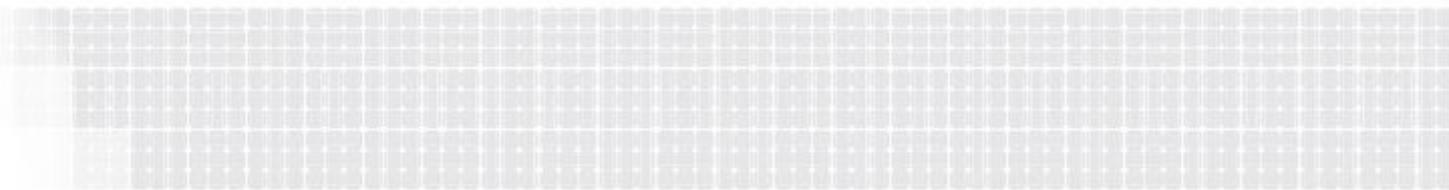


# Работа Солнечной электростанции



# Традиционные электростанции

- Атомные электростанции (АЭС)

## Влияние на экологию:

Расширение санитарно-защитной зоны для исключения влияния на живые организмы выбросов радиоактивных нуклидов.

При аварии на АЭС с повреждением ядерного реактора возможно радиоактивное заражение.



# Традиционные электростанции

- Электростанции, работающие на органическом топливе (ТЭС, ТЭЦ, ГРЭС)

## Влияние на экологию:

Выделение диоксида азота, оксида азота, окиси углерода, диоксида серы, неорганической пыли и сажи.

Загрязнение почвы, водного бассейна, флоры и фауны.



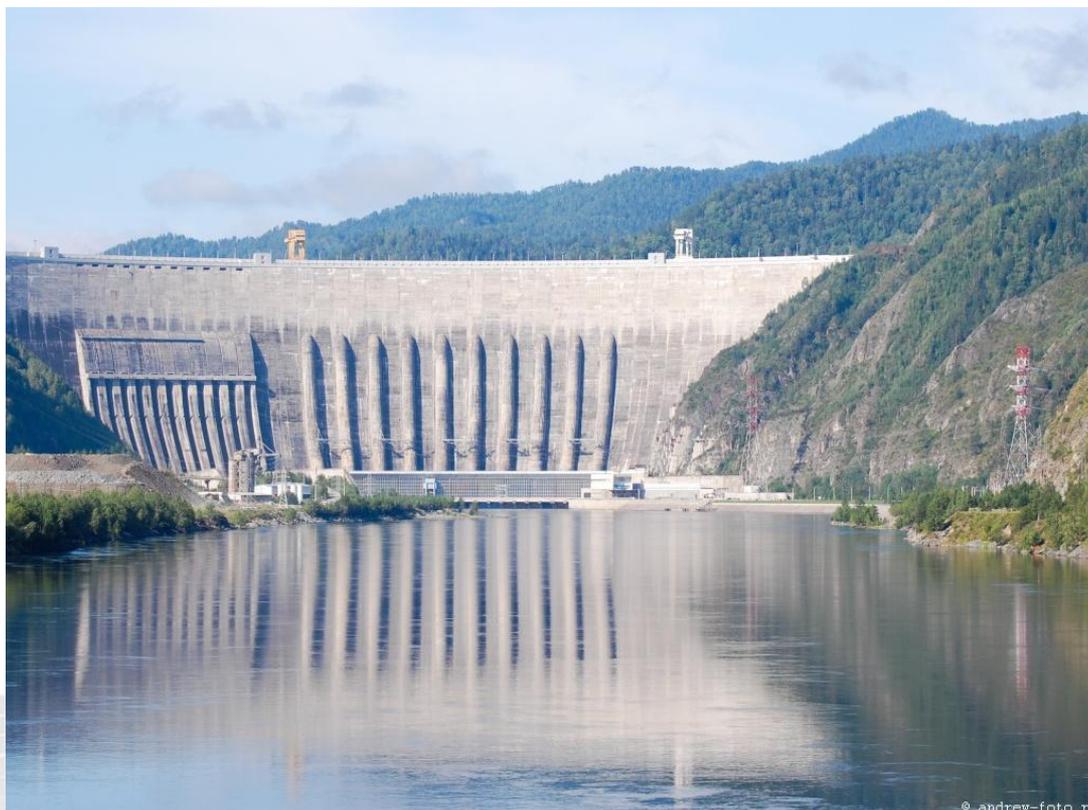
- Гидравлические электростанции (ГЭС)

**Влияние на экологию:**

Разрушение русла рек.

Разрушение среды обитания растений и животных.

При строительстве ГЭС возможны затопления плодородных земель.



© andrew-foto.ru

# Виды электростанций, использующие ВИЭ

- Солнечные электростанции (башенного и тарельчатого типа, использующие ФЭМ и параболические концентраторы, комбинированные, аэростатные, солнечно-вакуумные)



# Виды электростанций, использующие ВИЭ

- Ветряные электростанции (прибрежные, шельфовые, плавающие, парящие, горные)



# Виды электростанций, использующие ВИЭ

- Волновые электростанции (поплавковые, турбинные, гидравлические)



# Виды электростанций, использующие ВИЭ

- Приливные электростанции



# Виды электростанций, использующие ВИЭ

- Малые ГЭС на средних и малых реках (не более 10МВт)



# Виды электростанций, использующие ВИЭ

- Геотермальные электростанции (работающие по прямой, не прямой, смешанной и бинарной схемам)



# Виды электростанций, использующие ВИЭ

- Электростанции, сжигающие биотопливо (жидкое, твердое и газообразное)



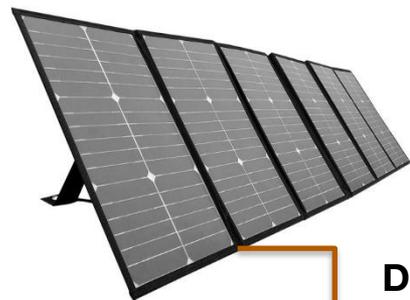
# О солнечной станции

Солнечная электростанция (СЭС) — высокотехнологичный источник возобновляемой энергии, преобразующий световой поток в электрическую энергию.

СЭС являются экологически чистыми электростанциями.

## Основные элементы Солнечной электростанции:

### Фотоэлектрический модуль (ФЭМ)



DC



### Инвертор DC/AC



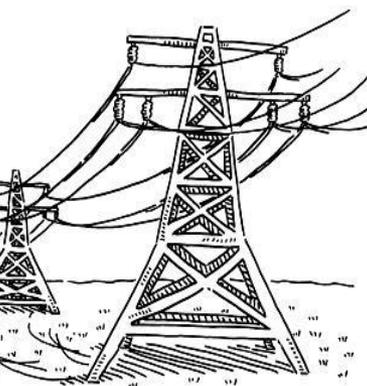
AC



### Повышающий трансформатор



10кВ,  
110кВ



Высоковольтная  
ЛЭП (ВЛ)  
Единая  
энергосистема РФ

ФЭМ - преобразует солнечную энергию в электрическую, вырабатывает постоянный ток

инвертор - преобразует постоянный ток в переменный ток промышленной частоты 50Гц

Трансформатор повышает напряжение от 0,4 кВ до величины напряжения подключаемой ЛЭП (10 или 110 кВ)

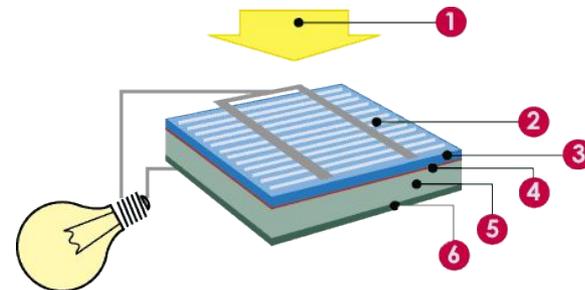
ВЛ - передает электрическую энергию от станции в Единую энергосистему, а далее потребителям

# Фотоэлектрический модуль ФЭМ

**Солнечная панель — объединение фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) — полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток.**

## Состав ФЭМ

ФЭМ состоит из кремниевых пластин стороны которой имеют положительный (positive) и отрицательный (negative) полюс



- 1 свет (фотоны)
- 4 слой р-п перехода
- 2 фронтальный контакт
- 5 позитивный слой
- 3 негативный слой
- 6 задний контакт

Принцип работы ФЭМ основан на так называемой электронно-дырочной проводимости. При попадании солнечных лучей на кремниевый фотоэлемент в нем возникают неравновесные электронно-дырочные пары. Избыточные электроны и «дырки» частично переносятся через р-п-переход из одного слоя полупроводника в другой. Электроны, генерируемые в р-слое вблизи р-п-перехода, подходят к р-п-переходу и существующим в нем электрическим полем выносятся в п-область. Аналогично и избыточные дырки, созданные в п-слое, частично переносятся в р-слой. В результате п-слой приобретает дополнительный отрицательный заряд, а р-слой — положительный. Снижается первоначальная контактная разность потенциалов между р- и п-слоями полупроводника, и во внешней цепи появляется напряжение. Отрицательному полюсу источника тока соответствует п-слой, а р-слой — положительному. В итоге в подключенной цепи начинает протекать постоянный ток.

На СЭС применяются панели из кремния.

Основные типы: Моно и Поликристаллические.

Монокристаллические - Форма кристалла – квадрат со срезанными углами. Выращивается в непрерывно вращающихся тиглях (печах).

КПД 18-22%

Мощность панелей 300-450Вт

Срок службы – не менее 25 лет



Поликристаллические - отличаются светло-синим цветом. Производятся посредством химического охлаждения расплавленного кремния, когда множество кристаллов затвердевают близко друг к другу в произвольном порядке.

КПД 16-18%

Мощность панелей 300-450Вт

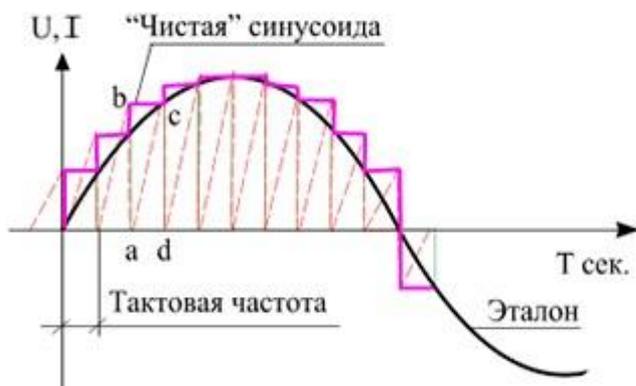
Срок службы – не менее 25 лет



Солнечные панели размещаются на опорных конструкциях. С целью создания необходимого напряжения для работы инверторов выходы ФЭМ объединяются в стринги по 20-22 шт. Стринги в свою очередь объединяются в специальных шкафах постоянного тока (КШПТ). От шкафов постоянного тока, генерируемая панелями электроэнергия передается для преобразования в переменный ток на инверторные установки. В КШПТ с помощью специальных контроллеров также реализован мониторинг работы стрингов и модулей.

**Инвертор** — устройство для преобразования постоянного тока вырабатываемого ФЭМ в переменный с изменением величины напряжения, на базе IGBT транзисторов (IGBT с англ. биполярный транзистор с изолированным затвором).

Напряжение постоянного тока, поступающее на вход инвертора, преобразуется в напряжение переменного тока по форме, близкое к синусоидальному. Это достигается за счет применения соответствующего принципа управления транзисторами (открытие – закрытие транзистора) инвертора, так называемый принцип «широтно-импульсной модуляции» (ШИМ). Идея «многократной» ШИМ заключается в том, что на интервале каждого полупериода выходного напряжения инвертора соответствующая пара транзисторов мостового инвертора коммутируется на высокой частоте (многократно). Причём длительность этих высокочастотных импульсов коммутации изменяется по синусоидальному закону. В качестве опорного напряжения инвертора используется напряжение сети частотой 50 Гц. Затем, с помощью высокочастотного фильтра нижних частот, выделяется синусоидальная составляющая выходного напряжения инвертора.



## Инвертор DC/AC

ФЭМ —  
DC  
700 В

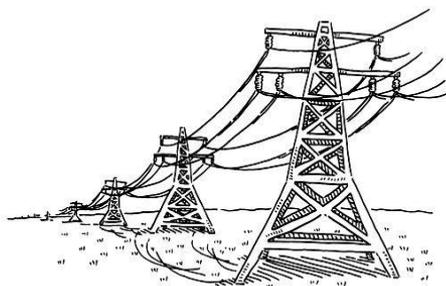


AC  
400 В / 50Гц

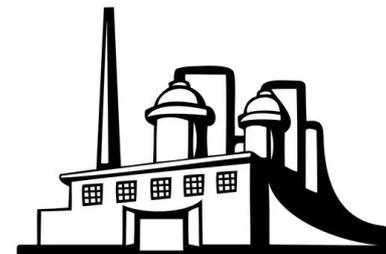
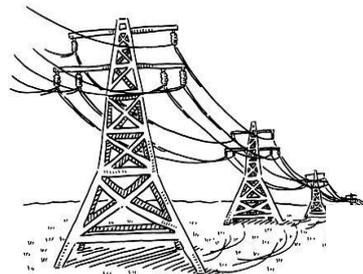
# Выдача электрической мощности в единую энергосистему

**Трансформаторы** повышают напряжение до номинальных значений высоковольтных линий и с помощью устройств распределения (закрытое распределительное устройство - ЗРУ, открытое распределительное устройство - ОРУ), электроэнергия передается в единую энергосистему Российской Федерации (ЕЭС РФ), а далее к потребителям (дома, торговые центры, промышленные предприятия).

СЭС



ЕЭС РФ



## Основные и вспомогательные технологические системы СЭС

В связи с тем, что на СЭС значительное количество фотоэлектрических модулей (от 56 тысяч до 350 тысяч - в зависимости от единичной мощности ФЭМ и установленной мощности СЭС), установлено сложное, высокотехнологичное оборудование для преобразования электроэнергии, для постоянного мониторинга внедрена полномасштабная АСУТП (автоматизированная система управления технологическими процессами), осуществляющая сбор и обработку информации, а также управление оборудованием. С каждого стола ФЭМ передаются данные о параметрах генерации, с функцией автоматического обнаружения неисправностей. С каждого инвертора передаются, обрабатываются, анализируются и хранятся сотни параметров. Данная Система позволяет оперативному персоналу в кратчайшие сроки выявить неисправности оборудования и принять меры по их устранению.

Система связи – служит для информационного и голосового сообщения со смежными электроэнергетическими предприятиями, диспетчерским персоналом.

Системы мониторинга за метеоданными (погода, инсоляция).

СОТИАССО – система обмена технологической информацией с Филиалами АО «СО ЕЭС» (является обязательным требованием для электростанций, работающих на ОРЭМ).

АИИС КУЭ – автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии.

Пожарная сигнализация.

Охранная сигнализация.

Видеонаблюдение за периметром и территорией СЭС.

Спасибо за внимание!

