

Фотоэлектрические преобразователи (ФЭП)



Установка и использование

В фотовольтаических системах преобразование солнечной энергии в электрическую осуществляется в фотоэлектрических преобразователях (ФЭП). *ФЭП собираются в модули*, которые имеют нормируемые установочные размеры, электрические параметры и показатели надежности. Для установки и передачи электроэнергии солнечные модули комплектуются инверторами тока, аккумуляторами и прочими элементами электрической и механической подсистем.

Для повышения эффективности преобразования солнечной энергии разрабатываются *ФЭП на основе каскадных многослойных структур*.

В зависимости от области применения различают **следующие виды инсталляций солнечных систем:**

- Частные станции малой мощности, размещаемые на крышах домов;
- Коммерческие станции малой и средней мощности, располагаемые, как на крышах, так и на земле;
- Промышленные солнечные станции, обеспечивающие энергоснабжение многих потребителей

В зависимости от материала, конструкции и способа производства принято различать **три поколения ФЭП:**

- ФЭП первого поколения на основе пластин кристаллического кремния;
- ФЭП второго поколения на основе тонких пленок;
- ФЭП третьего поколения на основе органических и неорганических материалов.

ФЭП первого поколения

ФЭП первого поколения на основе кристаллических пластин на сегодняшний день получили наибольшее распространение. В последние два года производителям удалось драматическим образом сократить себестоимость производства таких ФЭП, что обеспечило укрепление их позиций на мировом рынке.

Виды ФЭП первого поколения:

- Монокристаллический кремний (mc-Si),
- Поликристаллический кремний (m-Si),
- на основе GaAs,
- ribbon-технологии (EFG, S-web),
- тонкослойный поликремний (Apex).

Производители — Suntech Power, JA Solar, Yingli Green Solar, Solarfun Power, Trina Solar.

ФЭП второго поколения

Технология выпуска тонкопленочных ФЭП второго поколения подразумевает нанесение слоев вакуумным методом. Вакуумная технология по сравнению с технологией производства кристаллических ФЭП является менее энергозатратной, а также характеризуется меньшим объемом капитальных вложений. Она позволяет выпускать гибкие дешевые ФЭП большой площади, однако коэффициент преобразования таких элементов ниже по сравнению с ФЭП первого поколения.

Виды ФЭП второго поколения:

- аморфный кремний (a-Si),
- микро- и нанокремний ($\mu\text{c-Si/n-Si}$),
- кремний на стекле (CSG),
- теллурид кадмия (CdTe),
- (ди)селенид меди-(индия-)галлия(CI(G)S).

Производители — First Solar, Q-Cells, Solyndra, Miasole.

ФЭП третьего поколения

Идея создания ФЭП третьего поколения заключалась в дальнейшем снижении себестоимости ФЭП, отказе от использования дорогих и токсичных материалов в пользу дешевых и перерабатываемых полимеров и электролитов. Важным отличием также является возможность нанесения слоев печатными методами, например, по технологии «рулон-к-рулону» (R2R).

В настоящее время основная часть проектов в области ФЭП третьего поколения находятся на стадии исследований.

Виды ФЭП третьего поколения:

- Фотосенсибилизированные красителем (DSC),
- Органические (OPV),
- Неорганические (CTZSS).

Производители—Konarka, Solarmer, IBM, Plextronics.

Солнечная энергетика. Общие

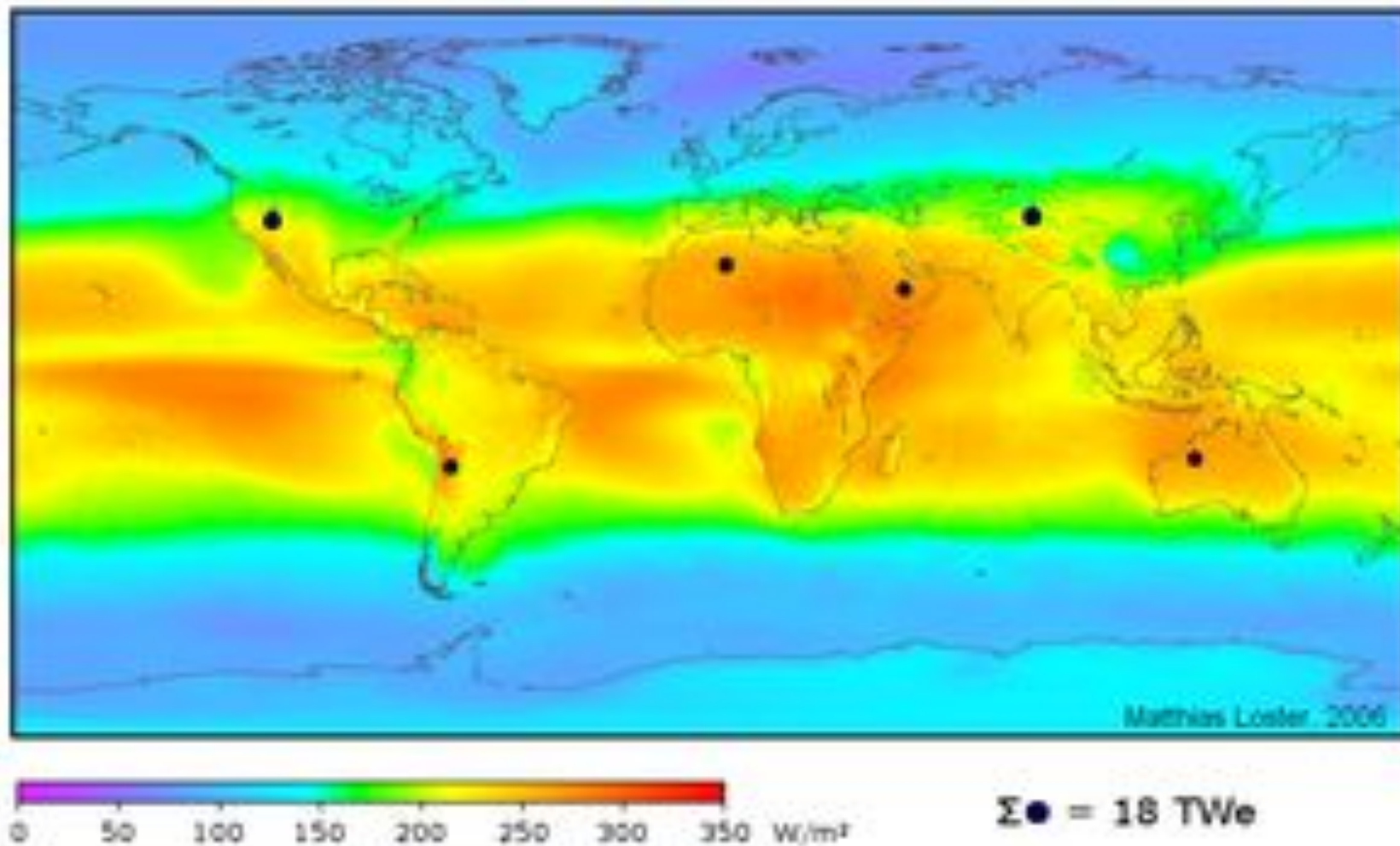


Рис. 13. Карта солнечного излучения

Солнечная энергетика— направление

[нетрадиционной](#) ~~нетрадиционной~~ [энергетики](#), основанное на непосредственном использовании [солнечного](#), основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения [энергии](#) в каком-либо виде. Солнечная энергетика использует неисчерпаемый источник энергии и является экологически чистой, то есть не производящей вредных отходов. Производство энергии с помощью солнечных электростанций хорошо согласовывается с концепцией [распределённого](#) производства энергии.

Поток солнечного излучения, проходящий через площадку в 1 м^2 , расположенную перпендикулярно потоку излучения на расстоянии одной [астрономической единицы](#) Поток солнечного излучения, проходящий через площадку в 1 м^2 , расположенную перпендикулярно потоку излучения на расстоянии одной астрономической единицы от центра Солнца (на входе в [атмосферу Земли](#) Поток солнечного излучения, проходящий через площадку в 1 м^2 , расположенную перпендикулярно потоку излучения на расстоянии одной астрономической единицы от центра Солнца (на входе в атмосферу Земли), равен 1367 Вт Поток солнечного излучения, проходящий через площадку в 1 м^2 , расположенную перпендикулярно потоку излучения на расстоянии одной астрономической единицы от центра Солнца (на входе в атмосферу Земли), равен 1367 Вт/м^2 ([солнечная постоянная](#)). Из-за поглощения, при прохождении атмосферной массы Земли, максимальный

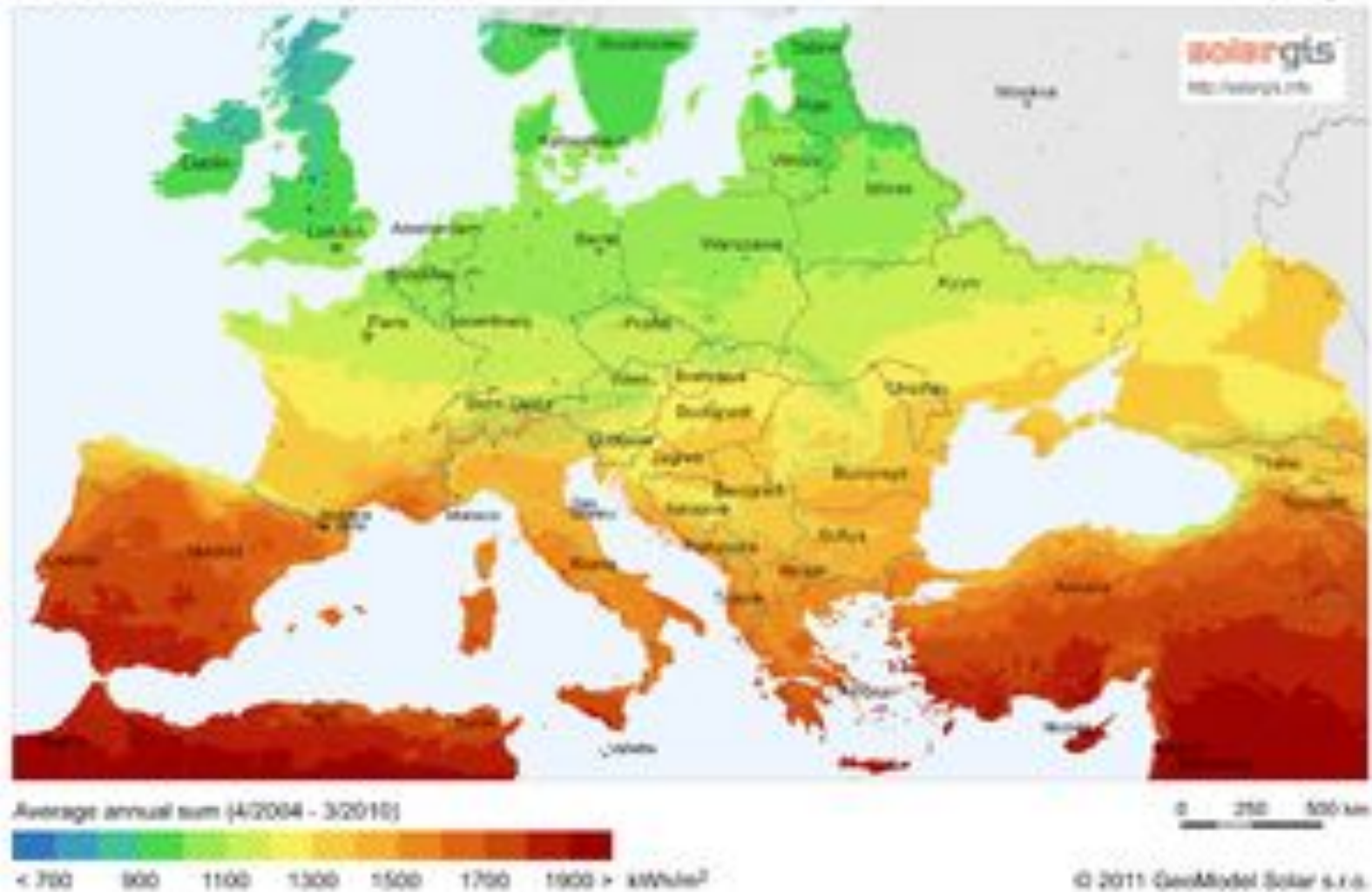


Рис.14. Карта солнечного излучения— Европа

Способы получения электричества и тепла из солнечного

излучения:

- На основе фотовольтаики — получение [электроэнергии](#) на основе фотовольтаики — получение электроэнергии с помощью [фотоэлементов](#);
- [гелиотермальная энергетика](#) — нагревание поверхности, поглощающей солнечные лучи, и последующее распределение и использование [тепла](#) (фокусирование солнечного излучения на сосуде с водой для последующего использования нагретой воды в отоплении или в паровых электро-генераторах). В качестве особого вида станций гелиотермальной энергетике принято выделять солнечные системы концентрирующего типа (CSP – Concentrated solar power). В этих установках энергия солнечных лучей с помощью системы линз и зеркал фокусируется в концентрированный луч солнца. Этот луч солнца используется как источник тепловой энергии для нагрева рабочей жидкости, которая расходуется для электрогенерации по аналогии с обычными ТЭЦ или накапливается для сохранения энергии.
- Преобразование солнечной энергии в электричество осуществляется с помощью тепловых машин:
 - [паровые машины](#) (поршневые или турбинные), использующие водяной пар, углекислый газ, пропан-бутан, фреоны;
 - [двигатель Стирлинга](#).
- Термовоздушные электростанции (преобразование солнечной энергии в энергию воздушного потока, направляемого на турбогенератор).
- Солнечные аэростатные электростанции (генерация водяного пара внутри баллона аэростата за счет нагрева солнечным излучением поверхности аэростата, покрытой селективно-поглощающим покрытием). Преимущество --

Достоинства и недостатки солнечной энергетики

Кратко:

Достоинства

- Общедоступность и неисчерпаемость источника.
- Теоретически, полная безопасность для окружающей среды, хотя существует вероятность того, что повсеместное внедрение солнечной энергетики может изменить [альбедо](#) (характеристику отражательной (рассеивающей) способности) земной поверхности и привести к изменению климата (однако при современном уровне потребления энергии это крайне маловероятно).

Недостатки

- Зависимость от погоды и времени суток.
- Как следствие необходимость [аккумуляции](#) энергии.
- При промышленном производстве—необходимость дублирования солнечных ЭС маневренными ЭС сопоставимой мощности.
- Высокая стоимость конструкции, связанная с применением редких элементов (к примеру, индий и теллур).
- Необходимость периодической очистки отражающей поверхности от пыли.
- Нагрев атмосферы над электростанцией.

Полне

Из-за теоретических ограничений в преобразовании [спектра](#) в полезную энергию (около 30%) для фотоэлементов первого и второго поколения требуется использование больших площадей земли под электростанции. Например, для электростанции мощностью 1ГВт это может быть несколько десятков квадратных километров (для сравнения, — [гидроэнергетика](#), при таких же мощностях, выводит изпользования заметно большие участки земли), но строительство солнечных электростанций такой мощности может привести к изменению [микроклимата](#) в прилегающей местности и поэтому в основном устанавливаются фотоэлектрические станции мощностью 1—2 МВт недалеко от потребителя или даже индивидуальные и мобильные установки. Фотоэлектрические элементы на крупных солнечных электростанциях устанавливаются на высоте 1,8—2,5 метра, что позволяет использовать земли под электростанцией для сельскохозяйственных нужд, например, для выпаса скота. Проблема нахождения больших площадей земли под солнечные электростанции решается в случае применения солнечных аэростатных электростанций, пригодных как для наземного, так и для воздушного базирования. под оптимальным углом фотоэлемент, зависит от [широты](#), сезона и климата и может различаться в два раза для заселённой части суши (до трёх с учётом пустыни Сахара). Атмосферные явления (облака, туман, пыль и др.) не только изменяют спектр интенсивность падающего на поверхность Земли солнечного излучения, но и изменяют соотношение между прямым и рассеянным излучениями, что оказывает значительное влияние на некоторые типы солнечных электростанций, например, с концентраторами или на элементах широкого

Кроме того:

Фотоэлектрические преобразователи работают днём и с меньшей эффективностью работают в утренних и вечерних сумерках. При этом пик электропотребления приходится именно на вечерние часы. Производимая ими электроэнергия может резко и неожиданно колебаться из-за смены погоды. Для преодоления этих недостатков на солнечных электростанциях используются эффективные [электрические аккумуляторы](#) (на сегодняшний день это недостаточно решённая проблема), либо преобразуют в другие виды энергии, например, строят [гидроаккумулирующие станции](#) (на сегодняшний день это недостаточно решённая проблема), либо преобразуют в другие виды энергии, например, строят гидроаккумулирующие станции, которые занимают большую территорию, или концепцию [водородной энергетики](#), которая недостаточно экономически эффективна. На сегодняшний день эта проблема просто решается созданием единых энергетических систем, которые перераспределяют вырабатываемую и потребляемую мощность. Проблема некоторой зависимости мощности солнечной электростанции от времени суток и погодных условий решается также с помощью солнечных аэростатных электростанций.

Сравнительно высокая цена солнечных фотоэлементов. С развитием технологии и ростом цен на ископаемые энергоносители этот недостаток преодолевается. В [1990](#)

Сравнительно высокая цена солнечных фотоэлементов. С развитием технологии и ростом цен на ископаемые энергоносители этот недостаток преодолевается. В 1990—[2005](#) гг. цены на фотоэлементы снижались в среднем на 4 % в год.

А также:

Эффективность фотоэлектрических элементов падает при их нагреве (в основном это касается систем сконцентраторами), поэтому возникает необходимость в установке систем охлаждения, обычно водяных.

Также в

фотоэлектрических преобразователях третьего и четвертого поколения и

используют для охлаждения преобразование теплового излучения в излучение наиболее согласованное с поглощающим материалом фотоэлектрического

элемента (так называемое up-conversion), что одновременно повышает [КПД](#).

Через 30 лет эксплуатации эффективность фотоэлектрических элементов начинает снижаться.

Отработавшие свои фотоэлементы, хотя и незначительная их часть, в основном специального назначения, содержат компонент ([кад-](#)

[мий](#)) Через 30 лет эксплуатации эффективность фотоэлектрических элементов начинает снижаться.

Отработавшие свои фотоэлементы, хотя и незначительная их часть, в основном специального назначения, содержат компонент (кад-мий), который недопустимо выбрасывать на свалку. Нужно дополнительно расширение индустрии по их [утилизации](#).

Экологические проблемы

При производстве фотоэлементов уровень загрязнений не превышает допустимого уровня для предприятий микроэлектронной промышленности. Современные фотоэлементы имеют срок службы 30—50 лет.

Применение [кадмия](#) для предприятий микроэлектронной промышленности. Современные фотоэлементы имеют срок службы 30—50 лет.

Применение кадмия, связанного в соединениях, при производстве некоторых типов фотоэлементов с целью повышения эффективности преобразования, ставит с

ложный вопрос их [утилизации](#), который тоже не имеет пока приемлемого с экологической точки

зрения решения, хотя такие элементы имеют незначительное распространение,

Из-за И-сое- за малого расхода материалов на поглощающий слой, здесь кремния, тонкоплёнок соединениям кадмия при современном производстве уже найдена достойная замена.

Ночные кремниевые фотоэлементы дешевле в производстве, но пока имеют меньшую эффективность и неустранимую деградацию характеристик во времени. В последнее время активно развивается производство тонкоплёночных фотоэлементов, в составе которых содержится всего около 1 % [кремния](#), по отношению к массе подложки, на которую наносятся тонкие плёнки.

оме того, развивается производство тонкоплёночных фотоэлементов на других полупроводниковых материалах, в частности [CIS](#) и CIGS, достойных конкурентов кремнию. Так,

И наконец:

- Солнечные концентраторы вызывают большие по площади затенения земель, что приводит к сильным изменениям почвенных условий, растительности и т. д.
- Нежелательное экологическое действие в районе расположения станции вызывает нагрев воздуха при прохождении через него солнечного излучения, сконцентрированного зеркальными отражателями. Это приводит к изменению теплового баланса, влажности, направления ветров; в некоторых случаях возможны перегрев и возгорание систем, использующих концентраторы, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Применение низкокипящих жидкостей и неизбежные их утечки в солнечных энергетических системах во время длительной эксплуатации могут привести к значительному загрязнению питьевой воды. Особую опасность представляют жидкости, содержащие хроматы и нитриты, являющиеся высокотоксичными веществами.

Распространение и перспективы развития солнечной энергетики

В 2010 году 2,7 % электроэнергии [Испании](#) было получено из солнечной энергии.

В 2010 году 2 % электроэнергии [Германии](#) было получено из фотоэлектрических установок.

В 2011 году около 3 % электроэнергии [Италии](#) было получено из фотоэлектрических установок.

В декабре 2011 года на Украине завершено строительство последней, пятой, 20- мегаваттной очереди солнечного парка в *Перово*, в результате чего его суммарная установленная мощность возросла до 100 МВт.

Солнечный парк *Перово* в составе пяти очередей стал крупнейшим парком в мире по показателю установленной мощности. За ним следуют канадская электростанция *Sarnia* (97 МВт), итальянская *Montaltodi Castro* (84,2 МВт) и немецкая *Finsterwalde* (80,7 МВт). Замыкает мировую пятерку крупнейших фотоэлектрических парков

другой проект на Украине - 80-мегаваттная электростанция *Охотниково* в Сакском районе Крыма.

Первая в России солнечная электростанция мощностью 100 кВт была запущена в сентябре 2010 года в Белгородской области.

В середине [2011 года](#) в фотоэлектрической промышленности Германии было занято более 100 тысяч человек. В солнечной энергетике США работали 93,5 тысяч человек.

