

Преобразование солнечной энергии в тепло и электричество



План лекции

Интенсивность солнечного излучения

Классификация солнечных электростанций

Солнечные тепловые электростанции. Типы концентрирующих гелиоприемников

Прямое использование тепловой солнечной энергии

Фотоэлектрические свойства p-n перехода

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

Проекты фотоэлектрических солнечных электростанций

Достоинства и недостатки солнечных станций. Перспективы развития

Проблема аккумуляции энергии

Проект электросамолета Helios

Интенсивность солнечного излучения

Источник энергии солнечного излучения – термоядерная реакция на Солнце. Но ей надо преодолеть атмосферу. Атмосферная масса AM – отражает влияние атмосферы на интенсивность и спектр излучения, дошедшего до земли.

$$AM(x) = (x/x_0) \cdot \sin^{-1} \theta ,$$

где x – давление, θ – высота Солнца.

Внеатмосферное излучение (нулевая AM – $AM0$) => интенсивность $E_c = 1360 \text{ Вт/м}^2$

Стандартное – $AM1.5$ при $\theta = 41^\circ 49'$ – поверхностная плотность $E_c = 835 \text{ Вт/м}^2$.

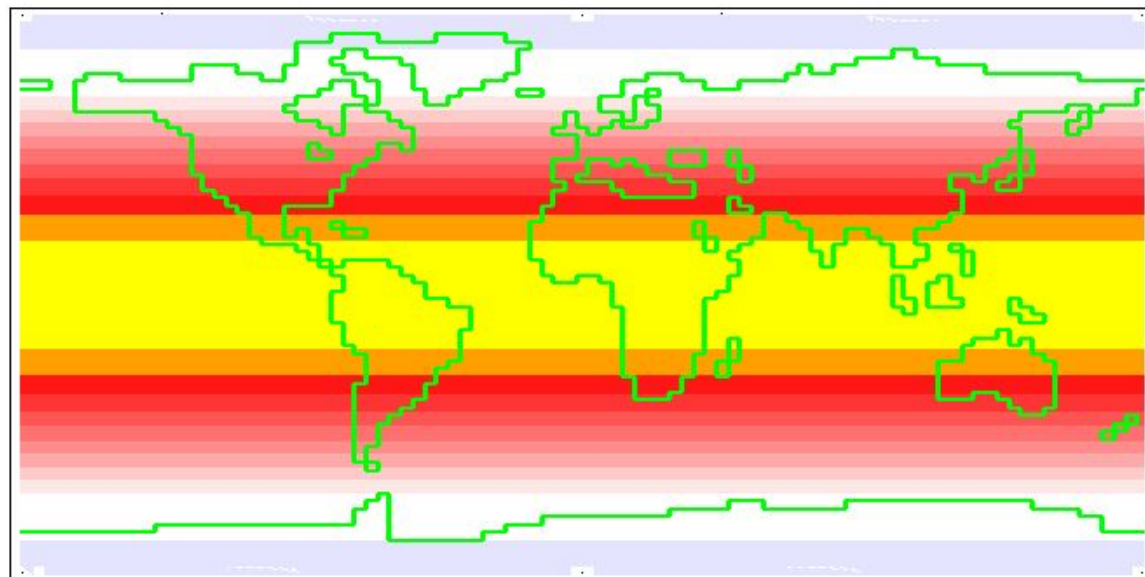
Наземное стандартизированное излучение в среднем на 10% меньше внеатмосферного, но на отдельных участках спектра до земли доходит менее 1%. Энергия фотона излучения с длиной волны λ (мкм):

$$h\nu = hc\lambda^{-1} \approx 1.24 \cdot \lambda^{-1} \text{ (эВ)}$$

Распределение солнечного излучения

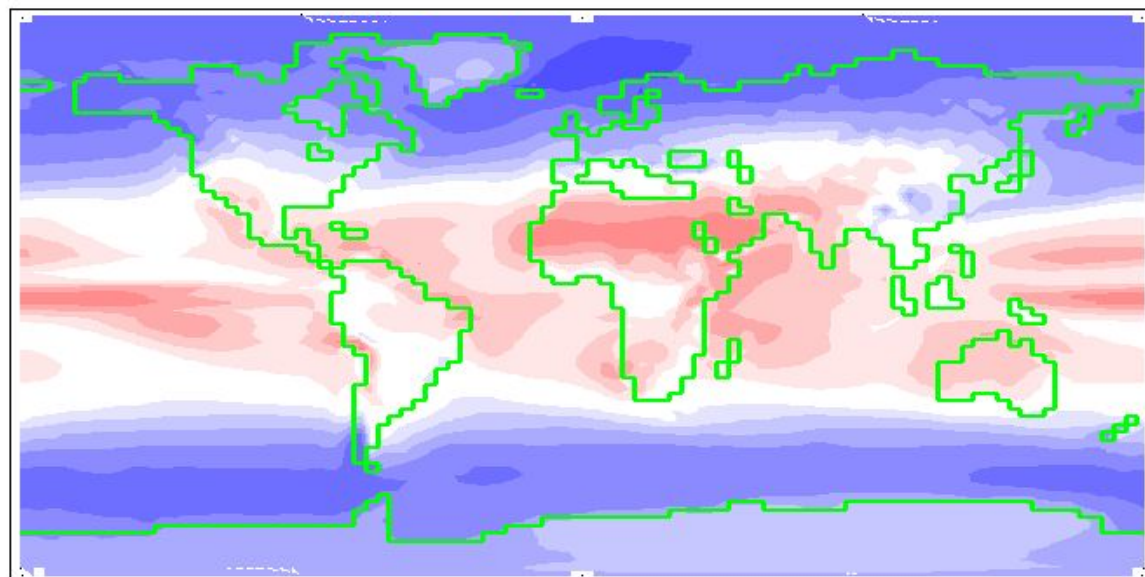
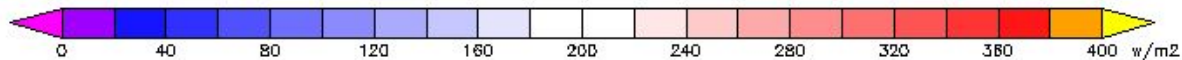
Верхний рисунок:

среднегодовая
внеатмосферная
плотность солнечного
излучения, Вт/м²



Нижний рисунок:

распределение
приповерхностной
плотности излучения,
расчет по модели
климата. Учтены
атмосферное
поглощение и
отражение.



Солнечные ресурсы России

ЭНЕРГОРЕСУРСЫ РОССИИ

Солнечная энергия



Простые оценки возможного использования ресурсов Солнца

Рядовой желтый карлик – заурядная звезда II класса со средними параметрами – уникальна – это наша звезда!

Современные потребности человечества – 10^{13} Вт

Типичный КПД кремниевого преобразователя – 10%

Средняя плотность излучения 250 Вт/м^2

$10^{13} / (250 \cdot 0.1) = 4 \cdot 10^{11} \text{ м}^2 = >$ квадрат со стороной
630 км

Интенсивность солнечного излучения

Классификация солнечных электростанций

Солнечные тепловые электростанции. Типы концентрирующих гелиоприемников

Прямое использование тепловой солнечной энергии

Фотоэлектрические свойства p-n перехода

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

Проекты фотоэлектрических солнечных электростанций

Достоинства и недостатки солнечных станций. Перспективы развития

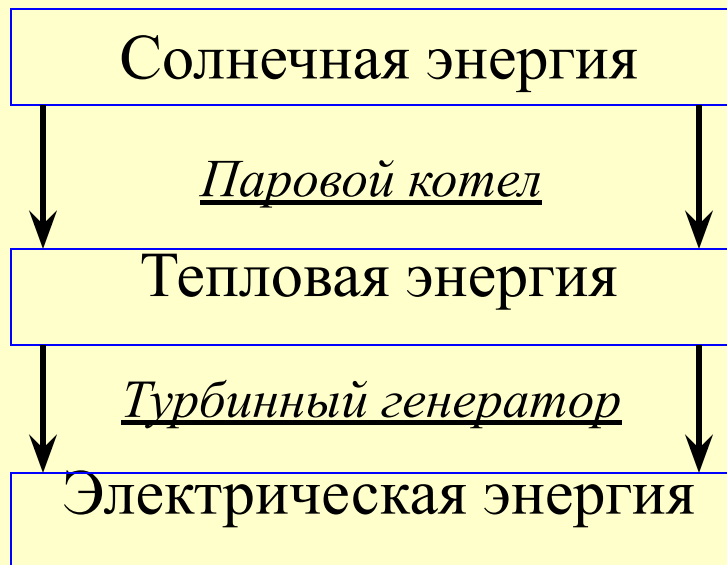
Проблема аккумуляции энергии

Проект электросамолета Helios

Солнечные электростанции

Используют энергию солнечной радиации для выработки электроэнергии

Тепловые:



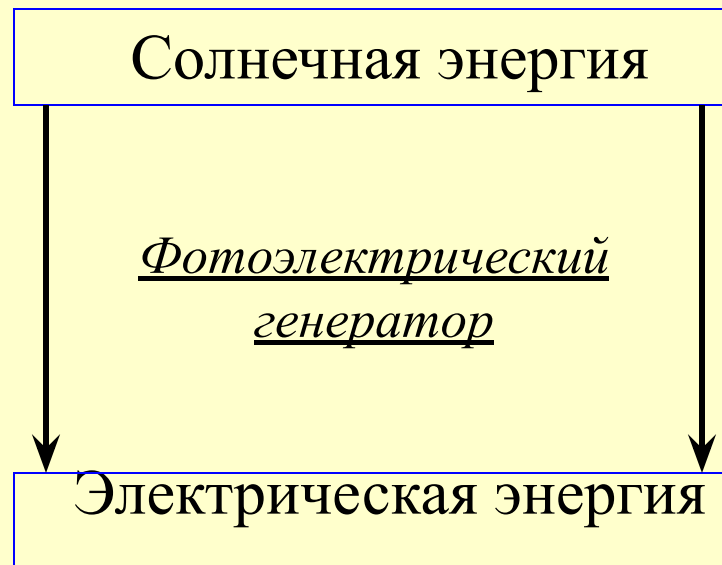
Пример: *Nevada Solar One, США*

Открыта 11.02.2006.

19300 приемников излучения

64 МВт

Фотоэлектрические:



Пример: *г.Серпа, Португалия*

Открыта 28.03.2007.

52000 фотоэлектромодулей

11 МВт

Интенсивность солнечного излучения

Классификация солнечных электростанций

**Солнечные тепловые электростанции. Типы
концентрирующих гелиоприемников**

Прямое использование тепловой солнечной энергии

Фотоэлектрические свойства p-n перехода

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

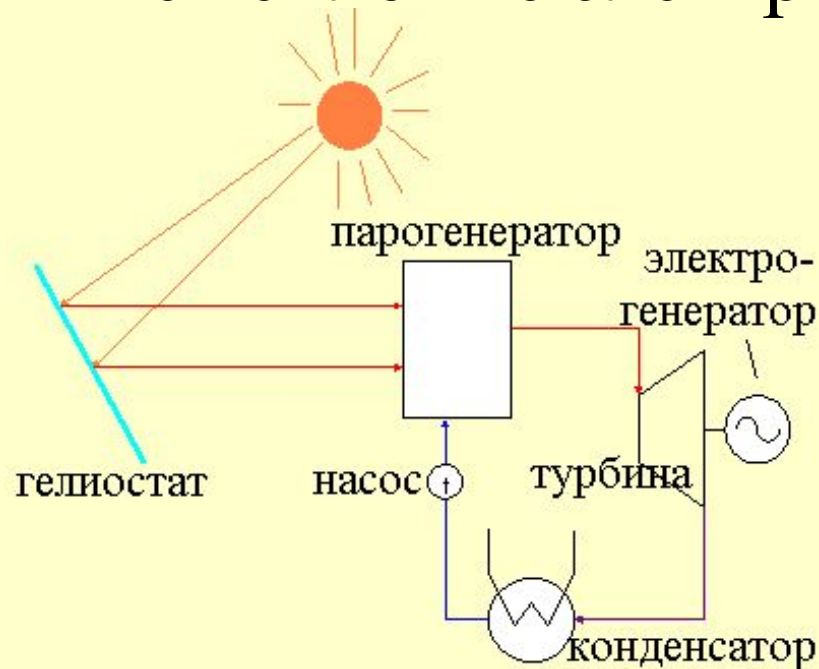
Проекты фотоэлектрических солнечных электростанций

Достоинства и недостатки солнечных станций. Перспективы
развития

Проблема аккумуляции энергии

Проект электросамолета Helios

Солнечные тепловые электростанции

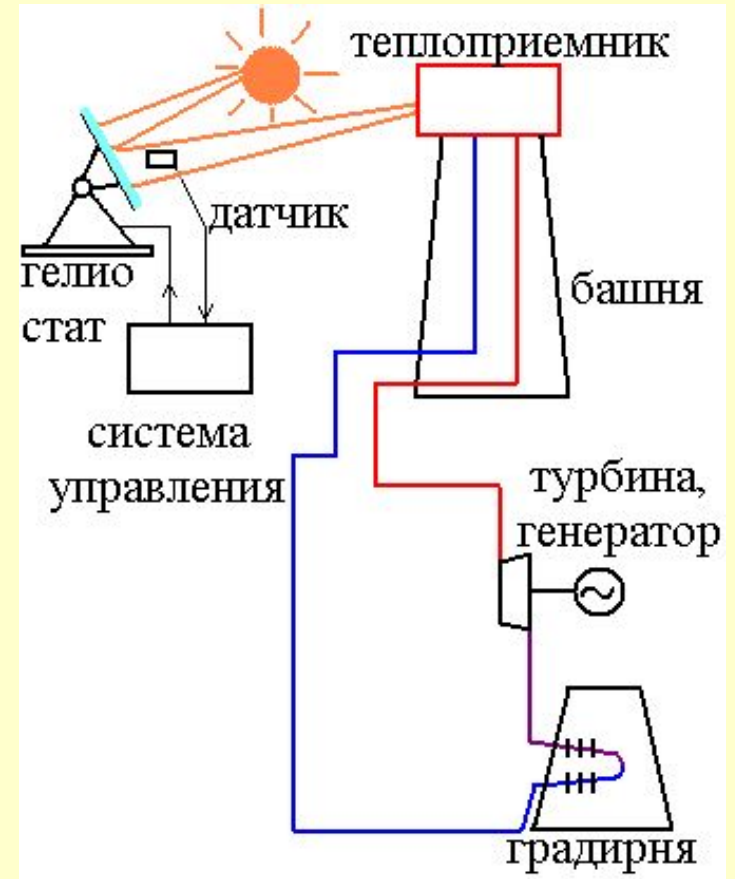
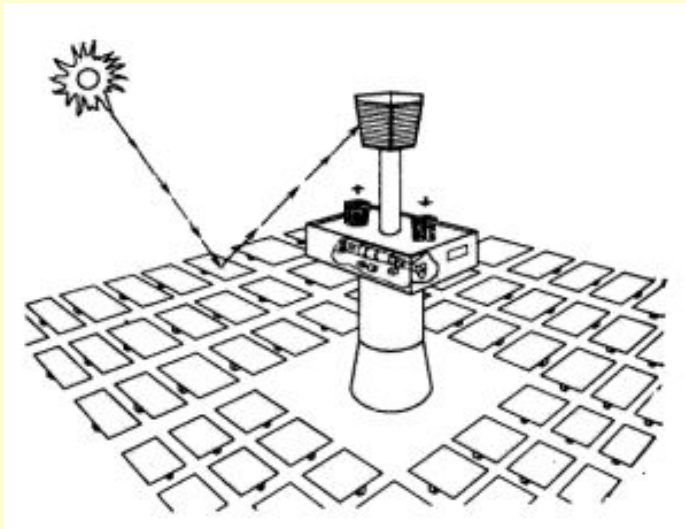


Основное направление утилизации солнечной теплоты — использование схем с **концентрированием** солнечной энергии посредством зеркал или линз. Существует много способов преобразования солнечной энергии в электрическую. Эффективным для большой энергетики является паротурбинный способ, аналогичный применяемому на обычных ТЭС.

Основные используемые типы тепловых солнечных электростанций (СЭС): башенные СЭС и СЭС с солнечными прудами.

Солнечные электростанции башенного типа

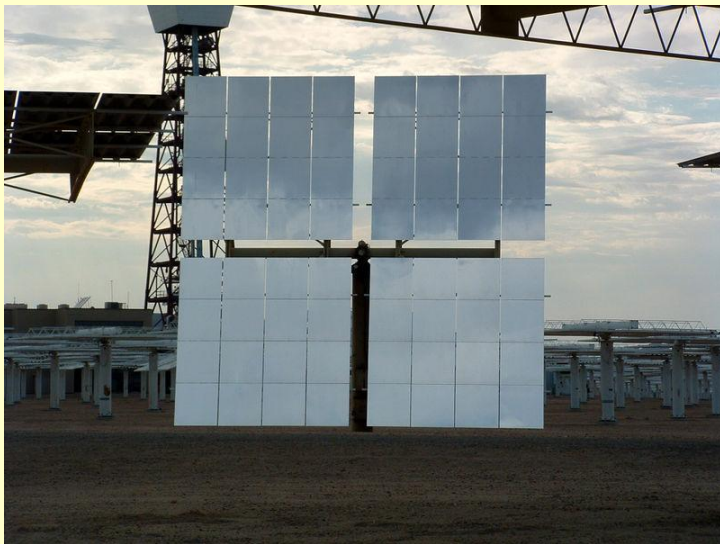
Размещенные на большой площади фокусирующие элементы (*гелиостаты*) улавливают солнечные лучи и концентрируют их, направляя на паровой котел, установленный на вершине башни. При высоте башни 200-300 метров мощность такой станции может достигать *100 МВт* при КПД, равном *17%*.



Модификация башенных СЭС – Solar Two

Solar Two – Калифорния, США, 10 МВт. Для стабилизации работы при наличии отдельных облаков – теплоноситель – расплав солей щелочных металлов (NaNO_3 и KNO_3 – высокая теплоемкость, 300 С - рабочая температура). Расплав нагревается солнцем и частично кипятит воду генераторного контура, а частично запасается в «термосе», что позволяет производить электроэнергию даже ночью.

По этой же схеме строится Solar Tres – в 3 раза больший по площади.



Один из 1926 гелиостатов Solar Two (суммарная площадь гелиостатов – 82750 м^2)

Предложения по многоуровневой системе аккумуляции энергии для надежной работы

Предлагается трёхуровневая система аккумуляции энергии

Первый уровень – теплохранилище (3-х часовой запас рабочей энергии для турбогенератора) – жидкие нитраты при температуре до 380°C

Второй уровень – электрохимические аккумуляторы с запасом на несколько суток непогоды

Третий уровень – традиционная ТЭС, топливо для которой накапливается и синтезируется из выхлопных газов ТЭС и водорода, получаемого на СТЭС электролизом от избыточной электроэнергии солнечной энергосистемы (чрезвычайный уровень, рассчитанный на затяжную непогоду).

Параболические желоба

Еще один тип солнечных концентраторов – параболические желоба – это длинные параболические зеркала с трубками (теплоноситель - масло) вдоль их фокальных осей.

Желоба ориентированы с севера на юг и поворачиваются к солнцу.

Тепловая эффективность нагрева теплоносителя – *60-80%*.

Теплоноситель идет на кипячение воды, пар которой вращает турбину.



Примеры: **Nevada Solar One**, США, *64 МВт* (первая очередь открыта 11.02.06); **Andasol 1 (Eurotrough)**, Испания, *50 МВт* (открытие в 2008)

Параболические концентраторы



Параболические концентраторы – по сути дела объединенные в монолит элементы СТЭС башенного типа.

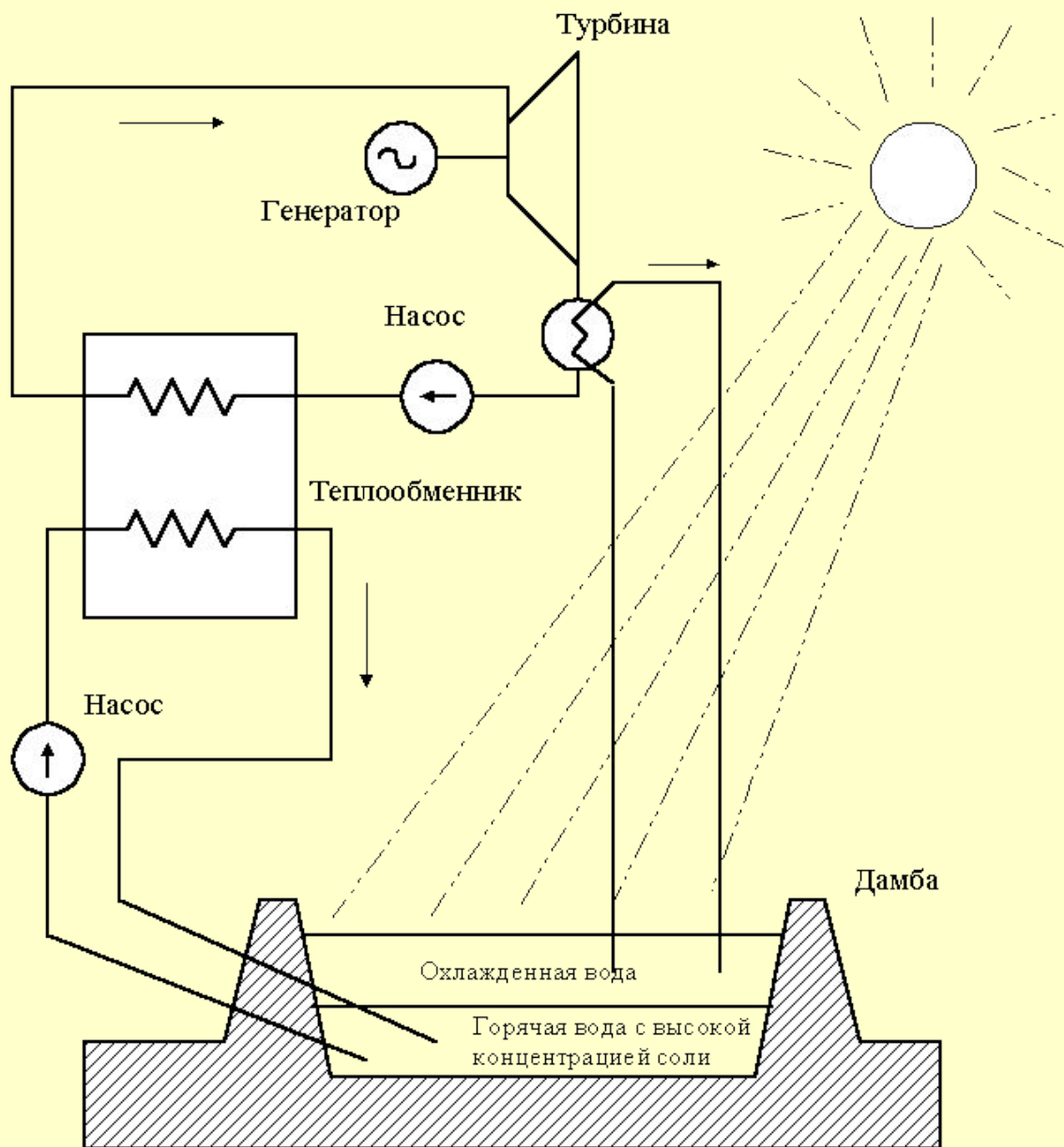
Экспериментальные проекты: Odeillo (Французские Пиренеи, фото вверху), Stirling (Испания, справа).



Солнечные пруды

В водоем на различных уровнях вводится разное количество солей. При этом создаются *слои раствора* с разной концентрацией и плотностью. *Нижние слои*, у которых выше концентрация и плотность соли, *нагреваются* под действием солнечной радиации *более интенсивно* ⇒ возникает температурный градиент.

Горячая вода ($60-90^{\circ}\text{C}$) из нижних слоев подается в теплообменник и используется для испарения жидкости с низкой температурой кипения (фреон, пропан, аммиак). Пары этой жидкости приводят во вращение турбину.



Интенсивность солнечного излучения

Классификация солнечных электростанций

Солнечные тепловые электростанции. Типы концентрирующих гелиоприемников

Прямое использование тепловой солнечной энергии

Фотоэлектрические свойства p-n перехода

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

Проекты фотоэлектрических солнечных электростанций

Достоинства и недостатки солнечных станций. Перспективы развития

Проблема аккумуляции энергии

Проект электросамолета Helios

Прямое использование тепловой солнечной энергии



с концентрацией

Очаг без использования дров!



без концентрации

Горячий душ

Интенсивность солнечного излучения

Классификация солнечных электростанций

Солнечные тепловые электростанции. Типы концентрирующих гелиоприемников

Прямое использование тепловой солнечной энергии

Фотоэлектрические свойства p-n перехода

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

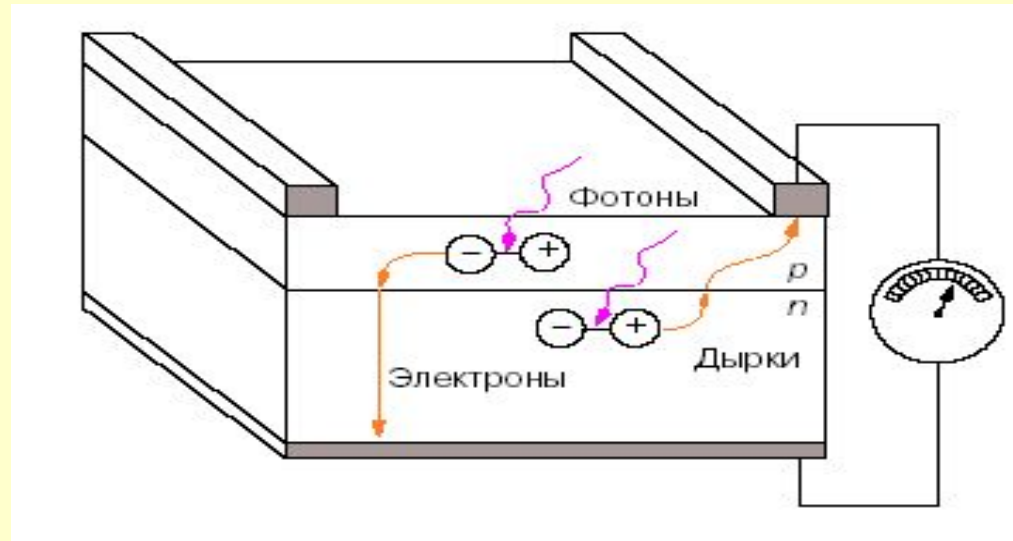
Проекты фотоэлектрических солнечных электростанций

Достоинства и недостатки солнечных станций. Перспективы развития

Проблема аккумуляции энергии

Проект электросамолета Helios

Полупроводниковые фотоэлектрические преобразователи



- Устройство, наиболее эффективное с энергетической точки зрения (прямой, одноступенчатый переход энергии)
- Предельный теоретический КПД $> 90\%$
- В лабораторных условиях уже достигнут КПД 40% , а его увеличение до 50% - дело ближайшего будущего
- К сожалению— промышленно выпускаемые — $8-10\%$.

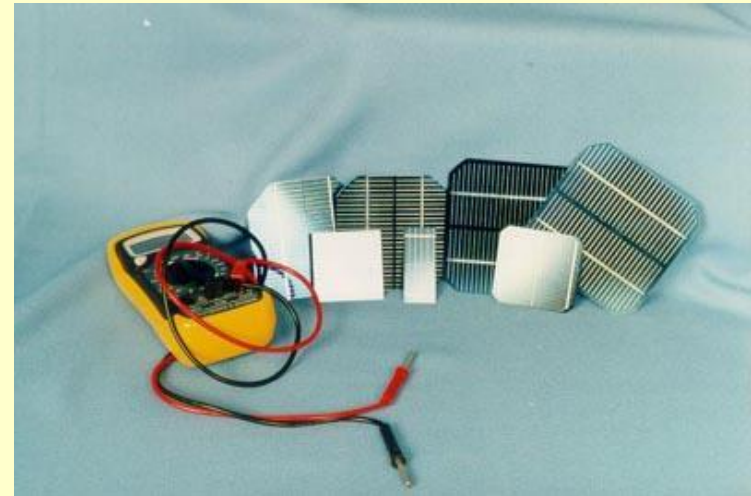
Основные необратимые потери энергии в ФЭП

- отражение солнечного излучения от поверхности преобразователя,
- прохождение части излучения через ФЭП без поглощения в нем,
- рассеяние на тепловых колебаниях решетки избыточной энергии фотонов,
- рекомбинация образовавшихся фотопар на поверхностях и в объеме ФЭП,
- внутреннее сопротивление преобразователя.



Уменьшение всех видов потерь энергии в ФЭП

- Использование полупроводников с оптимальной для солнечного излучения шириной запрещенной зоны;
- Оптимизация конструктивных параметров ФЭП (глубины залегания р-n перехода, толщины базового слоя, и др.);
- Применение многофункциональных оптически покрытий, обеспечивающих терморегулирование и защиту ФЭП от космической радиации;
- Создание каскадных ФЭП из специально подобранных по ширине запрещенных зоны полупроводников, позволяющих преобразовывать в каждом каскаде излучение, прошедшее через предыдущий каскад, и пр.



Интенсивность солнечного излучения

Классификация солнечных электростанций

Солнечные тепловые электростанции. Типы
концентрирующих гелиоприемников

Прямое использование тепловой солнечной энергии

Фотоэлектрические свойства p-n перехода

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

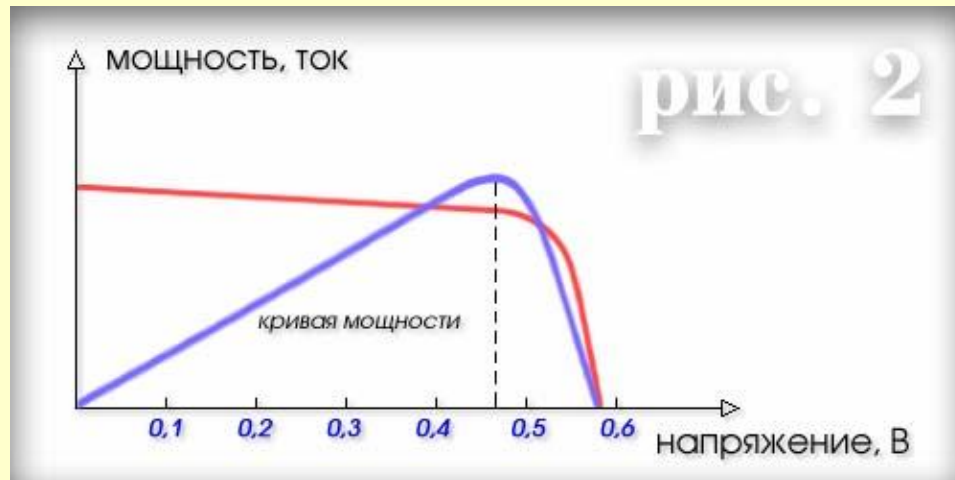
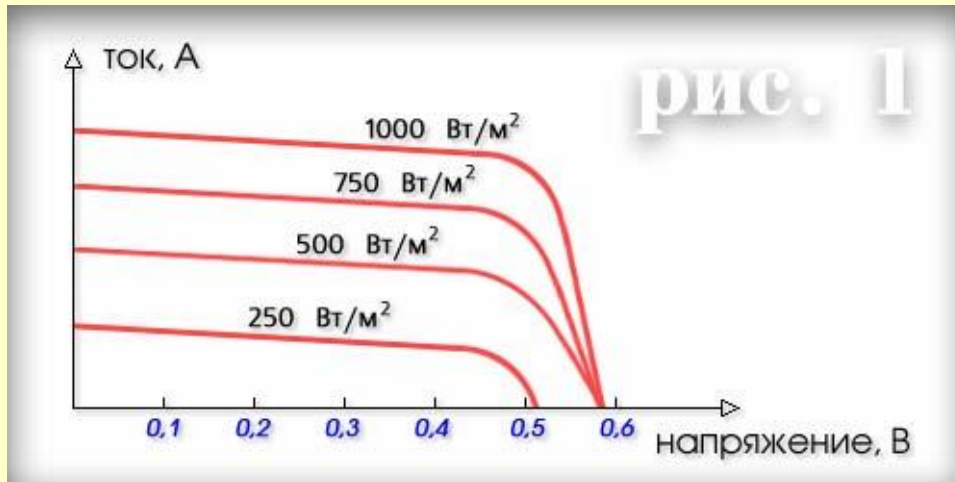
Проекты фотоэлектрических солнечных электростанций

Достоинства и недостатки солнечных станций. Перспективы
развития

Проблема аккумуляции энергии

Проект электросамолета Helios

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента



Существует оптимальное напряжение смещения на фотоэлементе для получения максимальной мощности!!!

Интенсивность солнечного излучения

Классификация солнечных электростанций

Солнечные тепловые электростанции. Типы
концентрирующих гелиоприемников

Прямое использование тепловой солнечной энергии

Фотоэлектрические свойства p-n перехода

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

Проекты фотоэлектрических солнечных электростанций

Достоинства и недостатки солнечных станций. Перспективы
развития

Проблема аккумуляции энергии

Проект электросамолета Helios

Современные фотоэлектростанции

Крупнейшие в мире фотоэлектростанции: **Leipziger Land** (Германия), *5*
МВт, 01.08.2004; **Serra** (Португалия), *11 МВт*, 28.03.2007.

Прочие параметры электростанции Serra:

52000 сборок фотоэлементов с
управляемыми углами наклона,
площадь 60 га,
планируемая годовая выработка – *20 ГВт·ч*,
стоимость - \$78.5 млн (спонсор - GE),
окупаемость – 19 лет



Новые проекты:

Абу-Даби, ОАЭ – 500 МВт, \$350 млн, 2009

Милдур, Австралия – не менее 100 МВт,
\$375 млн, 2013

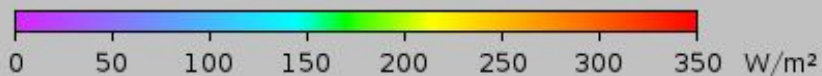
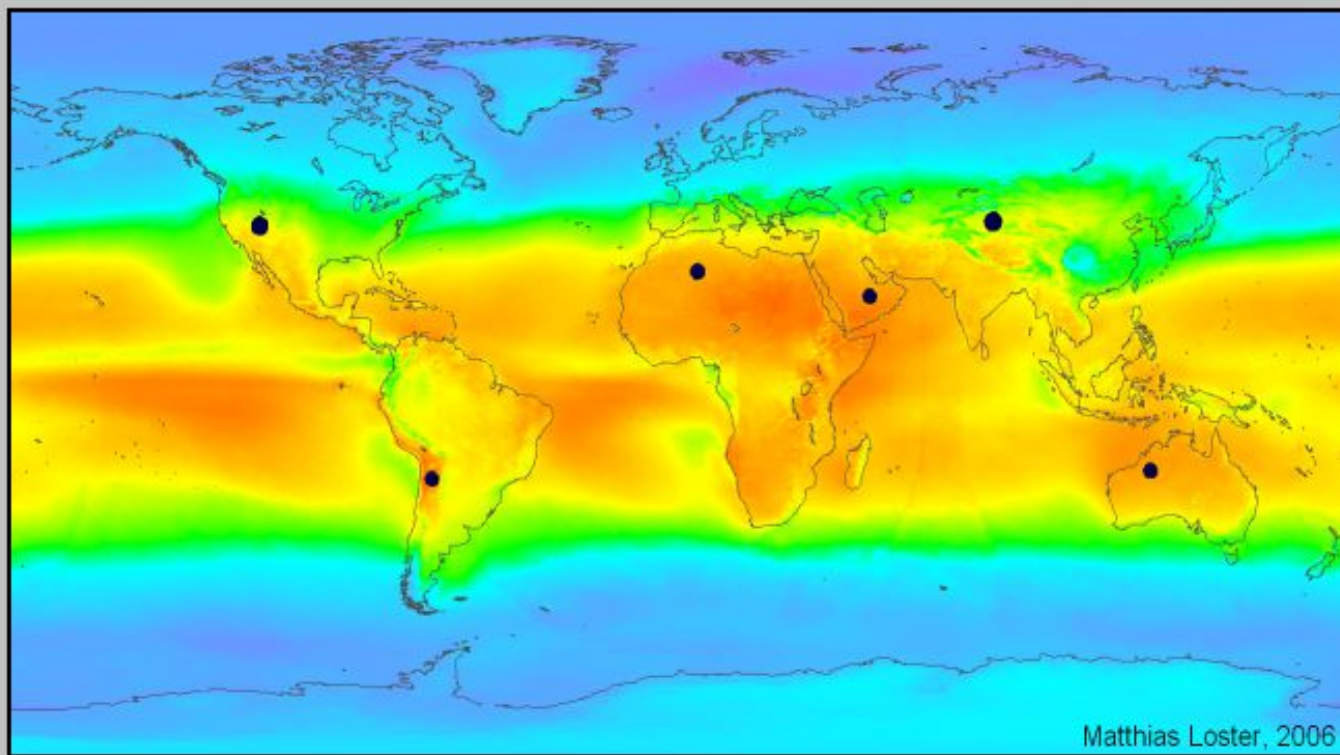
Ганьсу, Китай – 100 МВт, \$776 млн, 2012



Serra, Португалия

Проект сети фотоэлектрических электростанций

Плотность солнечного излучения на поверхности Земли, Вт/м²



$\Sigma \bullet = 18 \text{ TWe}$

Если расположить 6 фотоэлектрических электростанций в 6 точках, отмеченных на карте, то они в сумме дадут мощность, потребляемую ныне человечеством (с учетом КПД 8%)!!!

Проект сети фотоэлектрических электростанций (продолжение)

6 пустынь – 6 станций!

Пустыня	плотность света, <i>Вт/м²</i>	площадь пустыни, <i>км²</i>	площадь станции, <i>км²</i>
Сахара	260	9100000	14400
Грейт Сэнди	265	400000	14200
Такла Махан	210	300000	17900
Аравийская	270	2600000	13900
Атакама	275	140000	13600
Грейт Бэзин	220	500000	17000

Суммарно станции обеспечат 18 ТВт электроэнергии и покроют планируемые даже к 2040 г потребности человечества

Космические солнечные системы

Огромное количество солнечной энергии, приходящей на Землю ($\sim 0.15 \text{ МВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год), затруднительно использовать из-за низкой плотности солнечной радиации и зависимости ее от облачности и времени года.

В настоящее время имеются технические возможности для создания фотоэлектрических ЭС, размещаемых на искусственных спутниках Земли с геостационарной орбитой. В этом случае солнечная энергия будет аккумулироваться непрерывно. Передача энергии на Землю должна осуществляться по сверхвысокочастотному каналу с длиной волны 10 см (частота 2,4 ГГц).

Расчетные значения КПД преобразования энергии на космических солнечных электростанциях (КСЭС) приведены в таблице.

Расчетные показатели КСЭС

№	Производство и передача ЭЭ	КПД	
		достигнутые в настоящее время	перспектив -ные
1	Генерация УКВ потока энергии	76,7	90
2	Передача энергии с выхода генератора на вход антенны	94	95
3	Улавливание и детектирование	64	90
4	Общий КПД	26,5	77

КСЭС спроектированы на электрическую мощность 3-20 ГВт. Размеры КСЭС с выходной мощностью 5 ГВт оцениваются так:

- суммарная поверхность батареи 20 км²;
- диаметр передающей антенны 1 км²;
- диаметр приемной антенны 7-12 км.

Проект космической солнечной станции

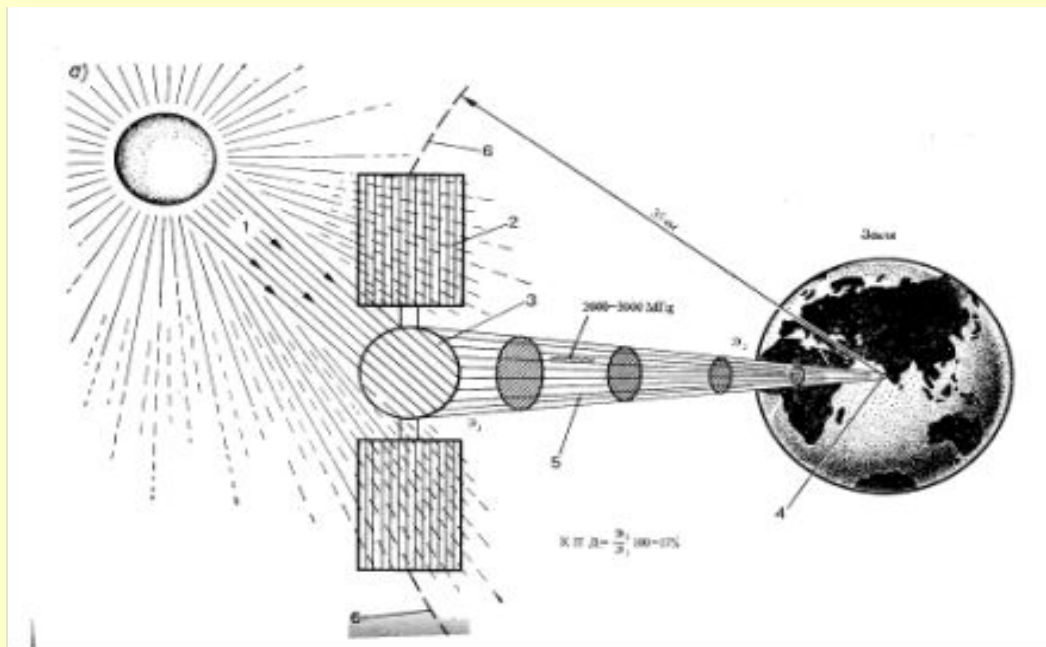


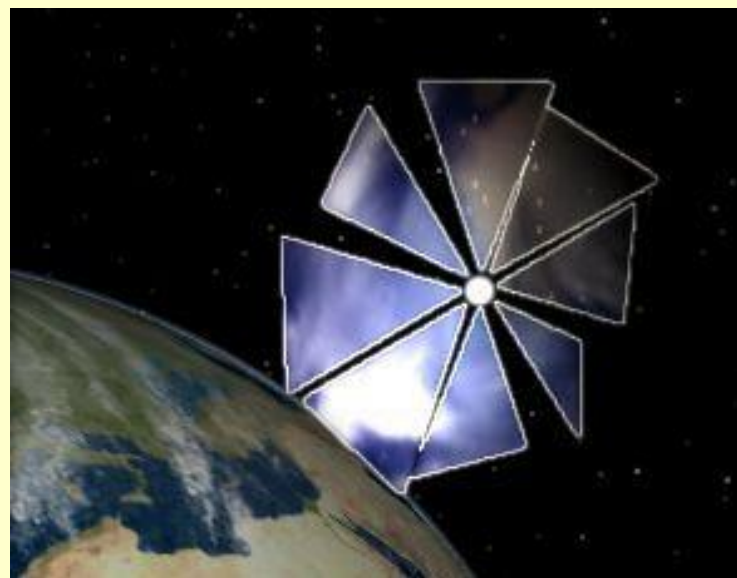
Рис. 17. Проект КСЭС:

1 – поток солнечной энергии; 2 – коллектор солнечной энергии; 3 – передающая антенна; 4 – приемная антенна; 5 – СВЧ луч; 6 – геосинхронная орбита энергетического спутника (30000... 40000 км от поверхности Земли)

КСЭС на основе солнечного паруса

Давление солнечного света чрезвычайно мало и уменьшается пропорционально квадрату расстояния от Солнца.

Тем не менее была предложена модель КСЭС на основе солнечного паруса.



Основной принцип предложения – под действием давления солнечного света солнечный парус преобразовывает приобретаемую им кинетическую энергию в электрическую.

Эффективность системы можно повысить, если сам солнечный парус покрыть фотоэлектрическими преобразователями!

Интенсивность солнечного излучения

Классификация солнечных электростанций

Солнечные тепловые электростанции. Типы концентрирующих гелиоприемников

Прямое использование тепловой солнечной энергии

Фотоэлектрические свойства p-n перехода

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

Проекты фотоэлектрических солнечных электростанций

Достоинства и недостатки солнечных станций. Перспективы развития

Проблема аккумуляции энергии

Проект электросамолета Helios

Достоинства солнечной энергетики

- Общедоступность и неисчерпаемость источника.
- Теоретически (как утверждают ее сторонники) полная безопасность для окружающей среды
- Однако! В настоящее время в производстве фотоэлементов и в них самих используются вредные вещества- свинец, кадмий, галлий, мышьяк и др.).
- Однако! Есть еще принципиальная проблема, которая связана с тем, что глобальное использование солнечной энергетики может изменить альбедо земной поверхности (сейчас ~35% и определяется отношением отраженной и рассеянной солнечной энергии к падающей на Землю) и привести к изменению климата.

Проблемы солнечной энергетики (1)

- **Фундаментальные**

- Из-за относительно небольшой величины солнечной постоянной для солнечной энергетики требуется использование больших площадей земли под электростанции (например, для электростанции мощностью 1 ГВт это может быть пара десятков квадратных километров).
- Поток солнечной энергии на поверхности Земли сильно зависит от широты и климата. В разных местах количество солнечных дней в году может различаться очень сильно.

Все это приводит к тому, что солнечная энергетика может эффективно применяться в крупных масштабах только на отдельных территориях, причем это будет наносить урон природопользованию (например, отбирать площади у сельского хозяйства). Для снабжения несолнечных регионов придется строить ЛЭП.

Проблемы солнечной энергетики (2)

● Технические проблемы

- Солнечная электростанция не работает ночью и недостаточно эффективно – в утренних и вечерних сумерках. При этом пик электропотребления приходится именно на вечерние часы. Кроме того, мощность электростанции может резко и неожиданно колебаться из-за смены погоды.
- Дороговизна солнечных фотоэлементов. Вероятно, с развитием технологии этот недостаток преодолению. С 1990 года по 2005 цены на фотоэлементы снижались в среднем на 4 % в год.
- Недостаточный КПД солнечных элементов. Вероятно, будет вскоре увеличен.
- Поверхность фотопанелей нужно очищать от пыли и других загрязнений. При их площади в несколько квадратных километров это может вызвать затруднения.
- Эффективность фотоэлектрических элементов заметно падает при их нагреве, поэтому возникает необходимость в установке систем охлаждения, обычно водяных.
- Через 30 лет эксплуатации эффективность фотоэлектрических элементов начинает снижаться.

Проблемы солнечной энергетики (3)

● Экологические проблемы

- Несмотря на экологическую чистоту получаемой энергии, сами фотоэлементы содержат ядовитые вещества, например, свинец, кадмий, галлий, мышьяк и т. д., а их производство потребляет массу других опасных веществ. Современные фотоэлементы имеют ограниченный срок службы (30—50 лет), и массовое применение поставит в ближайшее же время сложный вопрос их утилизации, который тоже не имеет пока приемлемого с экологической точки зрения решения.
- Из-за экологических проблем и возникшего дефицита кремния начинает активно развиваться производство тонкопленочных фотоэлементов, в составе которых содержится всего около 1 % кремния. К тому же тонкопленочные фотоэлементы дешевле в производстве, но пока имеют меньшую эффективность.

Перспективы развития солнечной энергетики

- В 2005 году установленные мощности выросли на 39 % и достигли 5 ГВт. Инвестиции в 2005 году в строительство новых заводов по производству фотоэлектрических элементов составили \$1 млрд.
- Несмотря на 12 % рост мощностей по производству кремния, стоимость кремния выросла на 25 %. Из-за дефицита кремния производство фотоэлектрических элементов в 2006 году выросло всего на 10 %.
- К 2010 году установки фотоэлектрических элементов достигнут 3,2-3,9 ГВт в год. Выручка производителей составит \$18,6 -\$23,1 млрд. в год. (Для сравнения: в 1985 году все установленные мощности мира составляли 21 МВт.)
- Японские фирмы в 2004 г. произвели 48 % оборудования, США 11 %. В 2000 году американские фирмы занимали 26 % мирового рынка. 4 компании занимают около 50 % мирового рынка солнечных элементов и батарей: Sharp, Kyocera, BP Solar, и Shell Solar. Роль японских производителей продолжает расти.
- Когда установленные мощности фотоэлектрических элементов во всем мире удваиваются, цена электричества, производимого солнечной энергетикой, падает на 20-30 %.

Минимальные цены на фотоэлектрические элементы (начало 2007 г)

- Монокристаллические кремниевые – \$4.30 за ватт установленной мощности
- Поликристаллические кремниевые — \$4.31 за ватт установленной мощности
- Тонкопленочные — \$3,00 за ватт установленной мощности
- Стоимость кристаллических фотоэлементов на 40-50 % состоит из стоимости кремния.

Интенсивность солнечного излучения

Классификация солнечных электростанций

Солнечные тепловые электростанции. Типы
концентрирующих гелиоприемников

Прямое использование тепловой солнечной энергии

Фотоэлектрические свойства p-n перехода

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

Проекты фотоэлектрических солнечных электростанций

Достоинства и недостатки солнечных станций. Перспективы
развития

Проблема аккумуляции энергии

Проект электросамолета Helios

Проблема аккумуляции энергии

Как указывалось ранее, одним из основных недостатков солнечной энергетики является ее непостоянство из-за смены погоды и времени суток.

Для преодоления этих недостатков нужно или накапливать тепло в веществе, либо использовать эффективные электрические аккумуляторы, либо использовать концепцию водородной энергетики.

Накопление тепла в веществе использовалось еще в древности, когда для строительства подбирались такие материалы и архитектурные формы, чтобы стены строения максимально прогревались днем и отдавали свое тепло ночью.

Но есть и более современные методы...

Хранение энергии в расплавах солей

Солнечная энергия может быть запасена в виде нагретого вещества расплавов солей, например, NaNO_3 и KNO_3

Соли являются эффективным теплоносителем из-за своей невоспламеняемости, нетоксичности, дешевизны, большой теплоемкости. Рабочие температуры такой системы близки к рабочим температурам пара в тепловой электростанции, что не требует экзотических рабочих тел (как аммиак в ОТЭС).

Система на основе расплава солей состоит из солевого контура, подключенного к изолированному теплохранилищу. Во время нагревательного цикла соли нагреваются с $\sim 300^\circ\text{C}$ до $\sim 550^\circ\text{C}$. Во время цикла получения мощности солевой контур испаряет воду, пар которой вращает турбину генератора.

На Solar Two этот метод позволяет запасти 1.44 ТДж в хранилище 68 м^3 с потерями всего $\sim 1\%$

Хранение энергии в материалах с меняющимся фазовым состоянием

Еще один тип аккумуляторов тепла основан на использовании теплоты фазового перехода. Используются как органические (парафины, жирные кислоты), так и неорганические (соли, металлы). В основном они используются для получения только тепла, а не электричества.

Система с применением парафина состоит из нагреваемого солнечным светом водяного контура, проходящего через танк с парафином. Во время цикла запасения энергии горячая вода расплавляет парафин. Удельная теплота плавления парафина – 230 кДж/кг . Во время нагревательного цикла это тепло отдается танком при застывании парафина. Таким образом можно нагреть воду для горячего водоснабжения.

Эвтектические соли типа глауберовой могут быть использованы таким же образом. При относительной дешевизне ее удельная теплота плавления составляет 347 кДж/кг . Впервые такая система была применена для обогрева дома в г.Довер (Массачусетс, США) в 1948 году.

Электрические аккумуляторы

Электрические аккумуляторы могут быть применены для хранения «лишнего» электричества в фотоэлектрических схемах. Системы такого типа состоят из фотоэлектрического источника напряжения, соединенного с аккумуляторной батареей через устройство контроля заряда.

Наиболее распространенным типом батарей, используемых в подобных схемах, являются свинцово-кислотные аккумуляторы. Они характеризуются плотностью энергии *110-140 кДж/кг*, эффективностью использования заряда 70-92%, и стоимостью \$150-200 за кВт·ч (\$45-\$55 за МДж).

При подборе аккумуляторов для солнечной электростанции необходимо рассчитывать их емкость на 3-5 дней энергопотребления в условиях непогоды.

Современные аккумуляторы могут работать на протяжении 25000 циклов перезарядки.

Совмещение солнечной и водородной энергетики

Водородная энергетика — экономичное и экологичное направление выработки и потребления энергии человечеством, основанное на использовании водорода в качестве средства для аккумулирования, транспортировки и потребления энергии. При сгорании водорода образуется вода.

Необходимо получение водорода в промышленных количествах.

С помощью энергии, получаемой с солнечной электростанции, можно, например, производить электролиз воды. Полученный водород может быть запасен, как любое другое газообразное топливо.

Минус – процесс очень дорогостоящ, себестоимость - \$10-30 за килограмм водорода при использовании солнечной энергетики. В будущем прогнозируется снижение до \$3-4.

Интенсивность солнечного излучения

Классификация солнечных электростанций

Солнечные тепловые электростанции. Типы
концентрирующих гелиоприемников

Прямое использование тепловой солнечной энергии

Фотоэлектрические свойства p-n перехода

Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

Проекты фотоэлектрических солнечных электростанций

Достоинства и недостатки солнечных станций. Перспективы
развития

Проблема аккумуляции энергии

Проект электросамолета Helios

Проект электросамолета Helios

В НАСА по программе разработки беспилотных самолетов для исследования окружающей среды создан беспилотный электросамолет «Гелиос», источником энергии для двигателей которого является солнечная энергия.

Самолет состоит из одного крыла длиной около 75 метров, на котором установлены 62000 фотоэлементов. Их хватает для снабжения электричеством 14 двигателей самолета с 14 пропеллерами, но скорость самолета и скорость набора высоты весьма малы.

В 5 подвесах расположена компьютерная система управления и связи, а также шасси (на основе горных велосипедов, так как масса самолета порядка тонны – за счет использования особо легких материалов, а также отсутствия на борту самолета людей и запасов топлива).

Некоторые фотографии...

Вид электросамолета Helios



*Сборка фотоэлементов
крыла Helios*



*Двигатель и подвес с
оборудованием и шасси*



*Helios в первом полете
над Гавайями*



Взлет

Helios и солнечно-водородная энергетика

Компания AeroVironment разработала систему аккумуляции энергии многократного действия для проекта «Гелиос».

Эта система позволяет запасать излишек электроэнергии, вырабатываемый солнечными батареями в течение дня, разделяя воду на кислород и водород электролизом. Полученные газы разводятся по баллонам, и в нужное время вступают в реакцию в топливном элементе, обеспечивая электродвигатели самолета энергией, необходимой для продолжения полета ночью.

По мнению НАСА, система аккумуляции энергии в принципе может позволить электросамолету держаться в воздухе неограниченно долго.

В ходе функциональных испытаний система за 5.5 солнечных часов запасла энергию до 16 кВт·ч, после чего возвращала «ночью» в течение 5 часов до 4.6 кВт·ч.

Испытания системы проводились на земле, так как пока массогабаритные характеристики не позволяют поднять ее в воздух на борту «Гелиоса», однако система вполне допускает дальнейшее облегчение конструкции.

Использование самолетов проекта Helios

Самолет за счет большой площади крыла и малого веса поднимается на рекордную высоту около 29 км (атмосфера разрежена в ~100 раз по сравнению с приповерхностным слоем).

При таких высотных параметрах, а также за счет своей малой скорости, при учете использования водородных аккумуляторов «Гелиос» может быть использован как спутник связи, совершая полет практически по геостационарной орбите. При этом стоимость запуска электросамолета значительно ниже, чем обычного спутника. Длительность его полета будет ограничена лишь потерями воды в аккумуляторе и оценивается сроками порядка нескольких месяцев.

В течение ближайших десятилетий самолетом, построенным по такому принципу, предполагается оснастить экспедицию на Марс!