колеса , сама по себе не новая, в солнцемобилях позволила отказаться от трансмиссии и довести КПД привода до 96-97%. В 1996 г . в трансавстралийском ралли участвовало уже 12 таких конструкций, а компания " Honda ", вдохновленная успехом своей "Мечты", приступила к серийному выпуску электровелосипедов с мотор-колесом . Известные производители шин - "Michelin ", " Bridgestone ", " Dunlop " - разрабатывают новые материалы и протекторы для покрышек солнцемобилей . Уже созданы шины, которые при хорошем сцеплении с дорогой обладают самым низким коэффициентом сопротивления качению - всего 0,007. Фирма " Michelin " производит подобные энергосберегающие шины и для серийных автомобилей Солнечные батареи небольшой мощности на обычных автомобилях кондиционируют воздух в салонах и подзаряжают пусковые аккумуляторы на стоянках, питают радио- и телеаппаратуру.

Проехать три тысячи километров и не потратить ни грамма бензина, солярки или иного энергоносителя - такое сегодня можно увидеть только на гонках электромобилей, осна-щенных солнечными батареями. Совсем недавно подобное мероприятие - World Solar Challenge - завершилось в Австралии, 22 автомобиля из десяти стран боролись за звание самой быстрой машины, не потребляющей топлива. Победила команда гонщиков Nuon Solar из Голландии: чемпионам соревнований 2001 и 2003 годов удалось достичь рекордной средней скорости 102,75 км/ч - они прошли от Дарвина до Аделаиды за 29 часов 11 минут. Их автомобиль Nuna 3 изготовлен на основе новейших космических технологий и теоретически способен разогнаться до 170 километров в час, используя в качестве топлива только солнечный свет. Но появятся ли такие авто когда-нибудь на дорогах? Скорее всего нет, однако отдельные их элементы уже сегодня внедряются в производство.

На ежегодном автошоу в Детройте некоторые посетители ходили вокруг построенного силами студентов Мичиганского университета автомобиля Momentum (в австралийской гонке он занял третье место), пытаясь с ходу определить, где зад, где перед. При высоте менее метра, с тремя колесами, более похожими на велосипедные - их ширина всего 65 миллиметров, Momentum несет на себе более 3000 солнечных батарей. Мощностью в два киловатта и весом 290 кг вместе с водителем, солнцемобиль способен развивать скорость до 105 км/ч.

Стоит такое чудо техники немало: тот же Momentum обошелся в 1,8 миллиона долларов. Понятно, что подобное транспортное средство никогда не окупится, даже если литр бензина будет стоить сотню долларов. К тому же главная награда на гонках - слава и почет. А можно ли сделать солнцемобиль дешевым? В прошлом году в жаркой Венесуэле государственная автопроизводящая компания Bauxita CVG-Bauxilum обнародовала проект автомобиля на солнечных батареях стоимостью всего в шесть тысяч евро, причем в двух вариантах - легковом и микрогрузовичка. Однако пока что никаких иных новостей на этот счет из Каракаса не приходило...

Однако существует гелиотранспорт, который, весьма вероятно, станет популярным и доступным в самое ближайшее время. Речь идет о маломерных судах, лодках, катерах, катамаранах, яхтах и других водных транспортных средствах, приводимых в движение солнечной энергией. Именно на воде задолго до появления электромобиля было испытано первое транспортное средство с электрическим приводом. В 1833 году лодка с двумя электромоторами и 27 гальваническими батареями поднялась по Неве на несколько километров. Принадлежала она работавшему в Петербурге немецкому инженеру Морицу Якоби. Но из-за низкой энергоемкости батарей эксперименты пришлось прекратить. В начале ХХ века появились маломерные суда с двигателями внутреннего сгорания. Энергоемкость углеводородного топлива была значительно выше той, что могли дать гальванические батареи. Лодки и катера с мощными бензиновыми моторами очень быстро получили самое широкое распространение. А электромоторные суда и их сухопутные "братья" - электромобили – из-за ограниченного ресурса аккумуляторных батарей и сложности их зарядки до недавнего времени оставались исключительной редкостью.

Сегодня суда с бензиновыми моторами есть практически на каждом водоеме. Они отравляют воду и воздух, своим ревом, выхлопными газами, вызывающей эрозию берегов сильной волной нарушают условия жизни обитателей рек, озер и морей. Дело дошло до того, что приходится ограничивать, а кое-где запрещать движение моторных лодок. Так что у электромоторных судов с солнечными батареями появился шанс стать им реальной альтернативой. Экологически чистые "солнечные" суда лучше других подходят для активного отдыха, спорта, рыбалки и туризма. Превратить в "солнечный" транспорт водное судно гораздо проще, чем машину: на палубе катера или лодки намного больше места для размещения солнечных батарей, чем в кузове автомобиля. Есть и другие плюсы. На открытых водоемах фотоэлектрические преобразователи не затеняются ни деревьями, ни домами, ни машинами и поэтому отдают больше энергии. Водному транспорту не приходится преодолевать затяжные подъемы и спуски, стремительно разгоняться и тормозить на светофорах, а значит, им нужно меньше энергии. На всех транспортных средствах с солнечным приводом есть аккумуляторы. Их емкость и вес зависят от назначения судна. На катерах или лодках для воскресных прогулок они могут быть небольшими. Если "солнечной" лодкой пользоваться только по выходным, аккумуляторы можно заряжать в рабочие дни, причем солнечные батареи для зарядки аккумуляторов стоит размещать не на самой лодке, а на стационарной береговой гелиостанции В коротком плавании можно обойтись и без аккумуляторов. Но тогда на случай непогоды нужно иметь на борту резервный движитель: весла, педали или парус. Роль паруса могут играть солнечные панели. Из них получается и навес, который защитит от солнца и дождя. В отличие от ДВС современные лодочные электромоторы практически не требуют ухода. Не нужно держать на судне емкости для топлива и смазочных масел и менять масло в двигателе.

Первое электромоторное судно, приводимое в движение солнечной энергией, построил в 1975 году англичанин Алан Фримен . Его электрокатамаран развивал скорость до 5 км/ч . В наши дни, всего через четверть века, скорость электролодок с солнечными панелями возросла более чем вдвое, и их можно купить в магазинах спорттоваров, например, в Германии, Швейцарии и других странах. Электромоторные суда на солнечных батареях не раз проходили испытания в длительных морских путешествиях. В 1985 году японский яхтсмен Кеничи Хори на "солнечном" катере " Сикрикерк " в одиночку пересек Тихий океан. За 75 суток он преодолел 8700 морских миль. Скорость 3-5 узлов, с которой " Сикрикерк " шел от Гавайских островов до острова Бонин вблизи западного побережья США, была близка к средней скорости 9-метровой крейсерской парусной яхты. У "солнечного" судна есть немало преимуществ перед парусным: плавание на нем гораздо меньше зависит от капризов погоды, удобно и то, что можно пользоваться электрическими средствами связи и бытовыми приборами. Например, на катере Кеничи Хори работали холодильник, СВЧ-печь , телевизор и видеокамера, спутниковая навигационная система, радиолокатор, метеорологические приборы и бортовой компьютер. Путешественник взял с собой в одиночное плавание даже малогабаритную стиральную машину. Энергию для работы этих приборов вырабатывали солнечные панели площадью 9 м 2 и общей мощностью 1100 Вт. Из них 500 Вт использовалось днем для работы гребного винта электродвигателя мощностью 0,33 кВт, 400 Вт - для зарядки аккумуляторной батареи, питающей двигатель ночью, 200 Вт - для бытовых нужд и работы радиостанции. Облегченные солнечные модули жестко крепились на крыше рубки и палубе " Сикрикерка ". Тяжелые аккумуляторы располагались в трюмной части корпуса и служили балластом.

Экологически чистые транспортные средства, как наземные, так и водные, были представлены в международном экотуре "Финляндия-2000". Большой интерес специалистов и зрителей вызывала финская "солнечная" яхта "Сольвейг" с палубой, облицованной ярко-синими фотоэлектрическими модулями. Установленный на ней электромотор мощностью 1,5 кВт позволяет в солнечную погоду развивать скорость до 5 узлов. Шесть аккумуляторов емкостью по 125 А ·ч, помещенные внутрь киля, повышают устойчивость судна. В просторной каюте достаточно места для длительного путешествия команды из четырех-пяти человек. Навигационные приборы, СВЧ-печь , холодильник, как и электромотор, получают энергию от солнечных батарей. Складывающаяся, чтобы свободно проходить под низкими мостами, мачта приспособлена для паруса. В экотуре "Финляндия-2000" участвовала еще одна "солнечная" яхта изобретате ля Йорма Панкала , названная " Атон " (по имени древнеегипетского бога Солнца). Легкое судно, изготовленное из стеклопластика, по форме напоминает маленький авианосец. На его просторной палубе достаточно места для размещения солнечных панелей суммарной мощностью 1200 Вт. На "Атоне" нет мачты, но Й. Панкала намеревается оборудовать судно ветроэлектрогенератором на телескопической стойке и парусом в виде воздушного змея. На мелководье, где нельзя пользоваться гребным винтом, пропеллер реверсивного электрогенератора будет работать как воздушный движитель. В днище яхты есть стеклянный иллюминатор. Его можно открыть и облиться морской водой. Осадка судна всего 25 см , поэтому невысокого бортика вокруг иллюминатора вполне достаточно, чтобы избежать затопления судна Экотур "Финляндия-2000" убедил всех, что "солнечные" лодки, катера и яхты пригодны для плавания даже в такой северной стране, как Финляндия, - летом там солнечных дней не намного меньше чем на юге. Они могут быть совершенно автономными даже в длительном плавании и подходят как для малых рек и озер, так и для открытых морей. Фотоэлектрические преобразователи энергии, химические источники тока и системы электропривода, используемые на "солнечных" судах, становятся все более эффективными. Они занимают совсем немного места, поэтому даже на небольших "семейных" яхтах можно разместить разнообразное дополнительное оборудование - от биотуалета до малогабаритной сауны. Это особенно привлекает привыкших к благам цивилизации путешественников. "Солнечные" суда почти бесшумны. На них разговаривают, не повышая голоса, слушают пение птиц, плеск волн и шум ветра, дышат свежим воздухом. Воспользоваться таким транспортом захочет каждый, кто любит совершать водные путешествия.

# РОССИЯ, УКРАИНА И СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

 В России в настоящее время имеется восемь предприятий, имеющих технологии и производственные мощности для изготовления 2 МВт солнечных элементов и модулей в год.

В 1992 году на двух заводах объединения "Интеграл" в г.Минске освоено массовое производство солнечных элементов по технологии, разработанной в соответствии с программой "Экологически чистая энергетика" во Всероссийском научно-исследовательском институте электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии. Производственные мощности этих заводов позволяют выпускать ежегодно 1-2 МВт солнечных элементов и модулей без перестройки основного производства. В случае специализации нескольких заводов на выпуске солнечных элементов в России объем производства к 2010 г. Может превысить 2000 МВт в год. Однако для этого необходима государственная инвестиционная поддержка новых энергетических технологий, в первую очередь технологии производства солнечного кремния. Имеющиеся в Министерстве топлива и энергетики скромные финансовые средства следует тратить не на демонстрационные проекты, а на создание новых технологий, оборудования и производственных мощностей. В качестве примера можно привести проект солнечной электростанции в Кисловодске мощностью 1 МВт. Ее стоимость в ценах 1992 года составляет 1 млрд.руб. По нашим оценкам, этих средств достаточно для создания в течение 3-4 лет производства солнечных элементов по новой технологии с объемом 10 МВт в год, включая производство солнечного кремния.

Развитие фотоэлектрической отрасли промышленности потребует, помимо солнечного кремния, создания производства специального закаленного стекла с низким содержанием железа, алюминиевого проката, электронных регулирующих устройств. В России соответствующие производственные мощности имеются.

  Известно, что солнечная электростанция, работающая на энергосистему, может не иметь суточного и сезонного аккумулирования, если ее мощность составляет 10-15% от мощности энергосистемы. Это соответствует мощности СЭС 40 ГВт, для размещения которой потребуется площадь солнечных элементов около 400 км. Для расчета выработки электроэнергии СЭС разработан алгоритм, реализованный на языке FORTRAN в виде программы SVET. В состав последней входят подпрограмма GIS, разработанная с использованием результатов работ 30,31 и позволяющая рассчитать гистограммы часовых значений инсоляции, и подпрограмма TILT для расчета облученности различно ориентированных наклонных поверхностей, в том числе и в следящих системах. Используется анизотропная модель рассеянной солнечной радиации.

Для каждого часа эксплуатации определялась плотность распределения вероятности для мощности солнечного излучения, приходящего на поверхность СЭС.

Для средних многолетних месячных сумм суммарной радиации ошибка, при доверительной вероятности 0,9 и за период осреднения 30 лет, не превышает 8% . Для метеостанций с меньшим периодом осреднения она может возрасти в 1,5-2 раза.

  Погрешность оценки часовых сумм суммарной радиации, приходящей на горизонтальную поверхность, составляет 5-7%.

По оценке, полученной прямым сравнением экспериментальных данных по поступлению солнечной радиации на наклонные поверхности и расчетных результатов для этих же поверхностей (программа SVET), погрешность в практически важных случаях не превышает 18%. При этом, в большинстве случаев, погрешность расчета составляет от 1 до 8 %.

При выборе места расположения СЭС на территории России использованы данные метеостанций Астрахань, Сочи, Хужер (Байкал), Улан-Удэ, Борзя (Читинская область), Каменная степь (Воронежская область), Оймякон (Якутия), Хабаровск, Нижний Новгород.

 Расчет и опыт эксплуатации СЭС показывает, что почасовая выработка электроэнергии, пропорциональная изменению солнечной радиации в течение дня, в значительной степени соответствует дневному максимуму нагрузки в энергосистеме.

Максимальные значения выработки электроэнергии за год для СЭС пиковой мощностью 1 млн.кВт получены при южной ориентации с углом наклона к горизонту 45 гр. для г.Хабаровска 1,846 млрд. кВтч, для г.Борзя Читинской области 1,898 млрд.кВтч, для г.Улан-Удэ 1,703 млрд. кВтч, а при слежении по двум осям соответственно 2,51 млрд.кВтч, 2,607 и 2,345 млрд.кВтч . В европейской части России оптимальные районы размещения СЭС - это побережье Каспийского и Черного морей, Поволжье. Площадь центральной СЭС примерно в 4 раза превышает активную площадь солнечных элементов.



Поскольку удельная стоимость СЭС не зависит от ее размеров и мощности, в ряде случаев целесообразно модульное размещение СЭС на крыше сельского дома, коттеджа, фермы. Собственник СЭС будет продавать электроэнергию энергосистеме в дневное время и покупать ее у энергетической компании по другому счетчику в ночные часы. Преимуществом такого использования, помимо политики поощрения малых и независимых производителей энергии, является экономия на опорных конструкциях и площади земли, а также совмещение функции крыши и источника энергии.

 При модульном размещении СЭС 1 млн.кВт способна обеспечить электроэнергией 500000 сельских домов и коттеджей.

## Некоторые достижения России в этой области

### Мобильная фотоэлектрическая станция

Мобильная фотоэлектрическая станция (МФС) является автономным источником электропитания.

МФС может быть использована как в полевых условиях, так и для электроснабжения стационарных потребителей.

МФС предназначена для зарядки аккумуляторов, питающих нагрузку. (Контроллеры заряда, обеспечивающие защиту аккумуляторов от перезаряда и глубокого разряда, в комплект поставки не входят).

В некоторых случаях возможно применение МФС без аккумуляторов, например, для питания водоподъемного оборудования (при использовании соответствующего согласующего устройства).

Принцип действия МФС основан на прямом преобразовании солнечного излучения в электричество при помощи солнечных элементов (СЭ) из монокристаллического кремния.

|  |
| --- |
| МФС состоит из 4х модулей солнечных батарей (СБ), сборно-разборной опорной конструкции и кабеля для межмодульной электрической коммутации. |
| Модули СБ представляют собой складную конструкцию, обеспечивающую удобство транспортирования и хранения. Используемые в модулях СЭ защищены от воздействия окружающей среды и механических повреждений с лицевой стороны прозрачной светостойкой пленкой, а с тыльной стороны - жесткой подложкой. |
| Электрические характеристики модулей рассчитаны на заряд аккумуляторов, питающих нагрузку номинальным напряжением 12В. |
| Такие модули могут быть использованы в качестве самостоятельных источников электроэнергии. |
| Опорная конструкция состоит из рамы, в которой с помощью натяжных устройств устанавливаются модули СБ, и двух пар опор, которые позволяют регулировать угол наклона рабочей поверхности МФС к горизонту. |
| С помощью кабеля возможна коммутация всех модулей параллельно для зарядки аккумуляторов номинальным напряжением 12В или последовательно - параллельно - для напряжения 24 В. |

Для обеспечения напряжения 48 В все модули соединяют собственными токовыводами в последовательную цепь.

**Технические характеристики.**

1. **Электрические параметры**\*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Параметр** | **Единицы измерения** | **Исполнение** | | |
| **МФС12** | **МФС24** | **МФС48** |
| Номинальная мощность | Вт | 150-200\*\* | | |
| Номинальное напряжение | В | 16 | 32 | 64 |
| Напряжение разомкнутой цепи | В | 20 | 40 | 80 |

\* - Электрические параметры указаны для стандартных условий измерений.

\*\* - Диапазон номинальных мощностей указан в зависимости от эффективности использованных СЭ.

**2.  Геометрические данные, мм**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Максимальная высота МФС | 2100 |
| 2 | Габариты рамы | 1690x1620x30 |
|  | В рабочем положении | 1480x345x4 |
|  | В транспортном положении | 360x345x18 |
| 3. | Диапазон изменения углов наклона рабочей поверхности МФС | 40° - 75° |
| 4. | Масса в зависимости от материала опорной конструкции, кг | 12-19 |
| 5. | Средняя продолжительность подготовки к работе, мин | 30 |
| 6. | МФС работоспособна в условиях умеренно - холодного климата | при температуре не ниже минус 30 °С. |
| 7. | Срок службы, лет | не менее 7. |

### Портативная система солнечного электропитания

Предназначена для питания бытовой и специальной электроаппаратуры постоянного тока мощностью до 60 Вт. Изготавливается на основе солнечных фотоэлектрических модулей (МФ). В состав системы входят: солнечная батарея, герметизированная аккумуляторная батарея (АБ) с контроллером заряда – разряда и устройством сигнализации о режиме работы системы (смонтированы в отдельном блоке), сетевое зарядное устройство (адаптер) и светильник с компактной люминесцентной лампой.

**Технические характеристики**

|  |  |
| --- | --- |
| Номинальное рабочее напряжение, В | 12 и 9 |
| Максимально отдаваемая мощность, Вт | 60 |
| Электрическая емкость аккумулятора, А/ч | 7,2 – 14,4 |
| Максимально отдаваемая энергия аккумулятором, Вт/ч | 28,8–57,6 |
| Максимально допустимая глубина разряда аккумулятора,  | 30 |
| Максимальный зарядный ток, А | 0,7 – 1,4 |
| Максимальное напряжение при зарядке, В | 14,4 |
| Минимальное допустимое напряжение на аккумуляторе, В | 11,5 |
| Мощность светильника с компактной люминесцентной лампой, Вт | 7 |
| Габаритные размеры, мм | 256 258 98 |
| Масса, кг | 3,2 |

***Особенности системы:***

* Аккумулирование энергии, поступающей от различных источников, включая солнечные и термоэлектрические батареи, сетевого зарядного устройства.
* Технологичность, простота сборки и эксплуатации осуществляется благодаря применению электрических разъемов.
* Небольшой вес и компактность.

### Солнечная система автономного освещения

Предназначена для освещения внутри и снаружи зданий и улиц без использования традиционных источников электропитания (склад пожароопасных и взрывчатых веществ, места отдыха и т.п.).

Электропитание осуществляется от солнечной батареи и аккумуляторной батареи.

**Особенности:**

* работоспособность в условиях минусовой температуры (до20 С),
* широкий диапазон программирования рабочего режима,
* большой срок эксплуатации без обслуживания (до 5 лет).

|  |
| --- |
| 1 |

|  |
| --- |
| 2 |

|  |
| --- |
| 3 |

|  |
| --- |
| 4 |

|  |
| --- |
| 7 |

|  |
| --- |
| 6 |

|  |
| --- |
| 5 |

|  |
| --- |
| Солнечная батарея |

|  |
| --- |
| Аккумуляторная батарея типа "Оптима" |

|  |
| --- |
| Контрол-  лер |

|  |
| --- |
| Программирующий  таймер |

|  |
| --- |
| Люминесцентный светиьник |

***1 – фотоэлектрический модуль;***

***2 – люминесцентный светильник;***

***3 – опора;***

***4 – гравий;***

***5 – аккумуляторная батарея;***

***6 – бетонный фундамент;***

***7 – грунт***

### Солнечная водоподъемная установка

Предназначена для подъема воды из водоисточников с глубиной залегания воды до 20 м. Установка применяется  для водоснабжения садово-огородных и дачных участков, приусадебных и фермерских хозяйств, отгонных пастбищ и других объектов.

**Состав и параметры комплекта**

*Солнечная батарея*

Число модулей типа МФ36/4-С, шт.             2

Мощность, Вт                                                   60

Габаритные размеры, мм                              90096030

Масса, кг                                                            11

*Контроллер*

Мощность выходная, Вт                                  250

Напряжение, В                                                 12

Габаритные размеры, мм                                 20020080

Масса, кг                                                            1,0

*Аккумуляторная батарея*

Количество, шт                                                 1

Напряжение, В                                                  12

Емкость, Ач                                                    90

Тип                                                                    автомобильный

Масса, кг                                                            34

*Инвертор напряжения*

Напряжение входа, В                                        12

Напряжение выхода, В                                   220

Мощность, Вт                                                  600

Масса, кг                                                           2,2

*Водяной насос (вибрационный)*

Мощность, Вт                                                  200

Производительность, л/ч                                300

Номинальная высота подъема, м                    20

Максимальная высота подъема, м                  40

Масса, кг                                                           3,5

*Водяной шланг*

Диаметр, мм                                                      19

Длина, м                                                             25

Масса, кг                                                            10

### Энергосберегающие вакуумные стеклопакеты

Предназначены для герметизации солнечных фотоэлектрических элементов при изготовлении солнечных модулей и создания теплосберегающих прозрачных экранов в конструкциях зданий и теплиц в виде различных стеклянных покрытий (оконные проемы, лоджии, зимние сады, оранжереи и т.п.)

Использование вакуумных паяных стеклопакетов позволяет в значительной мере решить проблемы энергосбережения.

Стандартные стеклопакеты состоят из двух или трех листов стекла, склеенных между собой с помощью специальной рамки. Такие стеклопакеты заполнены инертным газом и снабжены поглотителями влаги для предупреждения запотевания и замерзания стекла.

ВИЭСХом совместно с предприятиями электронной промышленности разработаны принципиально новые вакуумные стеклопакеты, обладающие уникальными свойствами. В результате срок службы, определяемый ресурсом сохранения герметичности, составляет 4050 лет.

Воздух (или инертный газ) в пространстве между стеклами заменен на вакуум, что улучшило теплоизолирующие и шумопоглощающие свойства. В таблице представлены теплоизолирующие свойства вакуумных стеклопакетов. При наличии специального покрытия на стеклах сопротивление теплопередачи может быть увеличено в 10 раз по сравнению с одинарным остеклением.

***Сопротивление теплопередачи прозрачных ограждений зданий, теплиц и солнечных установок***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Толщина,мм | Сопротивление  теплопередачи,  м2°С/Вт |
| Один лист стекла | 6 | 0,17 |
| Два листа стекла с зазором 16 мм | 30 | 0,37 |
| Вакуумный стеклопакет | 6 | 0,44 |
| Вакуумный стеклопакет  со спецпокрытием на одном стекле | 6 | 0,85 |
| Вакуумный стеклопакет  со спецпокрытием на двух стеклах | 6 | 1,2 |
| Двойной вакуумный стеклопакет со спецпокрытием на двух стеклах | 12 | 2,0 |
| Кирпичная стена в  2,5 кирпича | 64 | 1,2 |

Высокая долговечность и прекрасные теплоизолирующие свойства получены при толщине вакуумного зазора 40 мкм и толщине стеклопакета 45 мм. Если в жилом доме двойные оконные рамы с толщиной стекла 5 мм, то при замене стекла на стеклопакеты толщиной 5 мм используются те же оконные рамы. Теплоизолирующие свойства окна улучшатся в 510 раз и будут такими же, как у кирпичной стены толщиной 0,51 м. Это самый экономичный метод повышения комфортности жилого помещения, так как не требует замены рам. Минимальная стоимость стеклопакета толщиной 5 мм составляет 1000 руб./м2.

При строительстве теплицы или зимнего сада из вакуумных стеклопакетов затраты энергии на отопление снизятся на 90%*.* Солнечные установки с вакуумными стеклопакетами (см. рисунок) будут нагревать воду не до 60°С, а до 90°С, т. е. они из установок для горячего водоснабжения переходят в разряд установок для отопления зданий. Новые технологии дают простор для фантазии архитекторов и строителей. Представьте себе обычный теплый дом с кирпичными стенами толщиной 1 м и такой же теплый дом с толщиной стен 10 мм, выполненных из вакуумных стеклопакетов.

Конструкция стеклопакетов защищена свидетельствами на полезную модель и двумя патентами на изобретения.

Технология изготовления имеет ноу-хау.

## 6.2. Солнечная энергия в Крыму

В Крыму наблюдается также наибольшее число часов солнечного сияния в течение года (2300-2400 часов в год) , что создает энергетически благоприятную и экономически выгодную ситуацию для широкого практического использования солнечной энергии.

В то же время, источник имеет довольно низкую плотность (для Крыма до 5 ГДж на 1 м 2 горизонтальной поверхности) и подвержен значительным колебаниям в течение суток и года в зависимости от погодных условий, что требует принятия дополнительных технических условий по аккумулированию энергии.

Основными технологическими решениями по использованию энергии являются: превращение солнечной энергии в электрическую и получение тепловой энергии для целей теплоснабжения зданий.

Прямое использование солнечной энергии в условиях Крыма, для выработки в настоящее время электроэнергии, требует больших капитальных вложений и дополнительных научно-технических проработок. В 1986 г. вблизи г. Щелкино построена первая в мире солнечная электростанция (СЭС-5) мощностью 5 тыс. кВт. К 1994 г. она выработала около 2 млн. кВт. час электроэнергии. Эксперимент с СЭС показал реальность преобразования солнечной энергии в электрическую, но стоимость отпускаемой электроэнергии оказалась слишком высокой, что в условиях рыночной экономики является малоперспективным.

В настоящее время ПЭО "Крымэнерго" обосновало применение в Крыму солнечно-топливных электростанций, являющихся СЭС второго поколения с более высокими технико-экономическими показателями. Такую электростанцию планируется построить в Евпатории. Сегодня солнечная энергетика получила широкое развитие в мире. Мировым лидером по строительству СЭС является американско-израильская фирма "Луз", сооружающая станции мощностью 30-80 МВт, на которых используется принципиально новая технология с параболоциливдрическими концентратами солнечного излучения. Себестоимость вырабатываемой ими электроэнергии ниже, чем на атомных электростанциях. Перспективность применения фотоэлектрического метода преобразования солнечной энергии обусловлено его максимальной экологической чистотой преобразования, значительным сроком службы фотоэлементов и малыми затратами на их обслуживание. При этом простота обслуживания, небольшая масса, высокая надежность и стабильность фотоэлектропреобразователей делает их привлекательными для широкого использования в Крыму.

Основными задачами по широкому внедрению фотоэлектрических источников питания являются:

* разработка научно-технических решений по повышению КПД фотоэлементов;
* применение высокоэффективных фотоэлементов с использованием концентраторов солнечного излучения.

Техническая подготовленность отечественных предприятий на Украине позволяет освоить производство фотоэлектрических источников питания на суммарную установленную мощность до 100 МВт.

Мощность фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, внедряемых в Крыму к 2010 г., может составить до 3,0 МВт, что может обеспечить экономию топлива до 1,7 тыс т у. т. в автономных системах энергообеспечения.

Солнечная энергия в Крыму может использоваться не только для производства электроэнергии, но и тепла. Это реально при широком распространении в республике солнечных батарей (коллекторов) , легко сооружаемых и высокорентабельных. Разработкой и изготовлением солнечных коллекторов новой конструкции занимаются ГНПП “Гелиотерн” , “Крымэнерго” (пос. Утес) и трест “Южстальмонтаж” (г. Симферополь) . Горячее водоснабжение от солнца (коллекторов) сбережет дефицитное органическое топливо и не будет загрязнять воздушный бассейн. В настоящий же период 80% тепловой энергии производят более трех тысяч котельных, которые не только сжигают огромное количество органического топлива, по и существенно повышают концентрацию газопылевых загрязнений воздушной среды.

Для успешного внедрения экологически чистых систем солнечного теплоснабжения, повышения надежности их функционирования необходимо:

* разработать и внедрить в производство на предприятиях Крыма различные виды энергетически эффективных солнечных коллекторов с улучшенными теплотехническими характеристиками, отвечающими современному зарубежному уровню, в частности: с селективным покрытием, вакуумные, пластмассовые для бытовых нужд, воздушные для нужд сельского хозяйства;
* довести выпуск солнечных коллекторов к 2010 г. до 3-5 тыс. штук в год, что эквивалентно замещению годового использования топлива - 0,35 - 0,65 тыс. у.е. т. ;
* увеличить в 2-3 раза выпуск высокоэффективных теплообменников для солнечных установок;
* обеспечить достаточную постановку запорной и регулирующей арматуры, приборов для автоматизации технологических процессов.

Реализация этих предложений позволяет создать в Крыму собственную промышленную индустрию по выпуску основного специализированного оборудования для комплектации и строительства установок по использованию солнечной энергии.

Наиболее перспективными направлениями солнечного теплоснабжения на ближайшую перспективу (до 2010 г.) являются:

* солнечное горячее водоснабжение индивидуальных и коммунальных потребителей сезонных объектов (детские, туристические, спортивные лагеря, объекты санаторно-курортной сферы, жилых и общественных зданий) ;
* пассивное солнечное отопление малоэтажных жилых домов и промышленных сооружений, главным образом, в сельской местности и Южном берегу Крыма;
* использование солнечной энергии в различных сельскохозяйственных производствах (растениеводство в закрытых грунтах, сушка зерна, табака и других сельхозпродуктов и материалов) ;
* применение низкопотенциальной теплоты, полученной на солнечных установках, для разнообразных технологических процессов в различных отраслях промышленности (для пропарки при производстве железобетонных изделий и др. целей) .

Экономия топлива на отопительных котельных от внедрения этих установок может составить к 2000 г. - 4,01 тыс. т у. т., за период 2001-2005 г. - 6,5 тыс. т у. т. и за период с 2006 по 2010 г. - 11,66 тыс у. т.

Дополнительная выработка электроэнергии от работы солнечных фотоэлектрических преобразователей батарей может составить к 2000 г. - 0,30 млн. кВт.ч., за период с 2001 по 2005 г. - 0,72 млн. кВт.ч., за период с 2006 по 2010 гг. - 1,8 млн. кВт.ч.

Для реализации программы к 2010 г. промышленность Крыма должна обеспечить производство солнечных коллекторов до 3,5 - 4,0 тыс. штук ежегодно.

## Крымская солнечная электростанция

Проекты электростанции, где турбину будет вращать пар, полу­ченный из нагретой солнечными лучами воды, разрабатывается сей­час в самых различных странах. В СССР экспериментальная солнеч­ная электростанция такого типа по­строена на солнечном побережье Крыма, вблизи Керчи. Место для станции выбрано не случайно— ведь в этом районе солнце светит почти две тысячи часов в год. Кро­ме того, немаловажно и то, что земли здесь солончаковые, не при­годные для сельского хозяйства, а станция занимает довольно боль­шую площадь.

Станция представляет собой не­обычное и впечатляющее соору­жение. На огромной, высотой более восьмидесяти метров, башне уста­новлен солнечный котел парогене­ратора. А вокруг башни на обшир­ной площадке радиусом более полукилометра концентрическими кругами располагаются гелиоста­ты —сложные сооружения, серд­цем каждого из которых является громадное зеркало, площадью бо­лее 25 квадратных метров. Очень непростую задачу пришлось решать проектировщикам станции — ведь все гелиостаты (а их очень мно­го — 1600!) нужно было располо­жить так, чтобы при любом положении солнца на небе ни один из них не оказался в тени, а отбра­сываемый каждым из них солнеч­ный зайчик попал бы точно в вер­шину башни, где расположен паро­вой котел (поэтому башня и сдела­на такой высокой). Каждый гелио­стат оснащен специальным устрой­ством для поворота зеркала. Зерка­ла должны двигаться непрерывно вслед за солнцем — ведь оно все время перемещается, значит, зай­чик может сместиться, не попасть на стенку котла, а это сразу же скажется на работе станции. Еще больше усложняет работу станции то, что траектории движения гелио­статов каждый день меняются: Зем­ля движется по орбите и Солнце ежедневно чуть-чуть меняет свой маршрут по небу. Поэтому управле­ние движением гелиостатов пору­чено электронно-вычислительной машине — только ее бездонная па­мять способна вместить в себя за­ранее рассчитанные траектории

движения всех зеркал.

Под действием сконцентриро­ванного гелиостатами солнечного тепла вода в парогенераторе нагре­вается до температуры 250 гра­дусов и превращается в пар вы­сокого давления. Пар приводит во вращение турбину, та — электро­генератор, и в энергетическую сис­тему Крыма вливается новый ру­чеек энергии, рожденной солнцем. Выработка энергии не прекратится, если солнце будет закрыто тучами, и даже ночью. На выручку придут тепловые аккумуляторы, установ­ленные у подножия башни. Излиш­ки горячей воды в солнечные дни направляются в специальные хра­нилища и будут использоваться в то время, когда солнца нет.

Мощность этой экспери-менталь­ной электростан-ции относительно неве-лика — всего 5 тысяч киловатт. Но вспомним: именно такой была мощность первой атомной электро­станции, родона-чальницы могучей атомной энергетики. Да и выработ­ка энергии отнюдь не самая глав­ная задача первой солнечной эле­ктростанции — она потому и назы­вается экспериментальной, что с ее помощью ученым предстоит найти решения очень сложных задач эксплуатации таких станций. А та­ких задач возникает немало. Как, например, защитить зеркала от за­грязнения? Ведь на них оседает пыль, от дождей остаются потеки, а это сразу же снизит мощность станции. Оказалось даже, что не вся­кая вода годится для мытья зеркал. Пришлось изобрести специальный моечный агрегат, который следит за чистотой гелиостатов. На экспе­риментальной станции сдают экза­мен на работоспособность устрой­ства для концентрации солнечных лучей, их сложнейшее оборудова­ние. Но и самый длинный путь на­чинается с первого шага. Этот шаг на пути получения значительных количеств электроэнергии с по­мощью солнца и позволит сде­лать Крымская экспериментальная солнечная электростанция.

Советские специалисты готовят­ся сделать и следующий шаг. Спроектирована крупнейшая в мире солнечная электростанция мощ­ностью 320 тысяч киловатт. Место для нее выбрано в Узбекистане, в Каршинской степи, вблизи молодо­го целинного города Талимарджана. В этом краю солнце светит не ме­нее щедро, чем в Крыму. По прин­ципу действия эта станция не отли­чается от Крымской, но все ее сооружения значительно масштаб­нее. Котел будет располагаться на двухсотметровой высоте, а вокруг башни на много гектаров раскинет­ся гелиостатное поле. Блестящие зеркала (72 тысячи!), повинуясь сигналам ЭВМ, сконцентрируют на поверхности котла солнечные лучи, перегретый пар закрутит турбину, генератор даст ток 320 тысяч кило­ватт—это уже большая мощность, и длительное ненастье, препят­ствующее выработке энергии на солнечной электростанции, может существенно сказаться на потреби­телях. Поэтому в проекте станции предусмотрен и обычный паровой котел, использующий природный газ. Если пасмурная погода затянет­ся надолго, на турбину подадут пар из другого, обычного котла.

# 7. НЕКОТОРЫЕ МИРОВЫЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## 7.1. Солнечная кухня

Помните хмурую личность - Сундукова, из кинофильма "Три плюс два" и его персональную солнечную кухню? Впечатляет?

По своей сути солнечная кухня - это бытовая гелиоустановка, предназначенная для приготовления пищи.

Ее основной элемент - гелиоконцентратор, (чаще всего в виде отражателя параболоидной формы), фокусирующий солнечные лучи на поверхности приёмника излучения (кастрюли, кипятильника и т.п.).

Для легкости применения, гелиоконцентраторы для солнечной кухни имеют невысокую точность фокусирования. Обычно концентрация солнечной энергии (относительное увеличение плотности лучистого потока) не превосходит 250, т.к. большая плотность энергии на поверхности приёмника делала бы солнечную кухню неудобной в обращении.  Вращение гелиоконцентратора  вслед за видимым движением Солнца осуществляется вручную. КПД достигает 55-60%.

Солнечная кухня незаменима в сельской местности и удаленных местах, где нет центрального газоснабжения. Она позволяет приготовить пищу, не разжигая костер. Не нужно использовать уголь и дрова, следить за очагом и беспокоиться о том, что дети могут пострадать от огня.   
Например, всего за 15 минут на солнечной кухне можно вскипятить трехлитровый металлический чайник воды, сварить суп.

Так же, солнечные кухни очень удобны в походных условиях. После использования "зонтик" можно сложить и положить в багажник машины, нести в руках.

Использование солнечных кухонь сохраняет время, экономит деньги и "персональную" энергию, которую Вы можете с радостью потратить на своих близких.

## 7.2. Солнечная стена

Сразу скажем, новация появилась не вчера и уже успела завоевать энное число благодарных поклонников, равно как и ряд наград от разных журналов и организаций. Однако система  периодически всплывает на ресурсах, посвящённых "зелёным" технологиям, и мы не могли пройти мимо - уж больно изящно работает эта вещица, стоящая, кстати, не таких уж больших денег, в сравнении с традиционными системами поддержания "правильной" температуры в зданиях, да и устроенная довольно просто.

Предназначена, главным образом, для офисных и промышленных сооружений среднего и большого "калибра", но, очевидно, не откажется поработать и в крупном коттедже.

Система называется "Солнечная стена" (Solarwall), и производится она транснациональной компанией Conserval Engineering с головным офисом в Канаде.

"Солнечная стена" - это вторая стена, устанавливаемая с зазором примерно в несколько сантиметров поверх южной стены здания. Этот дополнительный слой представляет собой тонкие панели из алюминия или стали, с чёрным покрытием и множеством маленьких отверстий по всей площади.

Верхняя часть образовавшейся между стенами полости соединяется с вентилятором, подающим воздух с улицы в здание.

В осенне-зимний период, когда есть солнце (а так бывает, во всяком случае, в США и Канаде - нередко), чёрные пластины "Солнечной стены" заметно нагреваются. Воздух с улицы втягивается в отверстия, нагревается в промежутке между стенами и попадает в помещение.

Более того, уходящее через настоящую стену (кирпич или та же сталь) здания, ту самую стену поверх которой смонтирована стена "Солнечная", внутреннее тепло прогретого помещения здесь не пропадает зря, а помогает нагревать поступающий внутрь свежий воздух.

Так существенно снижается необходимая мощность штатной системы обогрева здания.

Летом же, как ни странно, эта чёрная стена помогает зданию охлаждаться. Только теперь в системе переключаются заслонки, и нагретый в фальш-стене воздух сразу выбрасывается наружу, а вот его восходящий поток помогает засасывать в здание, через другие каналы, воздух с улицы. И та же стена мешает южному фасаду здания перегреваться.

Так снижается требуемая мощность штатной системы кондиционирования.

 Установленные на ряде промышленных сооружений "Солнечные стены" экономят теперь своим владельцам тысячи долларов в год, а планете - тонны и тонны топлива для электростанций.

## 7.3. Солнечные аксессуары

Преобразование солнечной энергии в электрическую осуществляется при помощи фотоэлектрических модулей. Материалом для них служит один из самых распространенных в земной коре элементов - кремний, а "топливом" - солнечные лучи. Сегодня солнечные батареи вошли в повседневный быт многих миллионов людей прочно и навсегда. Они идеальны для путешествий и в вариантах мобильного использования.

Как известно, бывают такие моменты, когда зубная щетка недоступна. Но с этой проблемой достаточно легко справиться. А вот что делать, когда вам необходимо срочно зарядить батареи вашего мобильника или цифрового фотоаппарата, а ближайшая розетка находится от вас на расстоянии, скажем, километров 20, а то и больше?. Как вариант, можно приобрести дополнительные аккумуляторы для всех ваших устройств. Но есть более изящный выход – универсальные зарядные устройства, позволяющие получать электричество практически из воздуха.

Устройства представляют собой батарею солнечных элементов, монтированных в корпус, напоминающий записную книжку. Помимо рабочей поверхности, в корпусе уместился аккумулятор на 700 мАч или на 600 мАч, который может питать внешнее устройство, когда солнечного света нет. Зарядить аккумулятор можно как от солнца, так и от сети с помощью адаптера. Вы легко можете зарядить свой мобильный телефон или фотоаппарат!



Разместив солнечные батареи на поверхности походного рюкзака, производители солар-продукции, предлагают Вам идеальный вариант комфортной мини-электростанции, от которой можно зарядить радио, мобильный телефон или фотоаппарат.

Но пожалуй, наибольшее распространение получили калькуляторы и часы на солнечных батареях - эти устройства потребляют совсем небольшое количество энергии и та батарея, которую можно уместить на корпусе имеет достаточную

Если любите походы и ведете активный образ жизни, или Вам просто нравиться слушать радио, то радиоприемник, работающий на солнечных батареях, создан специально для Вас. При солнечной погоде, Вы будете слушать его весь день. В пасмурную погоду, после 12-ти часов подзарядки радио может работать 6-8 часов. Обычно "походные" приемники включают: компас, термометр, сирену, часы, будильник и фонарик. Компактное радио, с наушниками, можно использовать каждый день.

Существует достаточно широкий выбор игрушек и сувениров на солнечных батареях. Солар-игрушки интресны для ребенка не только своим ярким внешним видом, но и не традиционным принципом работы. Их легко можно взять с собой на дачу в летний день и ребенку будет чем заняться.

## 7.4. Солнечные стирлинги

Прежде, чем рассказать о проекте американских энергетиков, нужно сказать пару слов о стирлинге - двигателе. В отличие от дизеля и бензинового ДВС это - двигатель внешнего сгорания. Его тепловой замкнутый цикл кардинально отличается от циклов Отто или Дизеля.

Так, нагрев рабочего газа в цилиндре стирлинга (при подводе тепла извне) происходит при практически постоянном объёме, затем идёт расширение при почти постоянной температуре, потом газ перемещается отдельным поршнем-вытеснителем в холодную зону, где происходит охлаждение при почти постоянном объёме.

Далее следует сжатие при постоянной температуре. Затем вытеснитель загоняет тот же газ в горячую область, и всё начинается сначала.

При этом в канале между горячей и холодной областью часто ставят пористый теплорегенератор, который ускоряет охлаждение и нагрев газа при его движении в ту или иную сторону.

Разумеется, машина, построенная непосредственно мистером Стирлингом, отличается от современных стирлингов так же сильно, как первые дизели, созданные самим Рудольфом Дизелем от дизельных моторов XXI века. Но принцип остался тем же.

 Теоретически КПД Стирлинга может совпадать с физическим пределом, определяемым разностью температур "печки" и "холодильника", да и на практике можно получить от стирлингов КПД порядка 70%, что раза в два выше, чем у хорошего дизеля.

Почему же стирлинг "не пошёл"? Увы, чтобы получить от него сколь-нибудь приемлемую удельную мощность (по отношению к его размерам и весу), как и выжать весь потенциал цикла по КПД, нужно идти на ряд технологических ухищрений, которые сильно удорожают конструкцию.

У стирлинга есть сильные козыри. Это не только КПД, но и почти полное отсутствие шума (никаких взрывов) и возможность работать на любом топливе - от бензина и солярки, до угля, Солнца или атомной энергии.

Собственно, всё, что требуется - это нагревать чем-то определённый узел этого мотора - верхнюю часть закрытого цилиндра.

Потому стирлинги нашли ограниченное применение (на некоторых подлодках или как вспомогательные генераторы).

Очевидно, преимущества этих двигателей становятся особо выгодными при стационарном использовании, когда собственный вес двигателя не важен. Например, при выработке энергии из солнечного излучения.

Об этом инженеры думали давно, да и кое-какие установки такого типа уже строились. Но, кажется, никто ещё не осмеливался строить солнечные фермы на двигателях стирлинга, чтобы производить электроэнергию в хоть каких-то промышленных масштабах.

И вот американская национальная лаборатория Сандия (Sandia National Laboratories), один из крупнейших научных центров, специализирующийся на энергетике, объединила свои усилия с американской компанией Stirling Energy Systems, и начала строить первые "солнечные фермы", основанные на двигателях Стирлинга

Собственно, солнечные стирлинги были разработаны компанией Stirling Energy Systems, а учёные из лаборатории Сандия помогают их совершенствовать.

Было испытано шесть солнечных генераторов, которые обеспечивают электричеством боле 40 домов.

Пять новых систем смонтированы в испытательном центре Сандии. Они присоединяются к первому такому опытному образцу, который был создан в 2004 году, и вместе образуют электростанцию с выходной электрической мощностью 150 киловатт (в дневные часы, конечно).

Солнечный свет концентрируется на двигателях с помощью зеркал, каждое из которых пос-троено из 82 отдельных сек-ций.

"Это будет наибольшая группа солнечных ус-тановок стир-линга в мире, - утверждает лидер проекта со стороны Сандии Чак Андрака (Chuck Andraka). - В конечном счёте, проект предполагает создание 20 тысяч систем, которые будут размещены на нескольких солнечных фермах и будут поставлять электричество юго-западным распределительным компаниям".

Каждая установка работает автоматически. Без вмешательства оператора или даже присутствия человека. Она запускается каждое утро на рассвете и работает в течение дня, отслеживая солнце и переходя "ко сну" на закате.

Параметры системы могут быть проверены и изменены через Интернет. Исследователи хотят заставить шесть систем плодотворно сотрудничать с тем же самым уровнем автоматизации.

Сам двигатель - замкнутая система, заполненная водородом, который и циркулирует в ней, нагреваясь и охлаждаясь. Изменение в его давлении двигает поршни, которые вращают вал, связанный с электрогенератором.

Полный КПД, рассчитанный от солнечного света и до электричества в выходных проводах, составляет 30%, что немного выше, чем у обычных солнечных батарей.

Стоимость каждой установки - приблизительно $150 тысяч. При серийном выпуске цена на эти стирлинги может быть снижена более чем втрое, что доведёт стоимость электричества, произведённого таким способом, до уровня классических топливных технологий.

Большая сложность самих стирлингов - это подход при проектировании и постройке. Здесь требуется более, так сказать, деликатный подход , чем в случае с дизелем, и он отпугивает многих. Может, и зря. По расчётам авторов проекта, в теории одна ферма солнечных стирлингов, под которую отвели бы территорию всего-то 160 х 160 километров на юге США, покрыла полностью всю потребность страны в электроэнергии.

Но почему-то когда люди говорят об альтернативной энергетике, имеют в виду лишь солнечные батареи, ветрогенераторы, приливные и волновые станции, иногда - геотермальное тепло. Может пора рассмотреть и эту часть альтернативной энергетики?

## 7.5. Светильники на солнечных батареях

Еще недавно использование энергии солнца для ночного освещения улиц, парков, автострад было недоступно. Но прогресс не стоит на месте и на сегодняшний день существуют фотоэлектрические системы освещения территорий, основанные на принципе солнечных технологий.

Системы имеют автономное электроснабжение на базе солнечного модуля, что позволяет с наименьшими затратами решить проблему освещения территорий, не имеющих централизованного электроснабжения.

Принцип действия системы прост и надежен. В течении светлого времени суток, фотоэлектрический элемент, превращает солнечную энергию в электрическую и заряжает ею аккумуляторы. С наступлением темноты светильник автоматически включается и обеспечивает мягкое освещение до наступления рассвета.

Для зарядки аккумуляторов, не обязательны прямые солнечные лучи, солнечная батарея способна улавливать солнечную энергию даже в пасмурную погоду и зимнее время суток.

Фотоэлектрическая система освещения состоит из:

1. Фотоэлектрического модуля, который преобразует солнечный свет в электроэнергию.
2. Аккумулятора-накопителя энергии. Используются герметичные, необслуживаемые аккумуляторы, срок службы которых в среднем от 5 до 15 лет, в зависимости от модели.
3. Контроллера - оптимизатора зарядки/разрядки аккумулятора, помогающего продлить эксплуатационный период аккумулятора. Контроллер автоматически включает и выключает освещение на рассвете и закате, но так же имеет в комплекте таймер для настройки режима включение/выключение в заданное время.
4. Инвертора, который служит для преобразования постоянного тока, в переменный (220В).
5. Осветительного блока, включающего: плафон и лампу.

Контроллер и аккумулятор помещают в верхней или нижней части столба, а так же возможно расположение под землей.

Все электронные приборы, входящие в состав фотоэлектрической системы, имеют защиту от короткого замыкания, перегрева и перегрузки. Это обеспечивает надёжность системы и эффективную поддержку ее работы.

***Светильники для освещения дорог и автострад***

В настоящее время возросла потребность установки осветительных систем на автотрассах, что значительно увеличивает безопасность водителей и пешеходов. Существуют фотоэлектрические системы, предназначенные специально для освещения дорог и автотрасс. Для обеспечения требуемого освещения система устанавливается на столбах высотой 10- 12 метров .

***Декоративные садово-парковые светильники***

Светильники и фонари на солнечных батареях удобны и практичны, они не требуют ухода, экономят электричество. Они позволяют подсвечивать территорию, создать необходимый уют и комфорт на лоджии, балконе или открытой веранде Вашего дома, на территории загородного участка.

При установке светильников с солнечной панелью нет необходимости выполнять земляные работы, прокладывать траншеи, протягивать электрический кабель, рискуя превратить ухоженный загородный участок в строительную площадку, достаточно просто установить его в нужном месте. Единственное условие: располагать светильники так, чтобы в течение светлого времени суток они не были в тени.

Надежность и простота конструкции, использование слабых токов делают прибор абсолютно безопасным для человека и домашних питомцев.

Светильники мобильны и легко переносимы. Их вес составляет в среднем 400-600 гр. Имеют защищенную от осадков конструкцию.

Модельный ряд, способен удовлетворить любые вкусы и запросы. От простых и "сдержанных" форм до стиля "модерн", "хай-тек" и стилизации "под старину".

Светильник на солнечных батареях -это оригинальный и практичный подарок. Вместе с добрыми пожеланиями дорогому или уважаемому человеку можно подарить частицу солнечного света и тепла. Что может быть приятнее?

## 7.6. Опреснитель

В первую очередь ученые напра­вили свои усилия на получение с помощью солнечной энергии воды. Вода в пустыне есть, да и найти ее сравнительно нетрудно — расположена она неглубоко. Но ис­пользовать эту воду нельзя — слиш­ком много в ней растворено раз­личных солей, она обычно еще более горькая, чем морская. Чтобы при­менить подпочвенную воду пустыни для полива, для питья, ее нужно обя­зательно опреснить. Если это уда­лось сделать, можно считать, что ру­котворный оазис готов: здесь можно жить в нормальных условиях, пасти овец, выращивать сады, причем круглый год — солнца достаточно и зимой. По расчетам ученых, толь­ко в Туркмении может быть по­строено семь тысяч таких оазисов. Всю необходимую энергию для них будет давать солнце.

Принцип действия солнечного опреснителя очень прост. Это сосуд с водой, насыщенной солями, за­крытый прозрачной крышкой. Вода нагревается солнечными лучами, понемногу испаряется, а пар кон­денсируется на более холодной крышке. Очищенная вода (соли-то не испарились!) стекает с крышки в другой сосуд.

Конструкции этого типа известны довольно давно. Богатейшие залежи селитры в засушливых районах Чили в прошлом веке почти не разраба­тывались из-за отсутствия питьевой воды. Тогда в местечке Лас-Сали-нас по такому принципу был по­строен опреснитель площадью 5 ты­сяч квадратных метров, который в жаркий день давал по 20 тысяч литров пресной воды.

Но только сейчас работы по ис­пользованию солнечной энергии для опреснения воды развернулись широким фронтом. В туркмен­ском совхозе «Бахарден» впервые в мире запустили самый настоя­щий «солнечный водопровод», обеспечивающий потребности лю­дей в пресной воде и дающий воду для полива засушливых земель. Миллионы литров опресненной во­ды, полученной из солнечных уста­новок, намного раздвинут границы совхозных пастбищ.

## 

## 7.7. Солнечная печь

Согласно расчетам, солнце должно помочь в решении не только энергетических проблем, но и задач, которые поставил перед специалистами наш атомный, кос­мический век. Чтобы построить могучие космические корабли, гро­мадные ядерные установки, создать электронные машины, совершаю­щие сотни миллионов операций в секунду, нужны новые   
материа­лы — сверхтугоплавкие, сверхпроч­ные, сверхчистые. Получить их очень сложно. Традиционные ме­тоды металлургии для этого не годятся. Не подходят и более изо­щренные технологии, например плавка электронными пучками или токами сверхвысокой частоты. А вот чистое солнечное тепло может оказаться здесь надежным помощ­ником. Некоторые гелиостаты при испытаниях легко пробивают своим солнечным зайчиком толстый алю­миниевый лист. А если таких гелио­статов поставить несколько десят­ков? А затем лучи от них пустить на вогнутое зеркало концентратора? Солнечный зайчик такого зеркала сможет расплавить не только алюминий, но и почти все известные материалы. Специальная плавиль­ная печь, куда концентратор пере­даст всю собранную солнечную энергию, засветится ярче тысячи солнц.

## Новый солнечный модуль

Нью-Йоркская компания Prism Solar Technologies разработала концепт солнечного модуля, который использует голограммы для фокусировки света, что может сократить стоимость солнечных модулей на 75%. Это сделает вырабатываемое ими электричество конкурентоспособным в противостоянии с электричеством, вырабатываемым из ископаемого топлива.

В настоящее время, достижением компании для получения преимущества в цене солнечных батарей, базирующихся на кремнии, является фокусировка солнечного света при помощи зеркал или линз, и таким образом сокращение общей площади кремния, необходимого для создания нужного количества электричества.

Обычные световые концентраторы являются довольно громоздкими и непривлекательными, а также они далеко не идеальны для установки на крышах пригородных домов. Новая технология заменяет неприглядные концентраторы аккуратными панелями. Рик Левандовски, президент и исполнительный директор компании говорит, что панели можно устанавливать на крыши и даже встраивать в окна и стеклянные двери.

Системе необходимо на 25-85% меньше кремния, чем в панели из кристаллического кремния сопоставимой мощности, потому что фотоэлектрическим материалом не нужно покрывать всю поверхность солнечной панели, говорит Левандовски. Вместо того, фотоэлектрический материал располагается в несколько рядов. Слой голограмм (созданная при помощи лазера структура, которая преломляет свет) направляет свет на слой стекла, где он продолжает отражаться от внутренней поверхности стекла до тех пор, пока не найдет свой путь к одному из участков фотоэлектрического кремния. Сокращение фотоэлектрического материала необходимо для снижения цены с, приблизительно, $4 за ватт до $1.50.

Компания собирается начать выпуск первого поколения своих модулей уже в конце этого года, продавая их по цене $2.40 за ватт. Последующие поколения модулей с более прогрессивной технологией должны будут сопутствовать дальнейшему снижению цены.

В своих способностях концентрировать свет голограммы не так мощны как обычные концентраторы. Они могут умножать количество света, падающего на ячейки на коэффициент 10, в то время как системы, базирующиеся на линзах, увеличивают этот коэффициент на 100, а некоторые даже на 1000.

# КАКОВ МИНУС ВО ВСЕМ ЭТОМ?

Хорошо известно отрицательное воздействие энергетических производств на окружающую среду. Тепловые электростанции, например, сжигают в своих топках ценное материальное сырье — уголь, нефть, газ, — которое в течение миллиарда лет накапливалось на Земле в результате сложных, до конца не понятых процессов. Уничтожение этих запасов будет преступлением перед грядущими поколениями. Работа ТЭС характеризуется значительным тепловым загрязнением биосферы. Не менее 60% энергии, полученной при сгорании углеводородного топлива, бесполезно рассеивается в атмосфере, что ведет к повышению средней мировой температуры, отрицательно влияет на динамику атмосферы, на погодные условия вокруг электростанции. В результате сгорания топлива образуются токсичные продукты — угарный газ, двуокись серы, окислы азота, углеводороды, твердые частицы. Особенно велики выбросы сернистых соединений. Токсичные продукты, попадая в атмосферу, губительно воздействуют на живую и неживую природу Земли. Таким образом, эксплуатация тепловых электростанций отличается значительным потреблением минерально-сырьевых ресурсов, тепловым и химическим загрязнением биосферы Земли. Важным параметром следует считать также воздействие на биосферу на этапе создания энергосистемы — при производстве основных элементов, транспортировке к месту строительства, строительстве. Создание ТЭС характеризуется малым воздействием на окружающую среду.

В случае солнечных электростанций имеет место обратная картина — малое воздействие на окружающую среду во время эксплуатации и большое воздействие на этапе создания системы.

Потенциальные возможности энергетики, основанной на использовании непосредственно солнечного излучения, чрезвычайно велики.

Заметим, что использование всего лишь 0,0125 % этого количества энергии Солнца могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а использование 0,5 % - полностью покрыть потребности на перспективу.

К сожалению, вряд ли когда-нибудь эти огромные потенциальные ресурсы удастся реализовать в больших масштабах. Одним из наиболее серьезных препятствий такой реализации является низкая интенсивность солнечного излучения. Даже при наилучших атмосферных условиях (южные широты, чистое небо) плотность потока солнечного излучения составляет не более 250 Вт/м2. Поэтому, чтобы коллекторы солнечного излучения "собирали" за год энергию, необходимую для удовлетворения всех потребностей человечества, нужно разместить их на территории 130000 км2!

Необходимость использовать коллекторы огромных размеров, кроме того, влечет за собой значительные материальные затраты. Простейший коллектор солнечного излучения представляет собой зачерненный металлический (как правило, алюминиевый) лист, внутри которого располагаются трубы с циркулирующей в ней жидкостью. Нагретая за счет солнечной энергии, поглощенной коллектором, жидкость поступает для непосредственного использования. Согласно расчетам, изготовление коллекторов солнечного излучения площадью 1 км2 требует примерно 104 тонн алюминия. Доказанные же на сегодня мировые запасы этого металла оцениваются в 1,17×109 тонн.

Из написанного ясно, что существуют разные факторы, ограничивающие мощность солнечной энергетики. Предположим, что в будущем для изготовления коллекторов станет возможным применять не только алюминий, но и другие материалы. Изменится ли ситуация в этом случае? Будем исходить из того, что на отдельной фазе развития энергетики (после 2100 года) все мировые потребности в энергии будут удовлетворяться за счет солнечной энергии. В рамках этой модели можно оценить, что в этом случае потребуется "собирать" солнечную энергию на площади от 1×106 до 3×106 км2. В то же время общая площадь пахотных земель в мире составляет сегодня 13×106 км2.

Солнечная энергетика относится к наиболее материалоемким видам производства энергии. Крупномасштабное использование солнечной энергии влечет за собой гигантское увеличение потребности в материалах, а следовательно, и в трудовых ресурсах для добычи сырья, его обогащения, получения материалов, изготовление гелиостатов, коллекторов, другой аппаратуры, их перевозки. Подсчеты показывают, что для производства 1 МВт×год электрической энергии с помощью солнечной энергетики потребуется затратить от 10 000 до 40 000 человеко-часов. В традиционной энергетике на органическом топливе этот показатель составляет 200-500 человеко-часов.

На этапе развертывания космической солнечной электростанции потребуется проводить большое число пусков сверхмощных ракет-носителей. При ограничении срока создания космической электростанции двумя годами частота пусков ракет-носителей грузоподъемностью 250 т составит не более двух суток. При этом в верхние слои атмосферы попадает более миллиона тонн продуктов сгорания ракетного топлива, в состав которых входят окислы азота, углерода, а также вода. Последствия такого загрязнения атмосферы непредсказуемы, очевидно, они будут носить негативный характер.

Важным аспектом эксплуатации космической солнечной электростанции следует также считать электромагнитное засорение среды. Непрерывная передача энергии из космоса на Землю в СВЧ-диапазоне волн будет представлять собой новый фактор неблагоприятного воздействия на биосферу. Максимальная плотность потока в энергетическом луче на поверхности Земли принимается равной 23 мВт/см2, на краю ректенны плотность снижается до значения 1 мВт/см2. На расстоянии около 7 км от центра ректенны плотность снизится до величины 10-2 мВт/см2; эта величина соответствует советскому медицинскому стандарту на безопасный уровень длительного СВЧ-облучения человека. Зона, лежащая внутри этого круга, может быть объявлена охранной, допускающей присутствие только обслуживающего персонала, облаченного в специальную одежду. Предстоит еще дополнительно исследовать воздействие электромагнитного излучения на флору, фауну, человека и технические устройства. Очевидно, что фоновое излучение будет создавать помехи работе приемных устройств радио- и телевизионных систем.

В целом по экологическим аспектам создания и эксплуатации космических солнечных электростанций может быть сделан вывод о том, что ее функционирование на орбите будет сопровождаться малым воздействием на окружающую среду, в то время как этапы производства и развертывания связываются со значительным потреблением сырьевых и энергетических ресурсов, большим тепловым и химическим загрязнением биосферы. Последствия такого загрязнения окружающей среды трудно предсказуемы, для их прояснения необходимы дополнительные исследования.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая результаты существующих прогнозов по истощению к середине – концу следующего столе­тия запасов нефти, природного газа и других традиционных энергоресурсов, а также сокращение потребления угля (которо­го, по расчетам, должно хватить на 300 лет) из-за вредных выбро­сов в атмосферу, а также употребления ядерного топлива, которого при условии интенсивного развития реакторов-раз­множителей хватит не менее чем на 1000 лет можно считать, что на данном этапе развития науки и техники тепловые, атомные и гидроэлектрические источники будут еще долгое время преобладать над остальными источниками электроэнергии. Уже началось удорожание нефти, поэтому тепловые электростанции на этом топливе будут вытеснены станциями на угле.

Некоторые ученые и экологи в конце 1990-х гг. говорили о скором запрещении государствами Западной Европы атомных электростанции. Но исходя из современных анализов сырьевого рынка и потребностей общества в электроэнергии, эти утверждения выглядят неуместными.

Неоспорима роль энергии в поддержании и дальней­шем развитии цивилизации. В современном обществе трудно найти хотя бы одну область человеческой дея­тельности, которая не требовала бы – прямо или кос­венно – больше энергии, чем ее могут дать мускулы человека.

Потребление энергии – важный показатель жизнен­ного уровня. В те времена, когда человек добывал пи­щу, собирая лесные плоды и охотясь на животных, ему требовалось в сутки около 8 МДж энергии. После овла­дения огнем эта величина возросла до 16 МДж: в при­митивном сельскохозяйственном обществе она составля­ла 50 МДж, а в более развитом – 100 МДж.

За время существования нашей цивилизации много раз происходила смена традиционных источников энергии на новые, более совершенные. И не потому, что старый источник был исчерпан.

Солнце светило и обогревало человека всегда: и тем не менее однажды люди приручили огонь, начали жечь древесину. Затем древесина уступила место каменному углю. Запасы древесины казались безграничными, но паровые машины требовали более калорийного "корма".

Но и это был лишь этап. Уголь вскоре уступает свое лидерство на энергетическом рынке нефти.

И вот новый виток в наши дни ведущими видами топлива пока остаются нефть и газ. Но за каждым новым кубометром газа или тонной нефти нужно идти все дальше на север или восток, зарываться все глубже в землю. Немудрено, что нефть и газ будут с каждым годом стоить нам все дороже.

Замена? Нужен новый лидер энергетики. Им, несомненно, станут ядерные источники.

Запасы урана, если, скажем, сравнивать их с запасами угля, вроде бы не столь уж и велики. Но зато на единицу веса он содержит в себе энергии в миллионы раз больше, чем уголь.

А итог таков: при получении электроэнергии на АЭС нужно затратить, считается, в сто тысяч раз меньше средств и труда, чем при извлечении энергии из угля. И ядерное горючее приходит на смену нефти и углю... Всегда было так: следующий источник энергии был и более мощным. То была, если можно так выразиться, "воинствующая" линия энергетики.

В погоне за избытком энергии человек все глубже погружался в стихийный мир природных явлений и до какой-то поры не очень задумывался о последствиях своих дел и поступков.

Но времена изменились. Сейчас, в конце 20 века, начинается новый, значительный этап земной энергетики. Появилась энергетика "щадящая". Построенная так, чтобы человек не рубил сук, на котором он сидит. Заботился об охране уже сильно поврежденной биосферы.

Несомненно, в будущем параллельно с линией интенсивного развития энергетики получат широкие права гражданства и линия экстенсивная: рассредоточенные источники энергии не слишком большой мощности, но зато с высоким КПД, экологически чистые, удобные в обращении.

Яркий пример тому - быстрый старт электрохимической энергетики, которую позднее, видимо, дополнит энергетика солнечная. Энергетика очень быстро аккумулирует, ассимилирует, вбирает в себя все самые новейшие идей, изобретения, достижения науки. Это и понятно: энергетика связана буквально со Всем, и Все тянется к энергетике, зависит от нее.

Поэтому энергохимия, водородная энергетика, космические электростанции, энергия, запечатанная в антивеществе, "черных дырах", вакууме, - это всего лишь наиболее яркие вехи, штрихи, отдельные черточки того сценария, который пишется на наших глазах и который можно назвать Завтрашним Днем Энергетики.

# ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ***Авезов Р.Р., Орлов А.Ю.***  Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения Ташкент: Фан 1988 г
2. ***Авдуевский В.С., Лесков Л.В***. Куда идет советская космонавтика? — М.: Знание, 1990 (серия «Космонавтика, астрономия»)
3. ***Андреев С.В.*** Солнечные электростанции- М.:Наука 2002
4. ***Базаров Б.А., Заддэ В.В., Стебков Д.С***. и др. Новые способы получения кремния солнечного качества. Сб. "Солнечная фотоэлектрическая энергетика". Ашхабад, 1983
5. ***Бурдаков В.П.***  Электроэнергия из космоса М: Энергоатомиздат 1991
6. ***Ванке В.А., Лесков Л.В., Лукьянов А.В***. Космические энергосистемы. — М.: Машиностроение, 1997.
7. ***Володин В.Е., Хазановский П.И.*** "Энергия, век двадцать первый". –М.:Знание, 1998
8. ***Грабмайер И.Г.*** "Сименс". Дешевое изготовление качественного солнечного кремния и листового кремния для солнечных элементов. Труды 7 международной конференции по использованию солнечной энергии 9-12 октября 1990 г. Франкфурт, Германия.
9. ***Грилихес В.А***. Солнечные космические энергостанции — Л.: Наука, 1986.
10. ***Колтун М.М.*** Солнце и человечество М: Наука 1981
11. ***Лидоренко Н.С., Евдокимов В.М., Стребков Д.С***. Развитие фотоэлектрической энергетики. -М., Информэлектро, 1988
12. ***Рубан С***.***С.*** Нетрадиционные источники энергии-М.:Энергия, 2003
13. ***Стребков Д.С.*** Сельскохозяйственные энергетические системы и экология. Альтернативные источники энергии: эффективность и управление. 1990
14. ***Харченко Н.В.***Индивидуальные солнечные установки М. Энергоатомиздат 1991