

# Нетрадиционная энергетика



# Солнечная энергетика

- Солнечная энергия – это преобразование энергии солнечного света в электричество, либо непосредственно с помощью фотоэлектрических элементов, либо косвенно с помощью концентрированной солнечной энергии, либо в комбинации.
- Концентрированные солнечные энергетические системы используют линзы или зеркала и систему слежения, чтобы сфокусировать большую площадь солнечного света в небольшой луч.
- Фотоэлектрические элементы преобразуют свет в электрический ток, используя фотоэлектрический эффект.
- Фотовольтаика изначально использовалась исключительно в качестве источника электроэнергии для малых и средних предприятий, начиная от калькулятора, работающего на одном солнечном элементе, и заканчивая удаленными домами, работающими на автономной фотоэлектрической системе крыши.

# Солнечные электростанции

Существует 4 основных вида солнечных электростанций:

- Солнечная электростанция на фотоэлектрических элементах;
- Солнечные тепловые электростанции;
- Вакуумно-солнечные электростанции;
- Комбинированные солнечные электростанции.

Также подразделяются на автономные (отдельно стоящие) СЭС и электростанции, входящие в состав общей энергосистемы

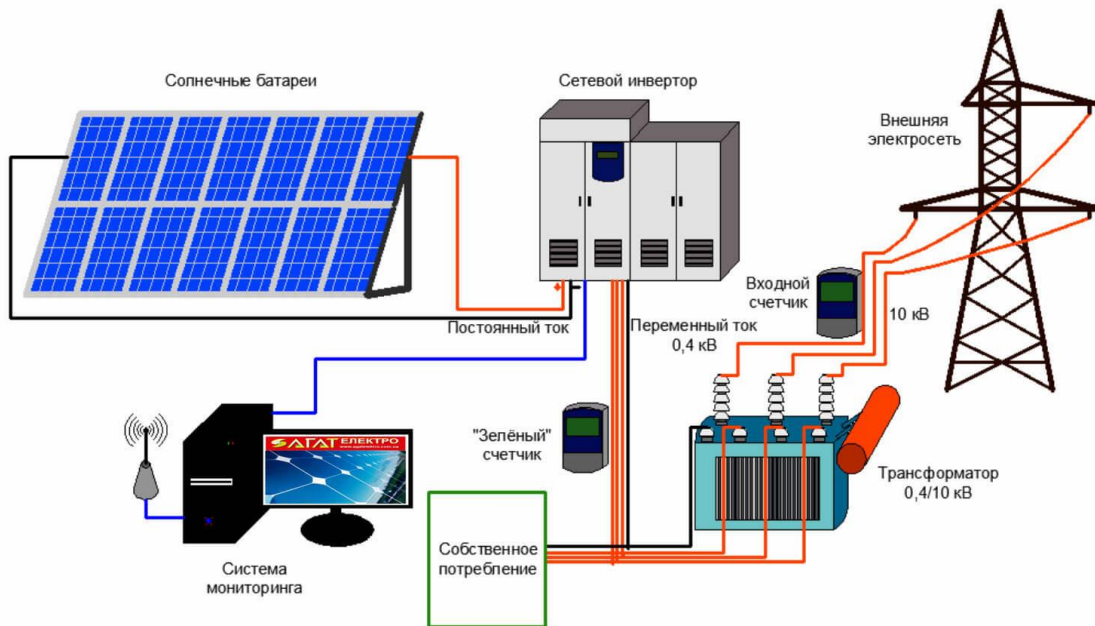


# Автономная СЭС



- В автономной системе солнечные модули производят электрическую энергию, которая используется для зарядки аккумуляторной батареи, и эта батарея доставляет электричество к подключенной нагрузке. Автономные системы обычно представляют собой небольшие системы с мощностью генерации менее 1 кВт

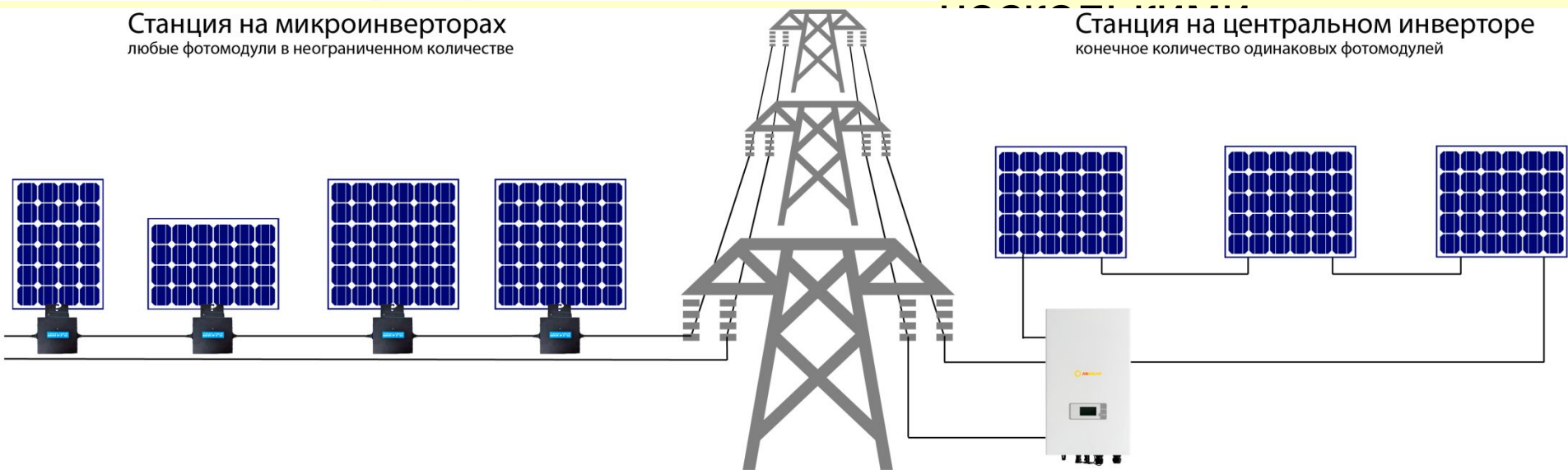
# СЭС, входящие в состав единой энергосистемы



Солнечные электростанции, входящие в состав общей энергосистемы бывают двух типов: с одним макро-центральным инвертором и с

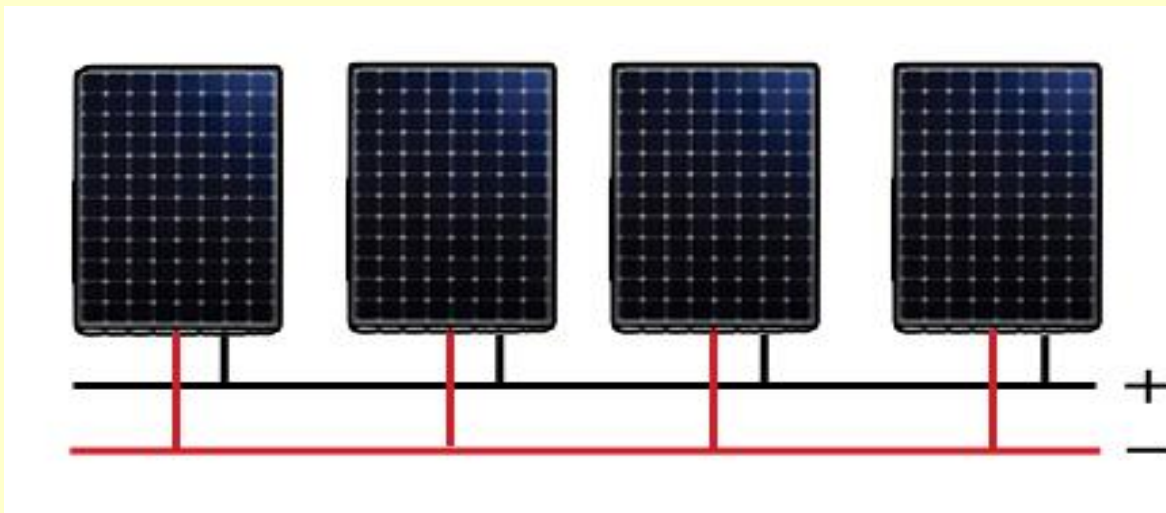
Станция на микроинверторах  
любые фотомодули в неограниченном количестве

Станция на центральном инверторе  
конечное количество одинаковых фотомодулей



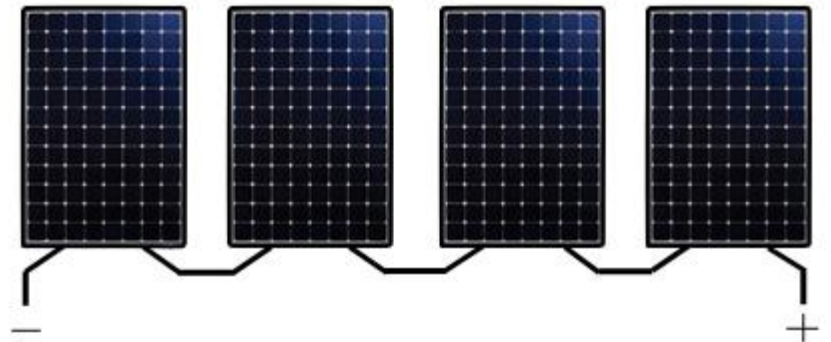
# Энергосистема с резервным источником солнечной энергии

- Она также называется интерактивной энергосистемой. Это комбинация сетевого блока производства солнечной энергии и аккумуляторной батареи.
- Главным недостатком энергосистемы, в состав которой включена СЭС, является то, что при любом отключении электроэнергии в сети солнечный модуль отключается от системы. Чтобы избежать прерывистости питания в период отключения электроэнергии один аккумуляторный блок достаточной емкости может быть подключен к системе в качестве резервного источника питания.

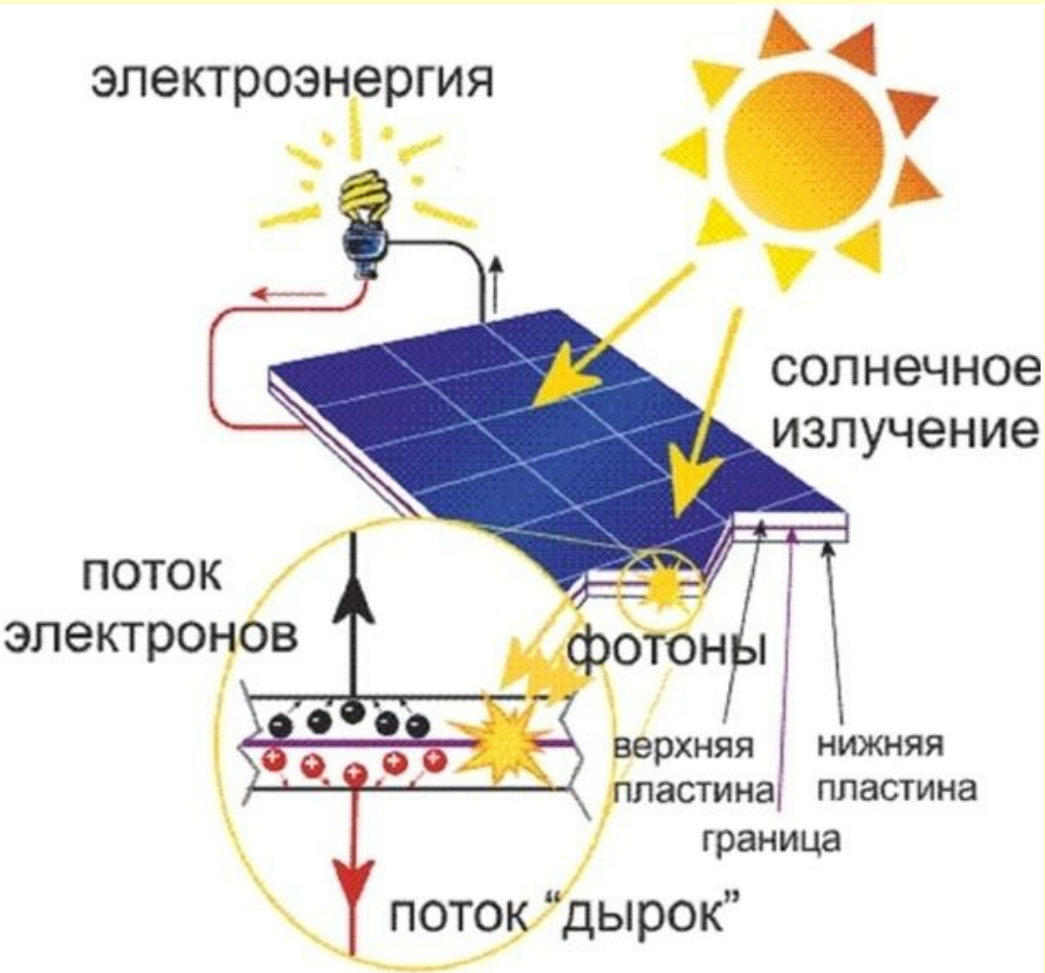


# Энергосистема с резервным ИСТОЧНИКОМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

- Сеть с резервной СЭС является наиболее надежной и стабильной системой, используемой для электрификации небольших хозяйств.
- Здесь солнечные модули заряжают аккумуляторную батарею, которая, в свою очередь, снабжает распределительные щиты через инвертор. Когда батареи разряжаются до заранее заданного уровня, система автоматически переключается обратно на сетевое питание.
- Затем солнечные модули заряжают батареи, и после того, как батареи снова заряжаются до заранее заданного уровня, система снова переключается на солнечную энергию. Электроэнергия не продается обратно коммунальным компаниям через эту систему. Вся производимая энергия используется только для питания домашнего хозяйства.



# Солнечная панель или солнечный модуль

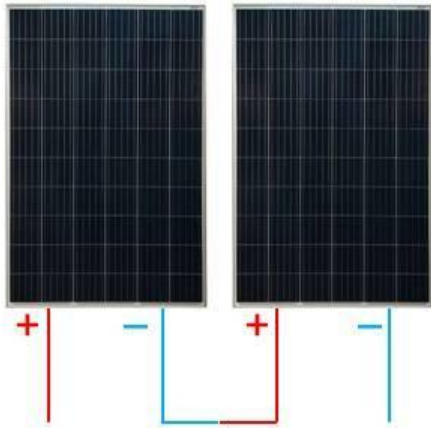


Солнечная панель или солнечный модуль – это массив последовательно и параллельно соединенных солнечных элементов. Разность потенциалов, приобретаемая солнечным элементом, составляет 0,5 В, и поэтому определенное количество таких элементов должно быть соединено последовательно, чтобы достичь 14-18 В для зарядки стандартной батареи в 12 В.

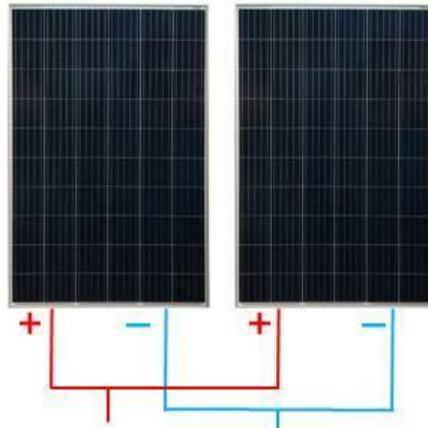


# Различные типы соединения солнечных панелей

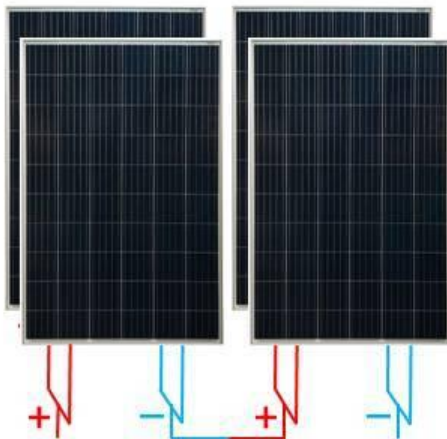
1. Последовательное



2. Параллельное

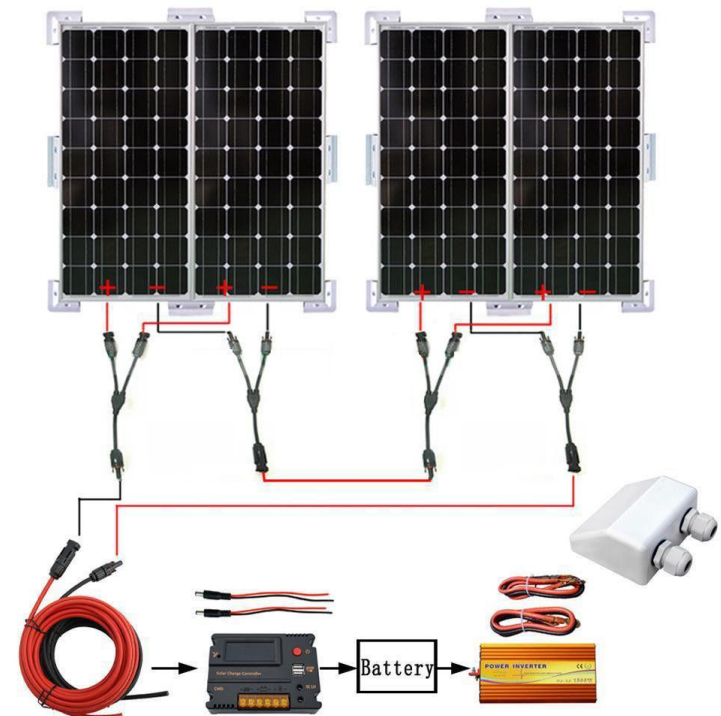


3. Параллельно-последовательное



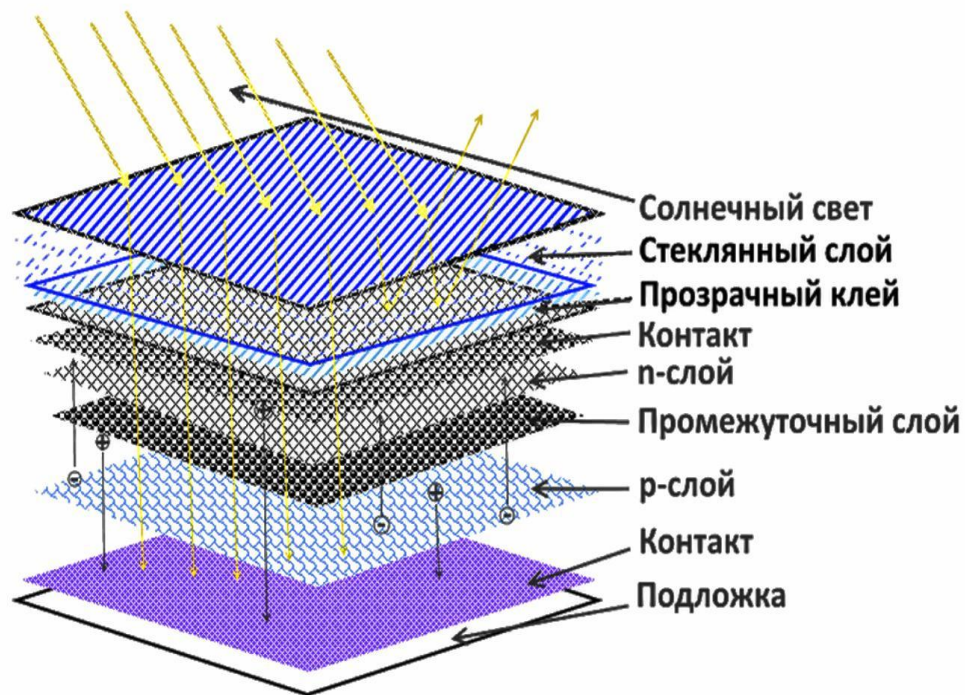
Солнечные панели соединены вместе, чтобы создать солнечную батарею.

Панели соединяются как параллельно так и последовательно для достижения более высоких значений тока и напряжения



# Фотоэлектрический эффект

- Эффект, благодаря которому световая энергия преобразуется в электрическую энергию в некоторых полупроводниковых материалах без какого-либо промежуточного процесса, известен как фотоэлектрический эффект.
- Рассмотрим блок из кремниевого кристалла. Верхняя часть этого блока легирована донорскими примесями, а нижняя - акцептом или примесями.

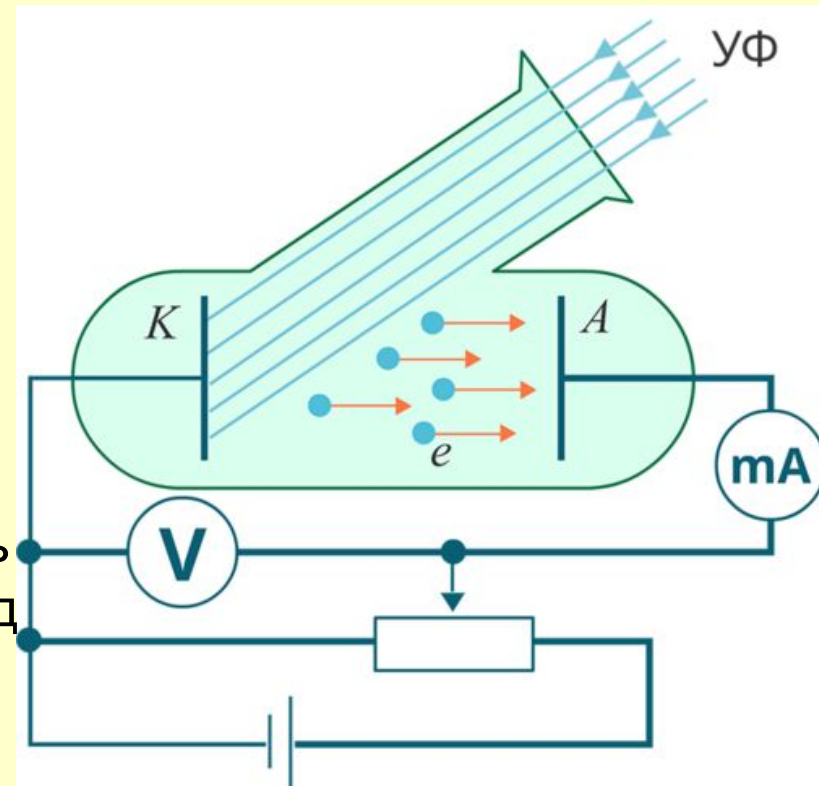


Следовательно, концентрация свободных электронов довольно высока в области n-типа по сравнению с областью p-типа, а концентрация дырок довольно высока в области p-типа по сравнению с областью n-типа блока.

# Фотоэлектрический эффект

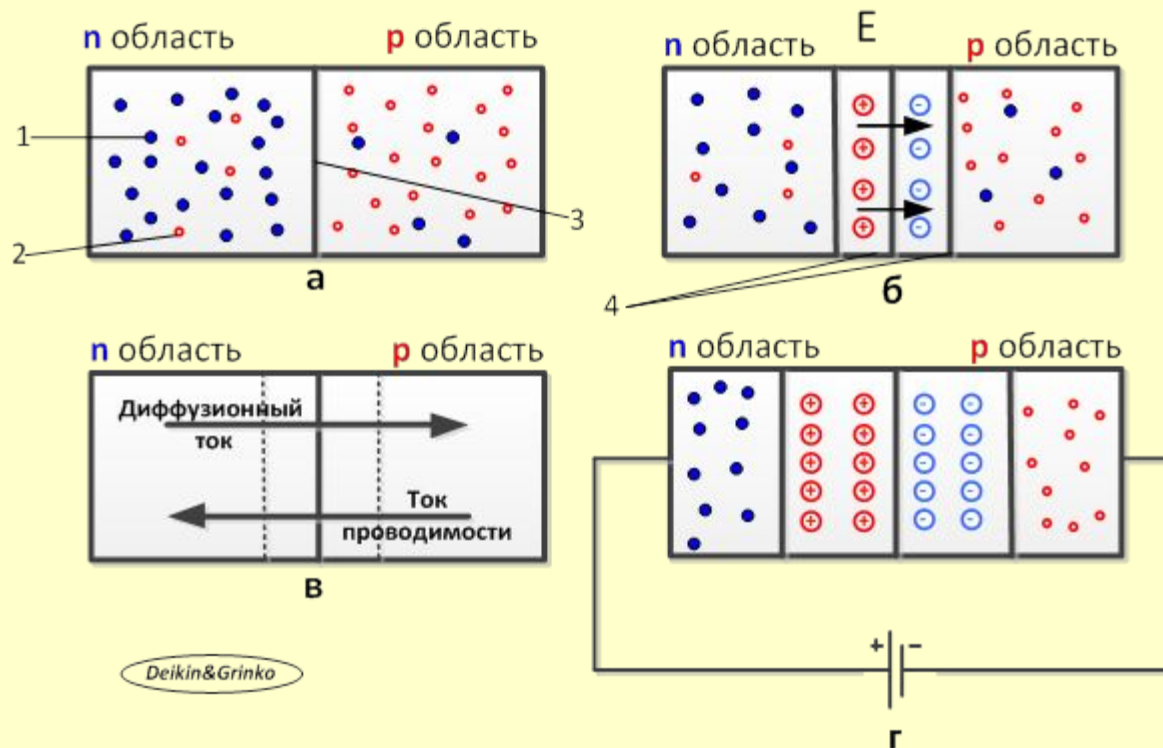
- В области р-типа будет иметь место высокий градиент концентрации заряда, переносимого через линию соединения блока.
- Свободные электроны из области n-типа пытаются диффундировать в область р-типа, а дырки в области р-типа пытаются диффундировать в область n-типа в кристалле. Это объясняется тем, что носители заряда по своей природе всегда стремятся диффундировать из области высокой концентрации в область низкой концентрации.

Каждый свободный электрон области n-типа, попадая в область р-типа за счет диффузии, оставляет за собой положительный донорный ион в области n-типа. Это происходит потому, что каждый свободный электрон в области n-типа внесен одним нейтральным атомом-донором. Аналогично, когда дырка диффундирует из области р-типа в область n-типа, она оставляет отрицательный заряд или ион позади себя в области р-типа.



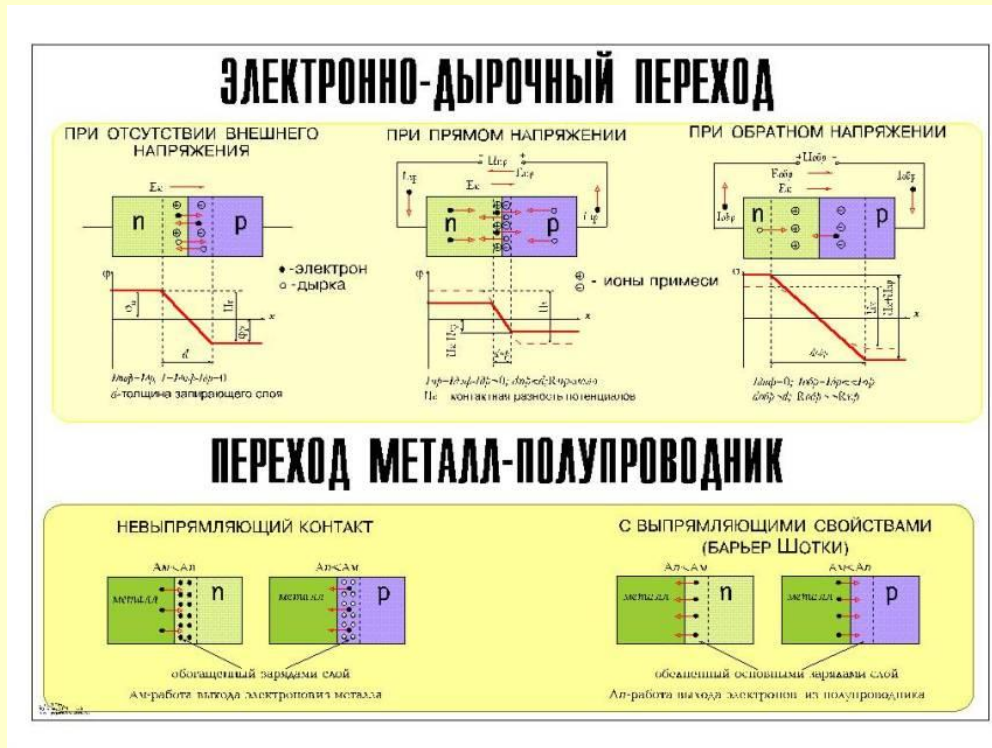
# Фотоэлектрический эффект

- Также и каждая дырка вкладывается одним акцепторным атомом в область р-типа. Оба эти иона: донорные и акцепторные неподвижны и фиксированы в своем положении в кристаллической структуре.
- Те свободные электроны области n-типа, которые находятся ближе всего к области р-типа, сначала диффундируют в область р-типа, следовательно, создают слой положительных неподвижных донорных ионов в области n-типа, прилегающей к переходу.

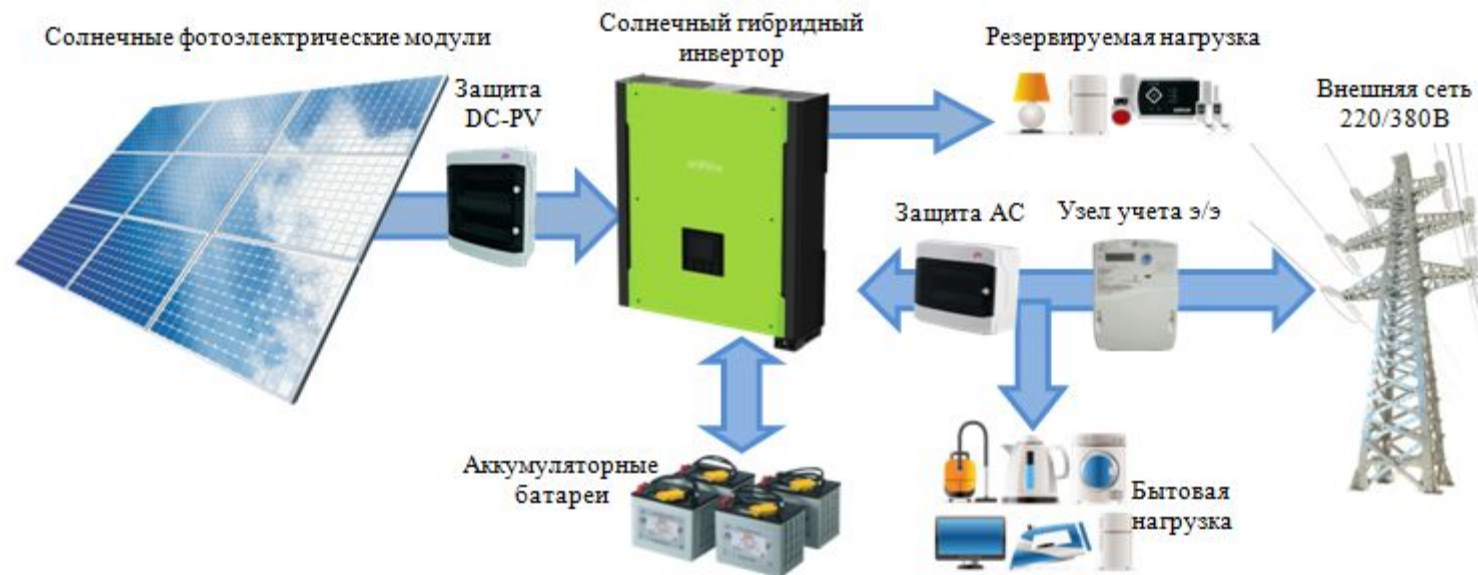
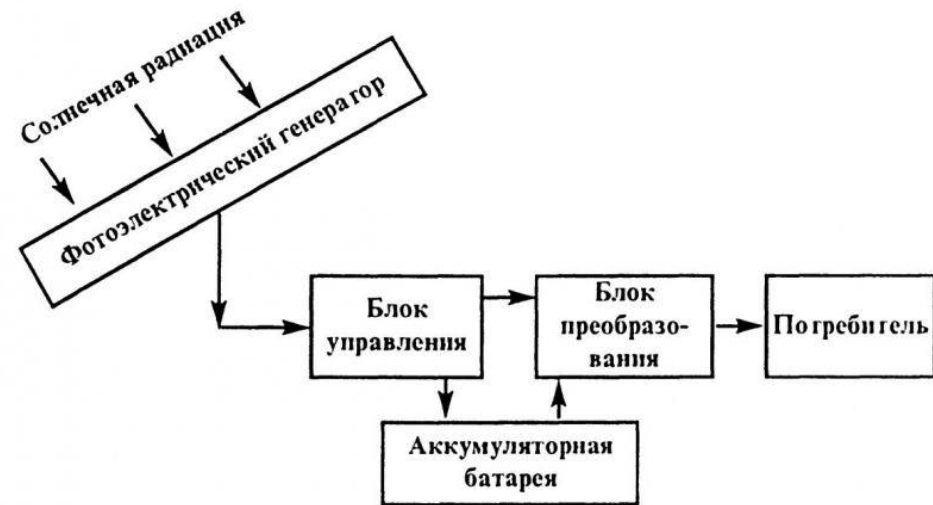


# Фотоэлектрический эффект

- Так же те свободные дырки области р-типа, которые находятся ближе всего к области n-типа, сначала диффундируют в область n-типа, следовательно, создают слой отрицательных неподвижных акцепторных ионов в области р-типа, прилегающей к переходу. Эти положительные и отрицательные ионы концентрационного слоя создают электрическое поле поперек перехода, который направлен от положительного к отрицательному. Вследствие этого носители заряда в кристалле дрейфуют в направлении электрического поля.



# СЭС на фотоэлементах



# Преимущества и недостатки солнечных батарей

## Преимущества

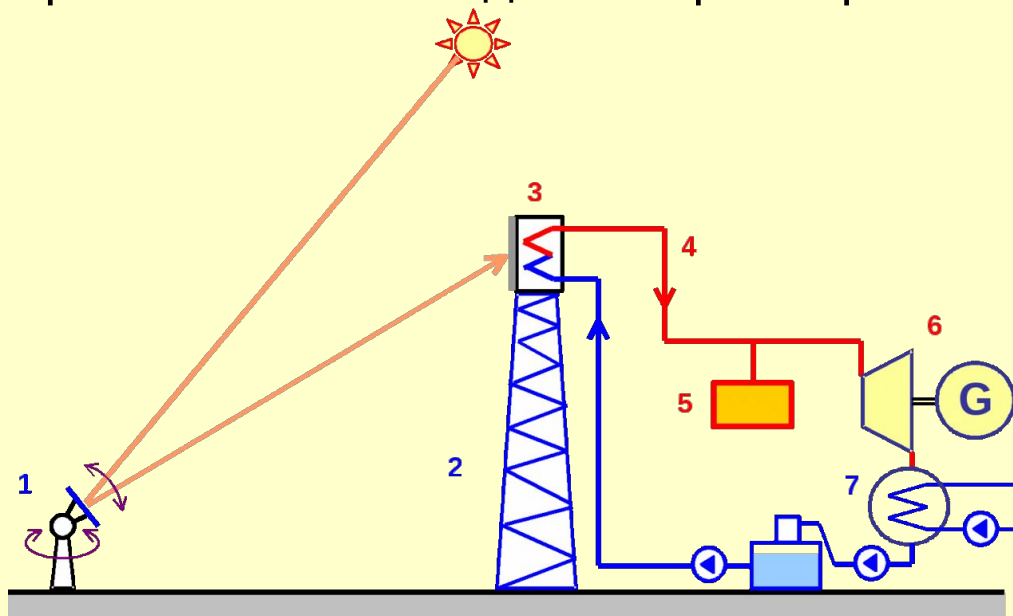
- Отсутствие каких-либо загрязнений атмосферы;
- Длительный срок службы;
- Никаких затрат на техническое обслуживание.

## Недостатки

- Высокую стоимость установки;
- Низкая эффективность;
- Зависимость от времени суток и от погоды: в пасмурный день энергии производится меньше, невозможность выработки электроэнергии ночью.

# Солнечные тепловые электростанции

- Солнечные тепловые электростанции используют солнечные концентраторы вместо фотоэлектрических элементов.
- Принцип работы заключается в концентрации солнечного излучения на приемнике и использовании полученного тепла для выработки перегретого пара, который затем приводит в действие турбину для выработки электроэнергии. Солнечные тепловые электростанции могут быть установлены в различных конфигурациях в зависимости от требований к выходным параметрам.



- 1 – коллектор и система слежения;
- 2 – приемник;
- 3 – парогенератор;
- 4 – пар;
- 5 – пароперегреватель;
- 6 – турбина;
- 7 – конденсатор.



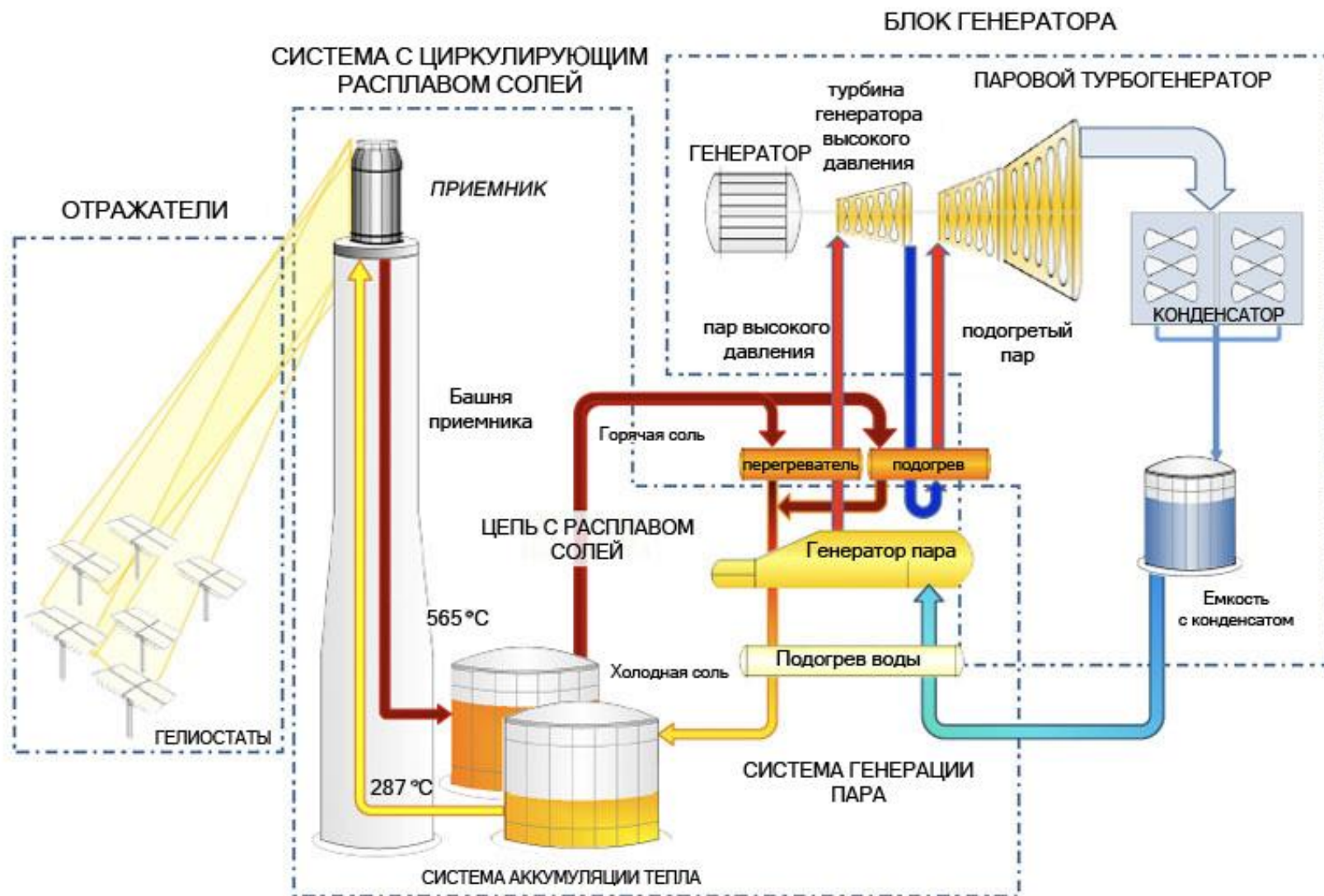
# Элементы солнечной тепловой электростанции

- **Коллекторы** представляют собой корытообразные зеркала, которые собирают падающее на них солнечное излучение и концентрируют его на приемнике.
- **Система слежения** является неотъемлемой частью солнечной тепловой электростанции, так как она значительно повышает общую эффективность работы. Система слежения держит коллекторы выровненными по направлению к солнечным лучам и, следовательно, максимизирует тепловыделение.
- **Приемник** получает концентрированную энергию, которая используется для нагрева нагревательной жидкости, протекающей через приемник. Обычно используемые нагревательные жидкости - это масла (термическая жидкость).

# Элементы солнечной тепловой электростанции

- **Накопитель энергии:** некоторые тепловые электростанции используют расплавленные соли (нитраты натрия или калия) для хранения энергии, которая может быть использована для продолжения производства электроэнергии в ночное время.
- **Парогенератор и пароперегреватель:** тепло от нагревательной жидкости фактически передается в воду для получения перегретого пара. Чем выше температура перегретого пара, тем выше будет эффективность работы установки.
- **Турбина:** перегретый пар подается в турбину для выработки электроэнергии.
- **Конденсатор:** после того как пар выходит из турбины, он может быть охлажден и заново использован в процессе нагрева.

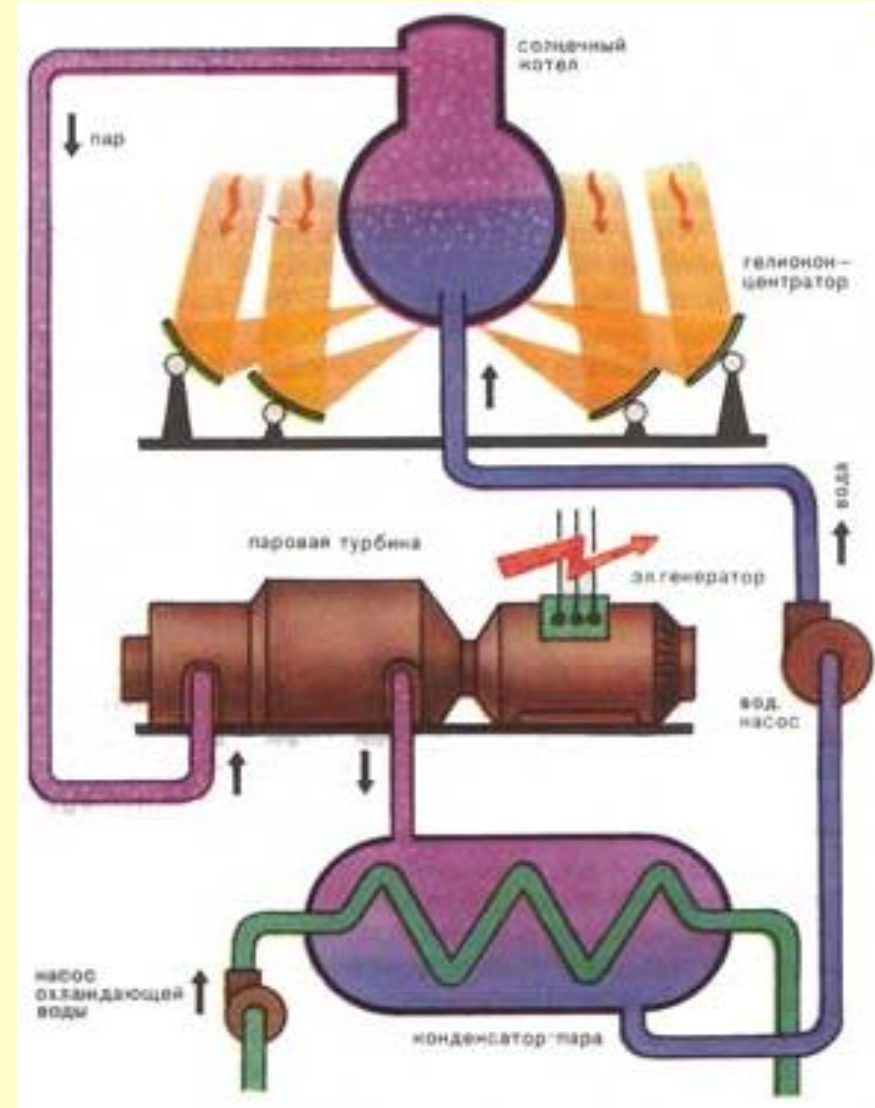
# Схема СТЭС



# Типы СТЭС

- Башенные СЭС;
- Тарельчатые СЭС;
- СЭС с параболическими концентраторами;
- Аэростатные СЭС;
- Солнечно-вакуумные электростанции;
- Комбинированные СЭС

# Башенные СЭС



# Башенные СЭС

- В основе башенных электростанций изначально лежал принцип испарения воды под действием солнечного излучения. Водяной пар здесь используется в качестве рабочего тела. Расположенная в центре такой станции башня, имеет на вершине резервуар с водой, который окрашен в черный цвет для наилучшего поглощения как видимого излучения, так и тепла. Кроме этого в башне имеется насосная группа, функция которой – доставлять воду в резервуар. Пар, температура которого превышает  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вращает турбогенератор, расположенный на территории станции.
- Для того, чтобы максимально возможное количество солнечной радиации сконцентрировать на вершине башни, вокруг нее устанавливаются сотни гелиостатов, функция которых – направлять отраженное солнечное излучение точно на емкость с водой. Гелиостаты представляют собой зеркала, площадь каждого из которых может достигать десятков квадратных метров.
- Закрепленные на опорах, оснащенных автоматической системой фокусировки, все гелиостаты направляют отраженное солнечное излучение точно на вершину башни, на резервуар, поскольку позиционирование работает в соответствии с движением солнца в течение дня.

# Тарельчатые СЭС



Принципиально электростанции данного типа похожи на башенные, однако конструктивно отличаются. Здесь используются отдельные модули, каждый из которых генерирует электричество. Модуль включает в себя и отражатель, и приемник.

На опоре устанавливается параболическая сборка из зеркал, формирующая отражатель.

В фокусе параболоида расположен приемник. Отражатель состоит из десятков зеркал, каждое из которых индивидуально настроено.

Приемником же может быть двигатель Стирлинга, совмещенный с генератором, либо резервуар с водой, которая превращается в пар, а пар вращает турбину.

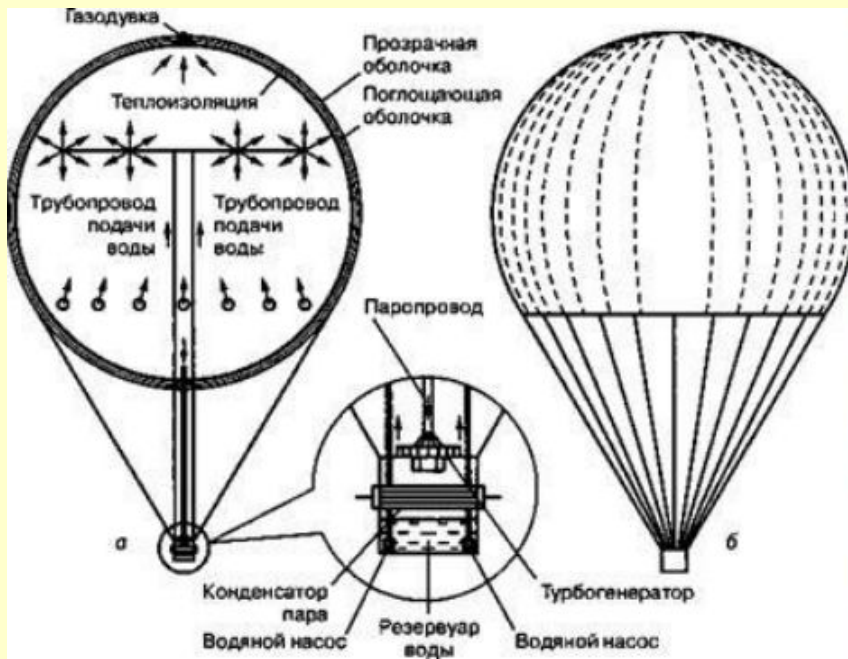
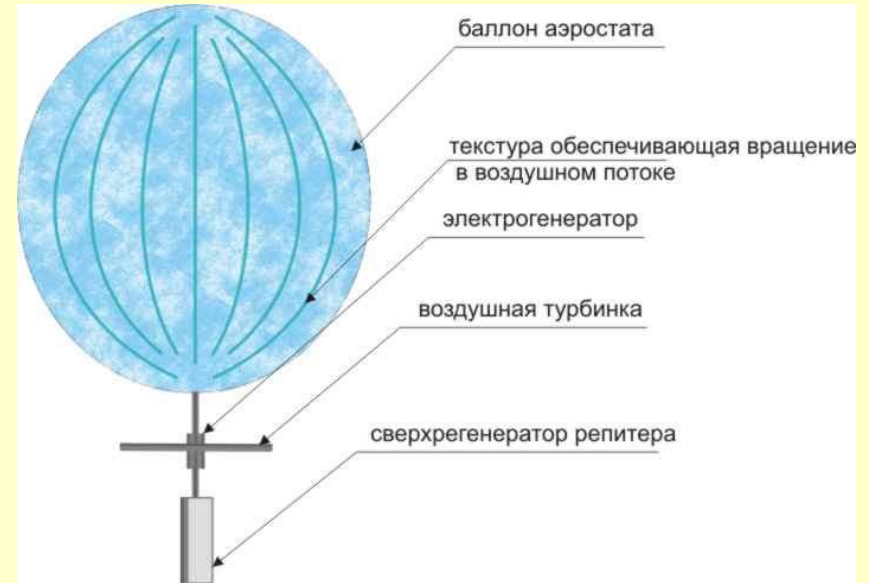
# СЭС с параболическими концентраторами



- Здесь снова теплоноситель нагревается сконцентрированным отраженным излучением.
- Зеркало в форме параболического цилиндра, до 50 метров в длину, располагается в направлении север-юг, и вслед за движением солнца вращается.
- В фокусе зеркала закреплена трубка, по которой движется жидкий теплоноситель.
- После того, как теплоноситель достаточно разогрелся, в теплообменнике тепло передается воде, где пар опять же вращает генератор.



# Аэростатные СЭС



# Солнечно-вакуумные электростанции



- Абсолютно экологически безопасный тип солнечных станций. В качестве принципа используется естественный поток воздуха, возникающий благодаря перепаду температур (воздух у поверхности земли разогревается, и устремляется вверх).

Сооружается оранжерея, представляющая собой накрытый стеклом участок земли. Из центра оранжереи выступает башня, высокая труба, в которой установлена турбина генератора. Солнце разогревает оранжерею, и воздух устремляясь через трубу вверх, вращает турбину. Тяга сохраняется постоянной, пока солнце разогревает воздух в закрытом стеклом объеме, и даже ночью, пока поверхность земли сохраняет тепло.

# Комбинированные солнечные электростанции



Это те станции, где к теплообменникам подключают коммуникации горячего водоснабжения, отопления, в общем нагревают воду для различных нужд. К комбинированным станциям относятся и совмещенные решения, когда параллельно солнечным батареям работают концентраторы.

Часто комбинированные солнечные электростанции оказываются единственным решением для альтернативного электроснабжения и отопления частных домов.

# Достоинства и недостатки СЭС

## Достоинства

- Общая доступность и неисчерпаемость источника;
- Полная безопасность для окружающей среды;

## Недостатки

- Зависимость от погоды и времени суток;
- Потребность в накоплении энергии;
- Необходимость периодической очистки отражающей поверхности от пыли, льда...;
- Нагрев атмосферы над электростанцией;
- Высокий уровень шума;
- Препятствие движению птиц;
- Низкая эффективность-10-15%