

# **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМ ЗДАНИИ**

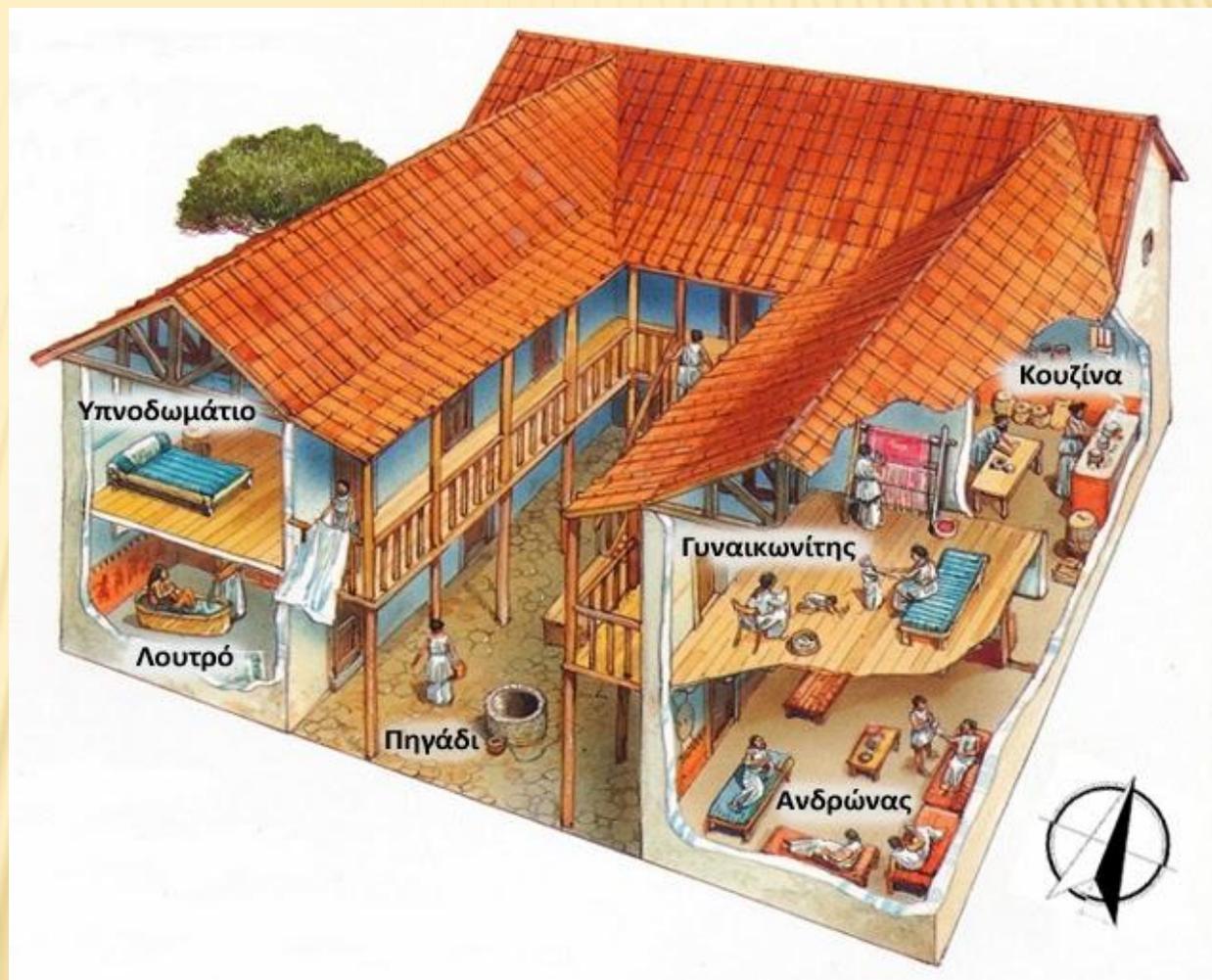
---

# ИСТОРИЧЕСКИЙ ЭКСКУРС.

---

- Первый совет архитекторам **по использованию солнца** был дан греческим историком Ксенофонтом (430—354 гг. до н. э.): «Мы должны строить южный фасад домов выше, чтобы поймать зимнее солнце».
- Концепция «солнечных домов» Сократа;
- Первый солнечный водонагреватель был создан в 1767 году швейцарским ботаником Орасом Бенедиктом де Соссюром и по своей мощности он позволял приготовить суп;
- Первый патент на активную гелиосистему Р.М. Интайр, 1911 г.;
- Хрустальный дом на выставке в США — первая реализованная гелиосистема в архитектуре, 1932 г.;
- Дом Массачусетского технологического института, 1938 г., который считается родоначальником системных исследований в области гелиоэнергетики;
- Создание и внедрение стены Ф. Тромба в жилом доме Д. Кельбау, 1956 г., и др.

Знаменитому философу Древней Греции (469-399 гг. до н.э.) Сократу принадлежит идея о создании первого солнечного города в Греции с биоклиматическими домами, обращенными на юг, которые располагали открытым двором (террасой) и небольшими



---

**Гелиосистема** — устройство для преобразования энергии солнечной радиации в другие, удобные для использования виды энергии (например: тепловую или электрическую).

**Гелиоустановки** являются экологически чистыми источниками возобновляемой энергии.

---

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

---

# **Солнечный коллектор** —

**устройство для сбора тепловой энергии Солнца (гелиоустановка), переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением. В отличие от солнечных батарей, производящих непосредственно электричество, солнечный коллектор производит нагрев материала-теплоносителя.**

# НЕДОСТАТКИ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

---

- Необходимость использования больших площадей;
- Солнечная электростанция не работает ночью и недостаточно эффективно работает в вечерних сумерках, в то время как пик электропотребления приходится именно на вечерние часы;
- Несмотря на экологическую чистоту получаемой энергии, сами фотоэлементы содержат ядовитые вещества, например, свинец, кадмий, галлий, мышьяк и т. д.

# ПРЕИМУЩЕСТВА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

---

- Солнечная энергия бесплатная.
- Длительный срок эксплуатации – 25 лет.
- Автономность (для летних солнечных систем без использования электроэнергии).
- Низкая себестоимость полученной тепловой энергии.
- Используется экологически чистая неисчерпаемая энергия солнца.

# ГЕЛИОСИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ДЛЯ:

---

- **Горячее водоснабжение и отопление частных коттеджей и дач.**
- **Горячее водоснабжение и отопление частных гостиниц, пансионатов и домов отдыха.**
- **Солнечные вакуумные коллектора для системы горячего водоснабжения в ресторанах, кафе и барах.**
- **Горячее водоснабжение домов клубного типа и многоэтажных домов.**
- **Солнечные системы подогрева бассейнов.**
- **Балконные солнечные коллекторы для автономного горячего водоснабжения и обеспечения теплом систем теплого пола в городских квартирах.**
- **Горячее водоснабжение временных построек и бытовок строителей.**
- **Горячее водоснабжение и отопление промышленных объектов.**

# ТИПЫ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

---

## Вакуумные

Возможно повышение температур теплоносителя вплоть до 250—300 °С в режиме ограничения отбора тепла. Добиться этого можно за счёт уменьшения тепловых потерь в результате использования многослойного стеклянного покрытия, герметизации или создания в коллекторах вакуум



# Вакуумные

Конструкция такого типа устроена по принципу термоса – трубки с теплоносителем вставлены в трубки большего диаметра и получается, что между ними создается вакуумная прослойка, которая служит теплоизоляционным слоем. Внешняя часть трубы прозрачна, а на внутренней трубке с теплоносителем нанесено высокоселективное покрытие, улавливающее солнечную энергию. Именно вакуумная прослойка даёт возможность сохранить около 95 % улавливаемой тепловой энергии



# ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВАКУУМНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

---

## Преимущества

- Низкие теплопотери
- Работоспособность в холодное время года до  $-30^{\circ}\text{C}$
- Способность генерировать высокие температуры
- Длительный период работы в течение суток
- Удобство монтажа
- Низкая парусность
- Отличное соотношение цена/производительность для умеренных широт и холодного климата

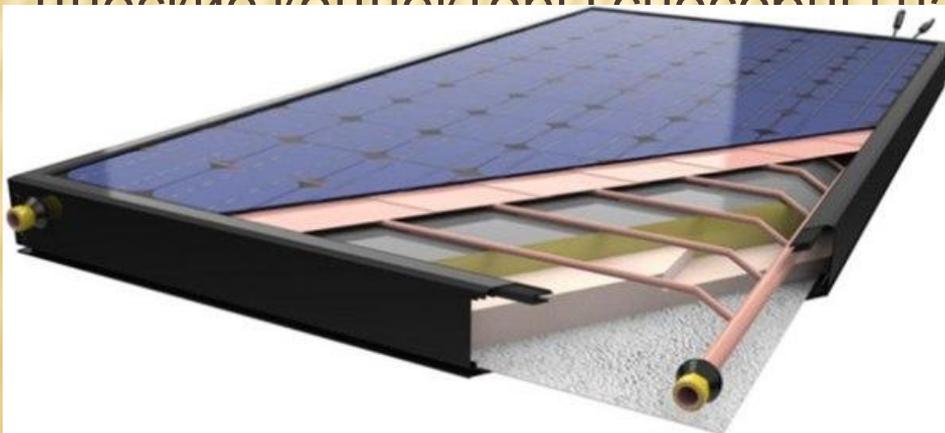
## Недостатки

- Неспособность к самоочистке от снега
- Относительно высокая начальная стоимость проекта
- Рабочий угол наклона не менее  $20^{\circ}$

# ТИПЫ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

## Плоские

Плоский коллектор состоит из элемента, поглощающего солнечное излучение (абсорбер), прозрачного покрытия и термоизолирующего слоя. Абсорбер связан с теплопроводящей системой. Он покрывается чёрной краской либо специальным селективным покрытием (обычно чёрный никель или напыление оксида титана) для повышения эффективности. Прозрачный элемент обычно выполняется из закалённого стекла с пониженным содержанием металлов, либо особого рифлёного поликарбоната. Задняя часть панели покрыта теплоизоляционным материалом (например, полиизоцианурат). При отсутствии забора тепла (застое) плоские коллекторы способны нагреть



# ПЛОСКИЙ СОЛНЕЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР



# ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПЛОСКИХ КОЛЛЕКТОРОВ

---

## Преимущества

- Способность очищаться от снега и инея
- Высокая производительность летом
- Отличное соотношение цена/производительность для южных широт и тёплого климата
- Возможность установки под любым углом
- Меньшая начальная стоимость

## Недостатки

- Высокие теплопотери
- Низкая работоспособность в холодное время года
- Сложность монтажа, связанная с необходимостью доставки на крышу собранного коллектора
- Высокая парусность

# ТИПЫ СОЛНЕЧНЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ

---

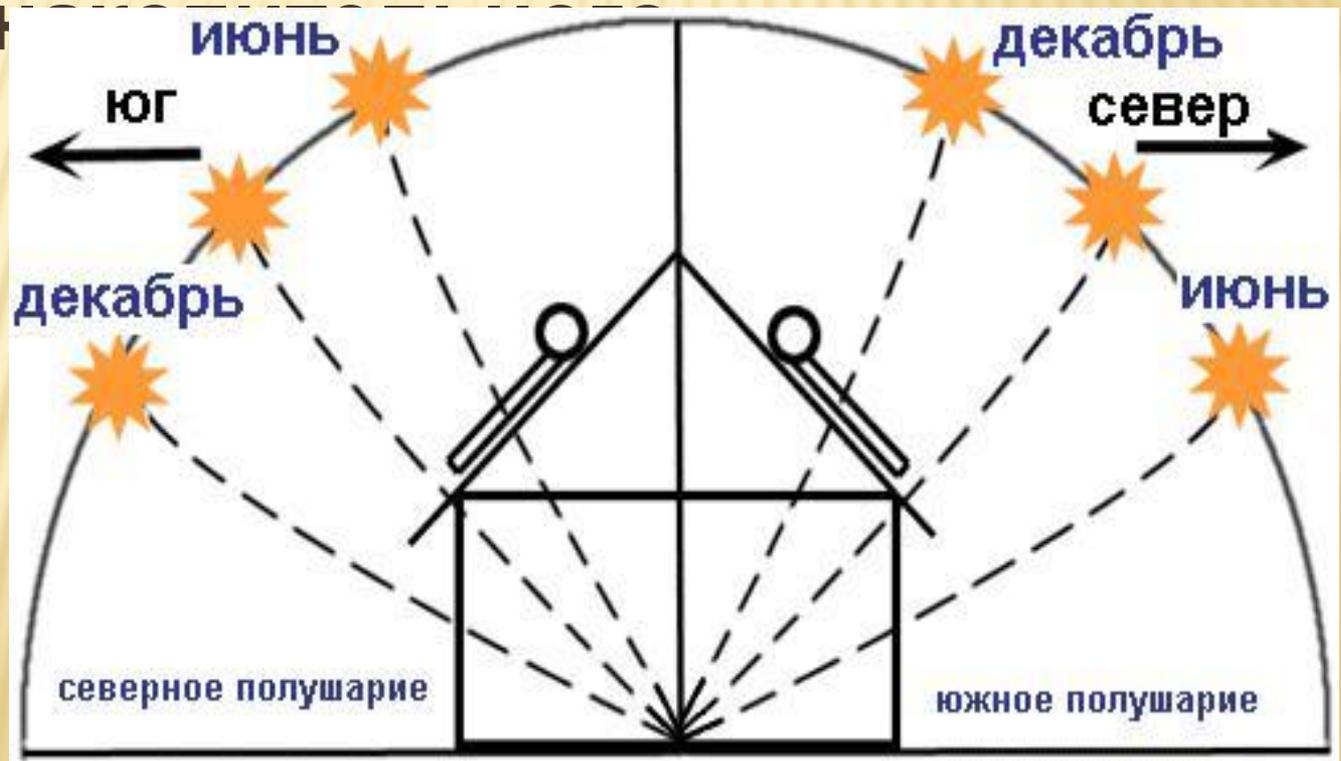
- **Пассивные** (Термосифонные) системы перемещают готовую воду или теплоноситель через систему за счёт естественной гравитации, возникающей при разности плотностей нагретого и охлажденного теплоносителя. Пассивные системы с конвекцией дешевле, чем активные системы, но и менее эффективны из-за медленной циркуляции в системе.
- **Активные** системы используют электрические насосы, клапаны и контроллеры для циркуляции теплоносителя через коллектор. Они обычно более дорогие, чем пассивные системы, но и более эффективны.

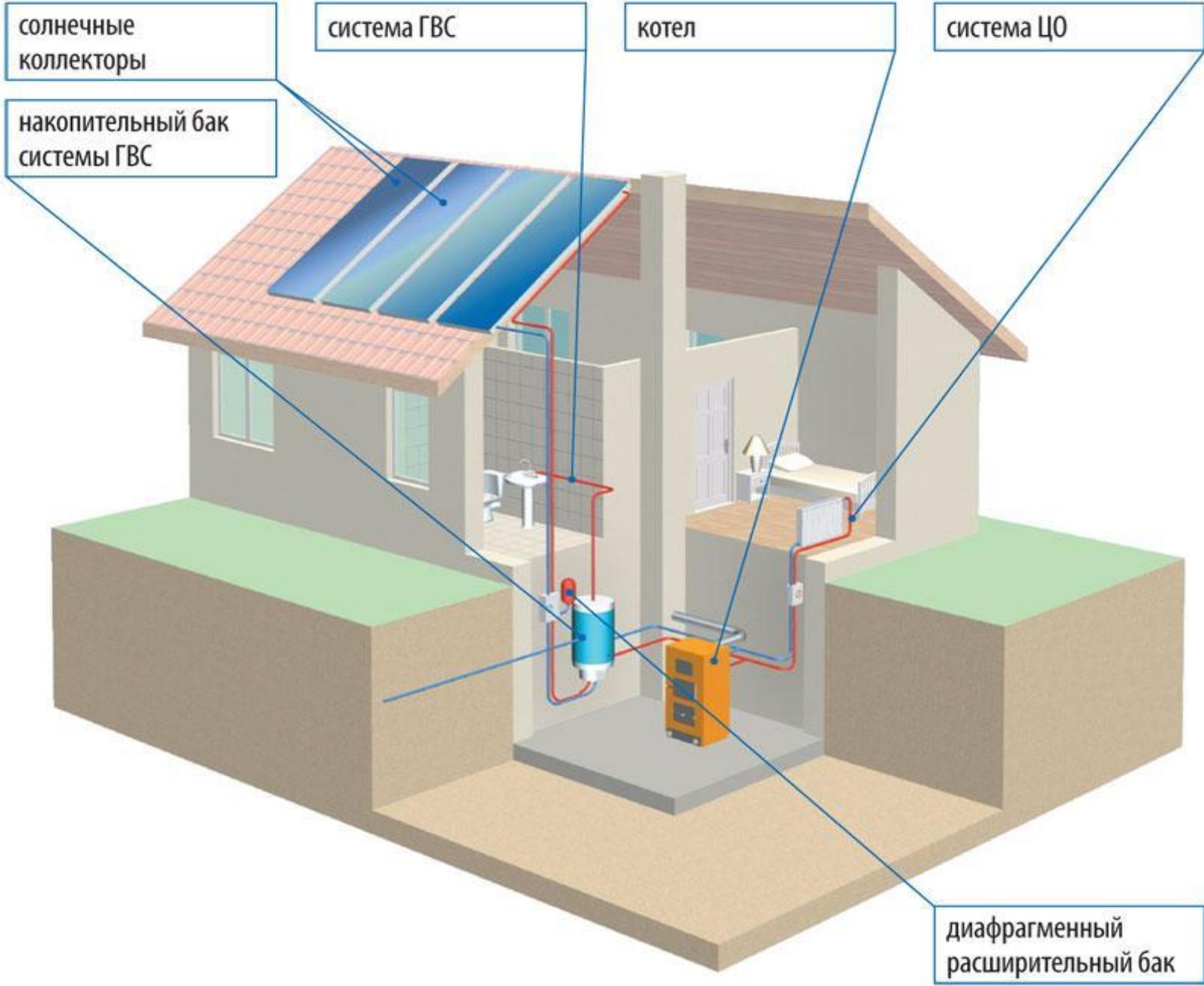
# УСТАНОВКА

- Солнечные водонагреватели устанавливаются на крыше зданий под углом к горизонту, равным географической широте местности.
- Угол наклона при установке зависит от угла падения солнечных лучей, к которым поверхность должна быть перпендикулярна. Оптимальный угол наклона зимой составляет  $60^\circ$ , летом —  $30^\circ$ . На практике рекомендуется выбирать  $45^\circ$ .
- Вторым параметром является азимут, который не должен отклоняться от  $0^\circ$  (южное направление). Это не всегда возможно, поэтому допустимо отклонение от южного направления до  $45^\circ$ .
- Кроме того, группы нагревателей устанавливаются на открытых пространствах, например, над парковками для автомобилей, но как можно ближе к потребителю (зданию).

# РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВКЕ

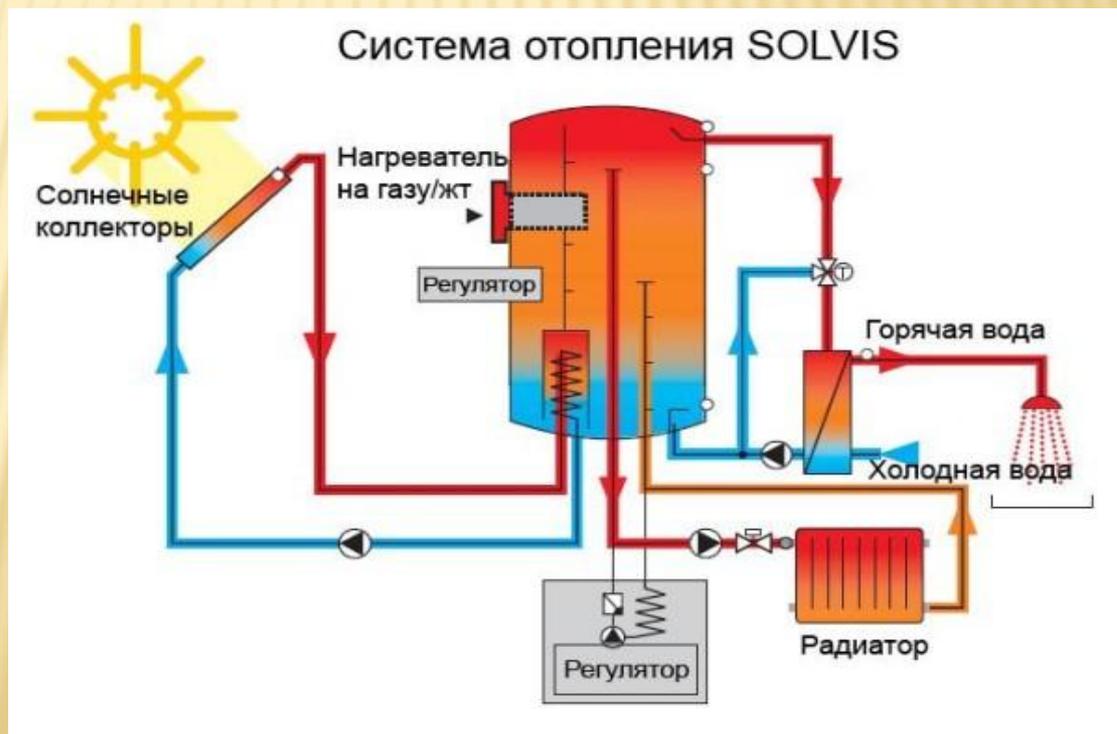
- Площадь гелиополя.
- Угол наклона коллекторов.
- Объем и форма бака.



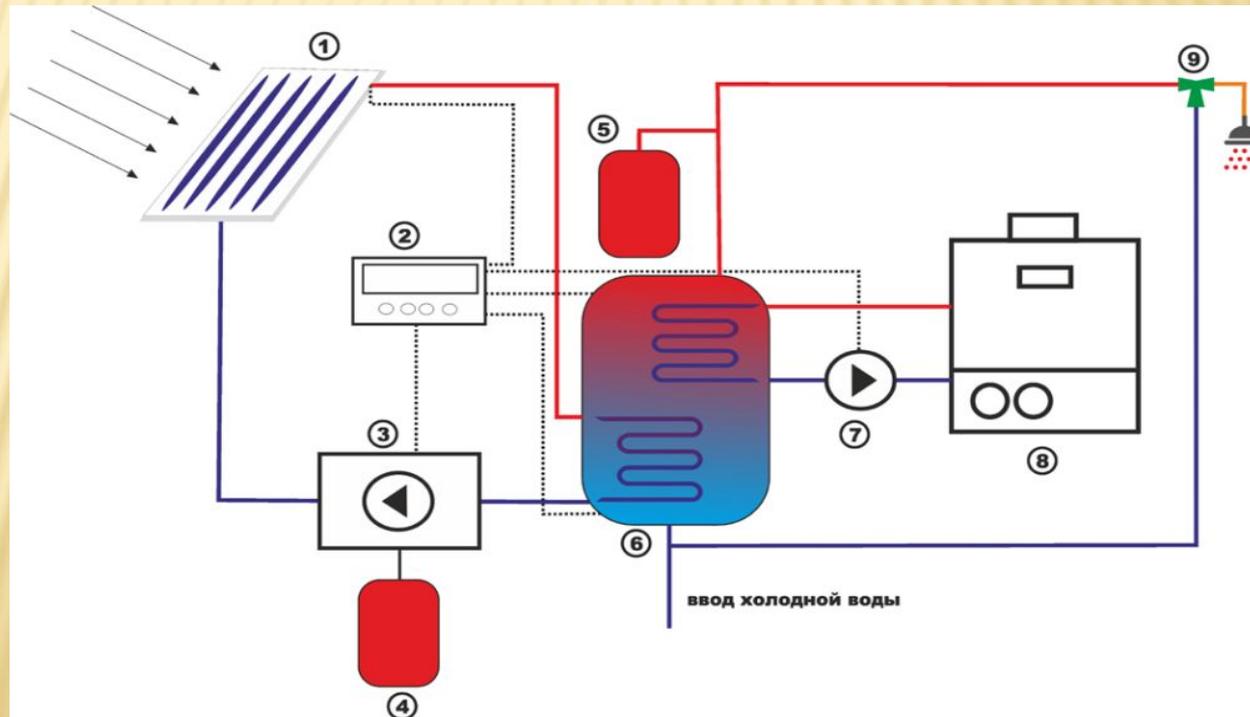


- 
- Солнечные коллекторы являются вспомогательной системой нагрева воды, поскольку их производительность колеблется в зависимости от сезонности, смены дня и ночи, смены погодных условий и уровня инсоляции. В связи с этим в системе предусмотрено подключение основного источника нагрева воды (газовый, электрический или твердотопливный котел, тепловой насос и т.д.) на второй контур теплообмена накопительной емкости.
  - Управление процессом принудительной циркуляции теплоносителя и выбор источника нагрева осуществляет контроллер гелиосистемы. Контроллер получает информацию от датчиков температуры (обязательно – на выходе из солнечного коллектора, в нижней и верхней части накопительной емкости) и выбирает необходимый режим работы, запуская нужные циркуляционные насосы.

- Основное назначение гелиосистем – это совместная работа, в комплексе с другим теплогенератором. То есть гелиосистема для отопления первоначально нагревает теплоноситель, когда мощность солнечного света позволяет это сделать, а газовый или электрический котел отопления при необходимости доводят жидкость до более высокой температуры.



1. Солнечные коллекторы
2. Контроллер гелиосистемы
3. Насосная группа контура гелиосистемы
4. Расширительный бак контура гелиосистемы
5. Расширительный бак накопительной емкости
6. Накопительная емкость
7. Циркуляционный насос котла
8. Котел
9. Термосмесительный клапан



# ТИПИЧНЫЕ СПОСОБЫ УСТАНОВКИ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ:

1. Наклонный (на крышу с углом ската).



2. Горизонтальный (на плоскую крышу).



3. Свободностоящий (с опорной структурой).



# СТЕПЕНЬ ВЛИЯНИЯ ГЕЛИОСИСТЕМ НА ФОРМООБРАЗОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО- ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ.

**По этому признаку объекты можно  
классифицировать таким образом:**

## **1. Гелиосистема существует автономно вне объекта.**

На градостроительном уровне — вне градостроительного образования или комплекса (например, северо-восточный жилой район г. Алушта). На объектном уровне гелиосистема располагается вне здания в виде отдельной гелиоустановки на



# СТЕПЕНЬ ВЛИЯНИЯ ГЕЛИОСИСТЕМ НА ФОРМООБРАЗОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО- ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ.

---

## 2. Гелиосистема включена в структуру объекта и вызывает в ней отдельные изменения.

На градостроительном уровне — это оборудование гелиосистемами традиционных по решению комплексов с незначительной реорганизацией застройки. На объектном уровне это приводит к изменению объемного решения без изменения планировки.



# СТЕПЕНЬ ВЛИЯНИЯ ГЕЛИОСИСТЕМ НА ФОРМООБРАЗОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ.

**3. Гелиосистема интегрируется в структуру объекта.** На уровне градостроительства — это система, включенная в образование и вызывающая изменение его структурных элементов: общественного центра, жилой зоны и т. п. В данном случае градостроительные принципы прямо зависят от гелиотехнических требований. На объектном уровне объемно-планировочная структура имеет специфический характер, ориентированный на удовлетворение гелиотехнических требований. Изменяется планировочное решение, гелиоприемные поверхности активных систем совмещены с ограждающими конструкциями, тепловые аккумуляторы — с элементами зданий: фундаментами, внутренними стенами и т. п. Часто пассивные системы формируют отдельные функционально-планировочные элементы — зимние сады, оранжереи и пространства.

**Полная интеграция солнечной панели в крышу.**



- 
- Указанные уровни влияния гелиосистем на формирование градостроительных и объемно-планировочных решений отражают общие тенденции развития гелиоархитектуры.
  - Если известную классификацию гелиосистем дополнить архитектурно-конструктивными параметрами, образуется комплексная архитектурно-инженерная классификационная схема зданий с гелиосистемами

**ОЧЕНЬ ШИРОКО ПРИМЕНЯЮТСЯ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ В ИЗРАИЛЕ,  
ГДЕ ПРИМЕРНО 85 % КВАРТИР ОСНАЩЕНЫ ДАННЫМ  
ОБОРУДОВАНИЕ**



**Современные израильские дома, оборудованные солнечными коллекторами.**

## СОЛНЕЧНЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ НА КРЫШАХ МНОГИХ НОВЫХ ДОМОВ В КИТАЙСКОЙ ПРОВИНЦИИ ХУБЭЙ

---



©mainstro.ru



# СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ

- Важным преимуществом солнечной батареи является то, что она использует свет, а не тепло, поэтому, в отличие от коллектора, солнечная батарея может работать и зимой, лишь бы облачность не закрывала солнечный свет.



# Солнечные батареи

## Кремниевые

Поликристаллические

Монокристаллические

Аморфные

## Плёночные

На основе теллурида кадмия

На основе селенида меди-индия

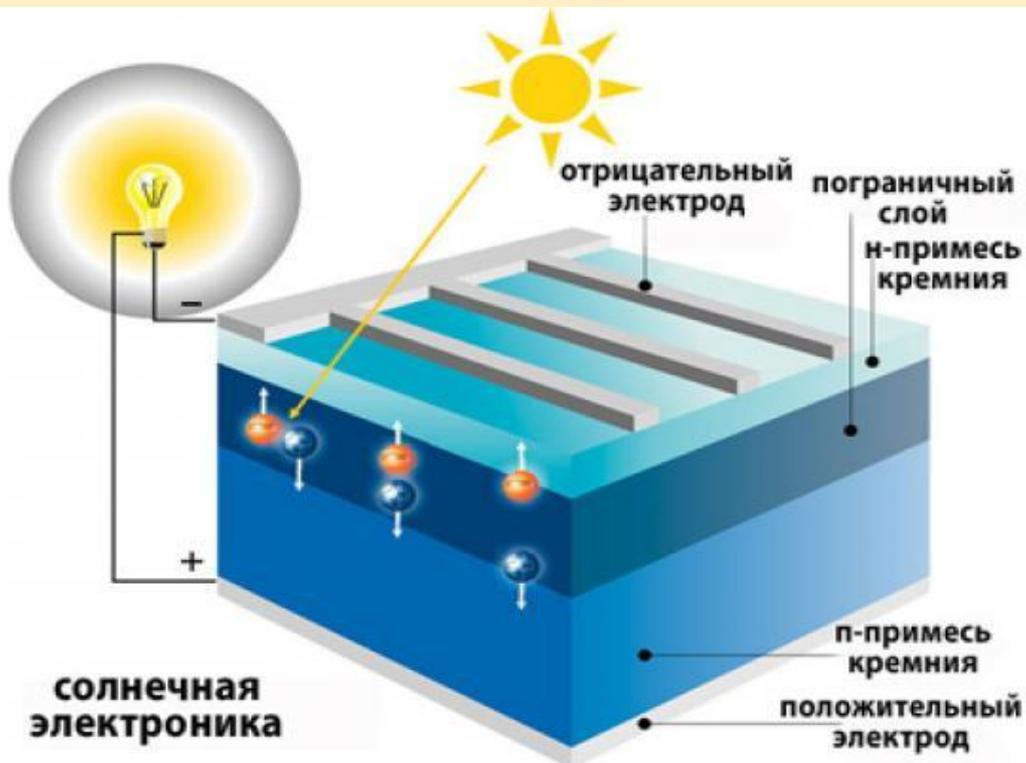
Полимерные



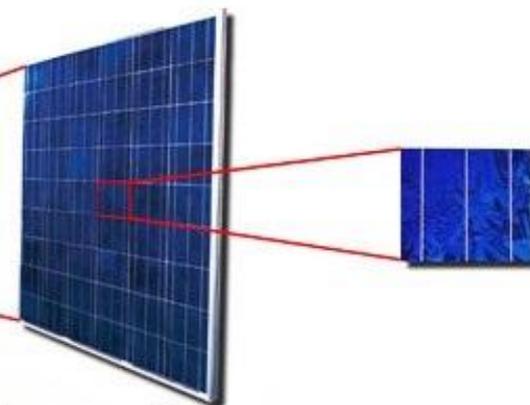
# ПРИНЦИП РАБОТЫ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

---

- На кремниевую пластинку с одной стороны наносят тончайший слой фосфора, с другой стороны – тончайший слой бора. Там, где кремний контактирует с бором, возникает избыток свободных электронов, а там, где кремний контактирует с фосфором, наоборот электроны в недостатке, возникают так называемые «дырки». Стык сред, обладающих избытком и недостатком электронов, называется в физике р-п переход. Фотоны света бомбардируют поверхность пластины и вышибают избыточные электроны фосфора к недостающим электронам бора. Упорядоченное движение электронов – это и есть электрический ток. Осталось только «собрать» его, проведя через пластину металлические дорожки. Так в принципе устроен кремниевый фотоэлемент.



Фотоэлектрическая установка

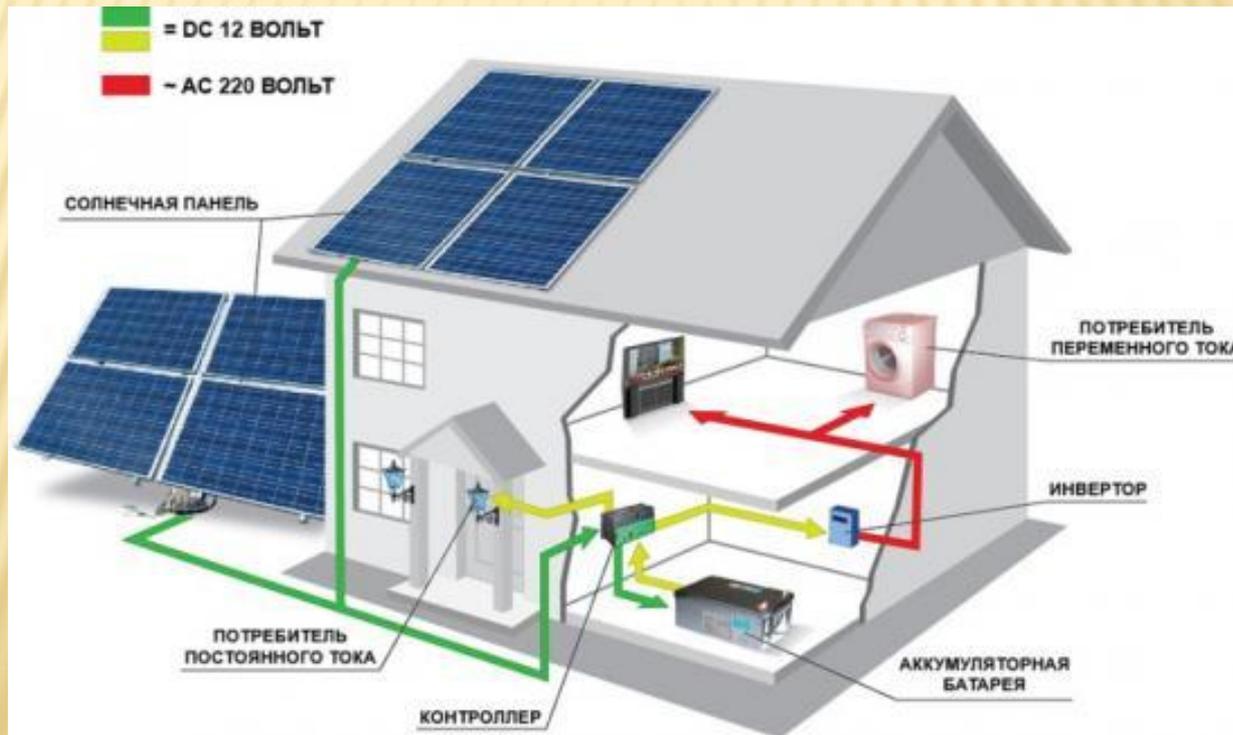


Солнечная батарея (панель)

Фотоэлемент

# СИЛА ТОКА БУДЕТ ЗАВИСЕТЬ ОТ ТАКИХ ПАРАМЕТРОВ, КАК:

- уровень инсоляции;
- размер фотопреобразователя;
- тип фотоэлемента;
- общего сопротивления приборов, подключенных к солнечной батарее.



---

**Монокристаллические батареи – устройства, состоящие из силиконовых ячеек, соединённых с друг другом.**



**Поликристаллические батареи — устройства, которые состоят из поликристаллов, полученных путём медленного охлаждения сплава кремния.**



**Аморфные батареи – приспособления, производимые при помощи пленочной технологии из кремневодорода или силана.**



# КАК ПРАВИЛЬНО РАСПОЛАГАТЬ СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ

---

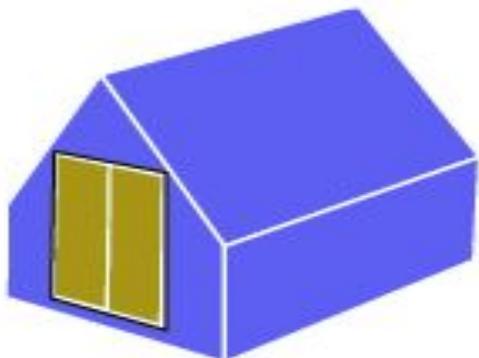
- ❑ Модули солнечных батарей размещать следует так, чтобы лицевая сторона была максимально ориентирована на Юг. Допустимые отклонения на запад-восток должны быть не более 20 градусов, иначе эффективность работы панелей резко снизится.
- ❑ Относительно горизонта солнечные модули должны быть расположены под постоянным углом, который рассчитывается от географической широты местности и от того в какое время года мы используем систему.
- ❑ Категорически противопоказано располагать фотоэлектрические солнечные панели в местах, подверженных затенению от расположенных рядом деревьев, сооружений, зданий и других источников тени.

# Чем больше часов панели подвергаются полному солнечному свету, тем эффективнее будет производство электроэнергии.

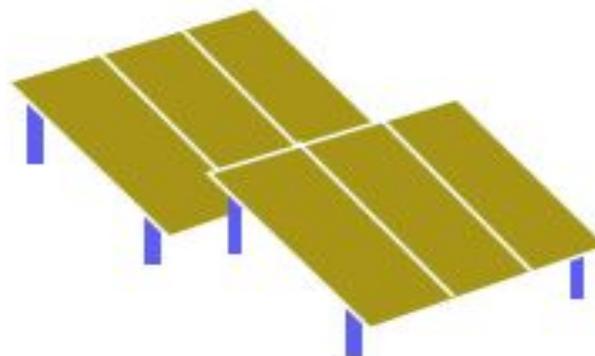
Различные типы панелей по-разному реагируют на тень. В то время как поликристаллические панели позволяют значительно сократить выход электроэнергии, то любая часть затенения монокристаллической панели остановит производство электроэнергии полностью.



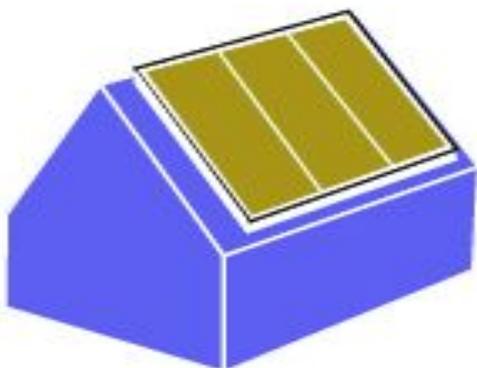
# ВОЗМОЖНЫЕ ПОДХОДЫ ДЛЯ МОНТАЖА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ.



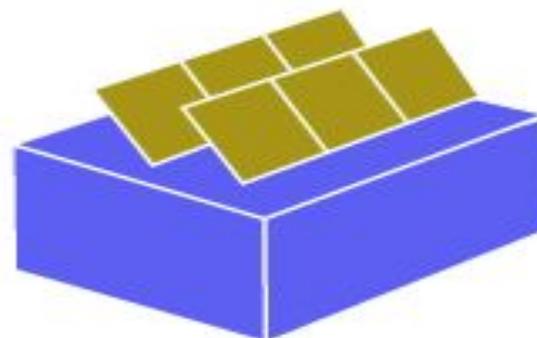
**Fassade**



**Freifläche**

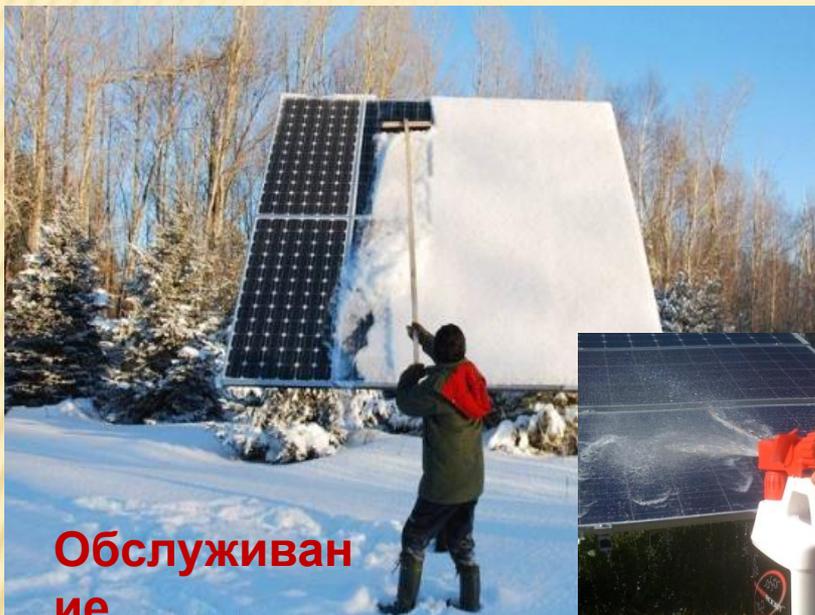


**Aufdach**



**Flachdach**

# ФАКТОРЫ, КОТОРЫЕ СЛЕДУЕТ УЧЕСТЬ



Обслуживание



Окрестности



Зона покрытия

Расходы



Утилизация

# ЦЕНТР BMW В МЮНХЕНЕ – СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ ВМОНТИРОВАНЫ В КРОВЛЮ.

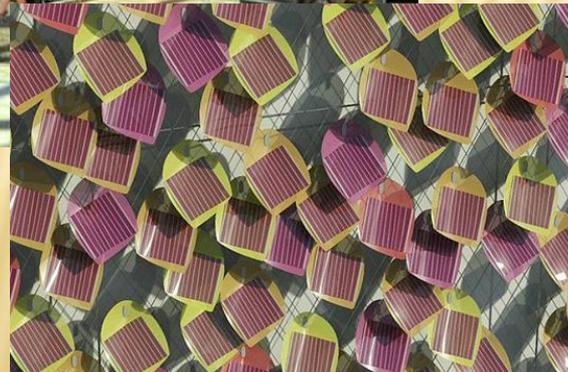




**ARK BUILDING В  
СИДНЕЕ –  
СОЛНЕЧНЫЕ  
БАТАРЕИ  
ВМОНТИРОВАНЫ В  
ФАСАД**

Компания SMIT выпустила в продажу систему солнечных батарей Solar Ivy [5], состоящую из множества листьев (гальванических пластин), имитирующих побеги плюща. Система легко цепляется на стены зданий и принимает форму поверхности любого рельефа. При этом фотоэлементы немного поворачиваются за счет ветра, улавливая солнечные лучи в разных плоскостях, что повышает общую производительность. Форму и тип взаимозаменяемых листьев можно подобрать в соответствии с дизайном строения

### Orson Spencer Hall в США





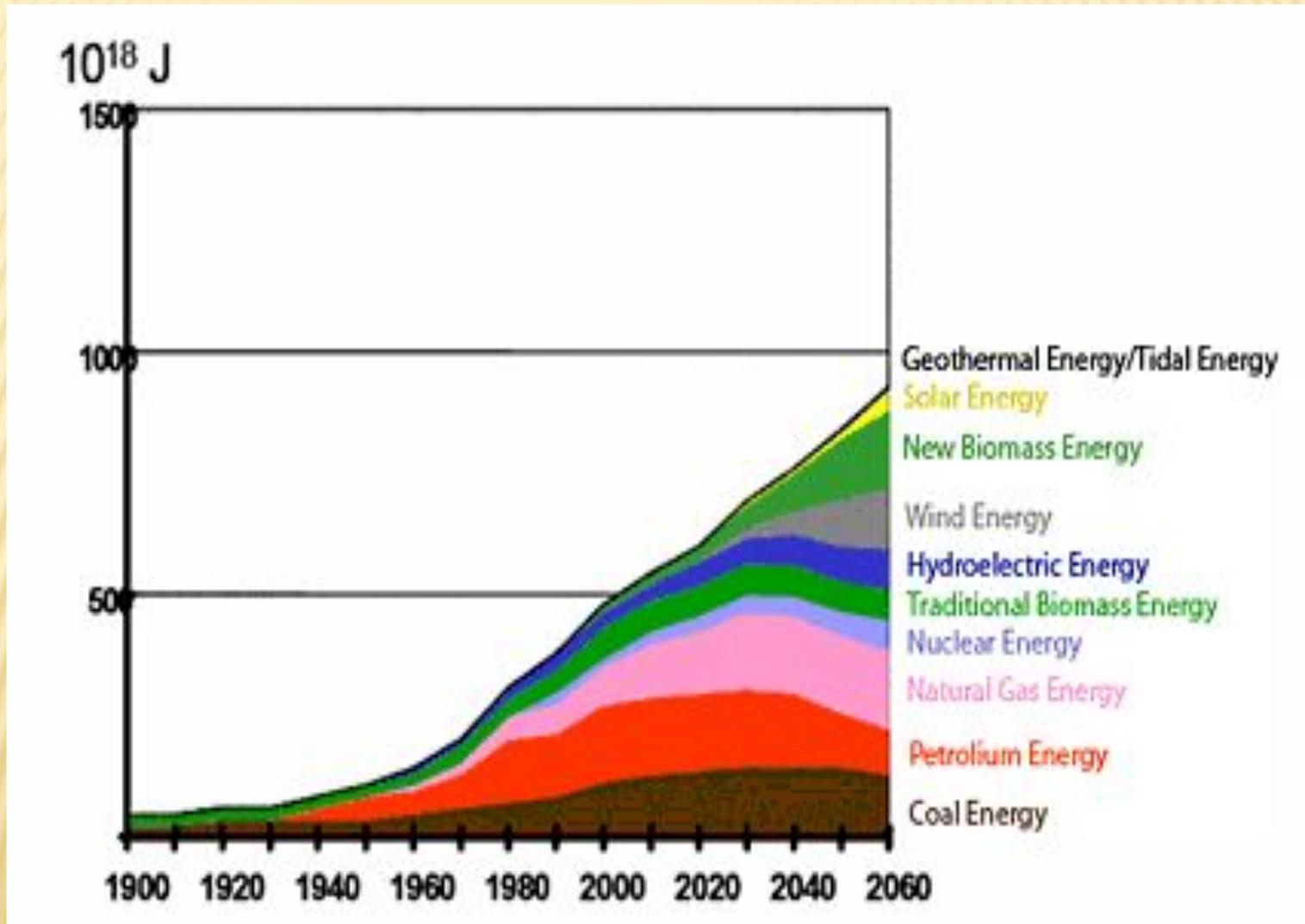
Жилой дом с энергосберегающими технологиями и использованием альтернативных источников энергии в г.Барнауле







# ДОЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПО СРАВНЕНИЮ С ДРУГИМИ ВИДАМИ ПРОИЗВОДИМОЙ ЭНЕРГИИ В МИРОВЫХ МАСШТАБАХ



**Солнечная энергия показана жёлтым.**

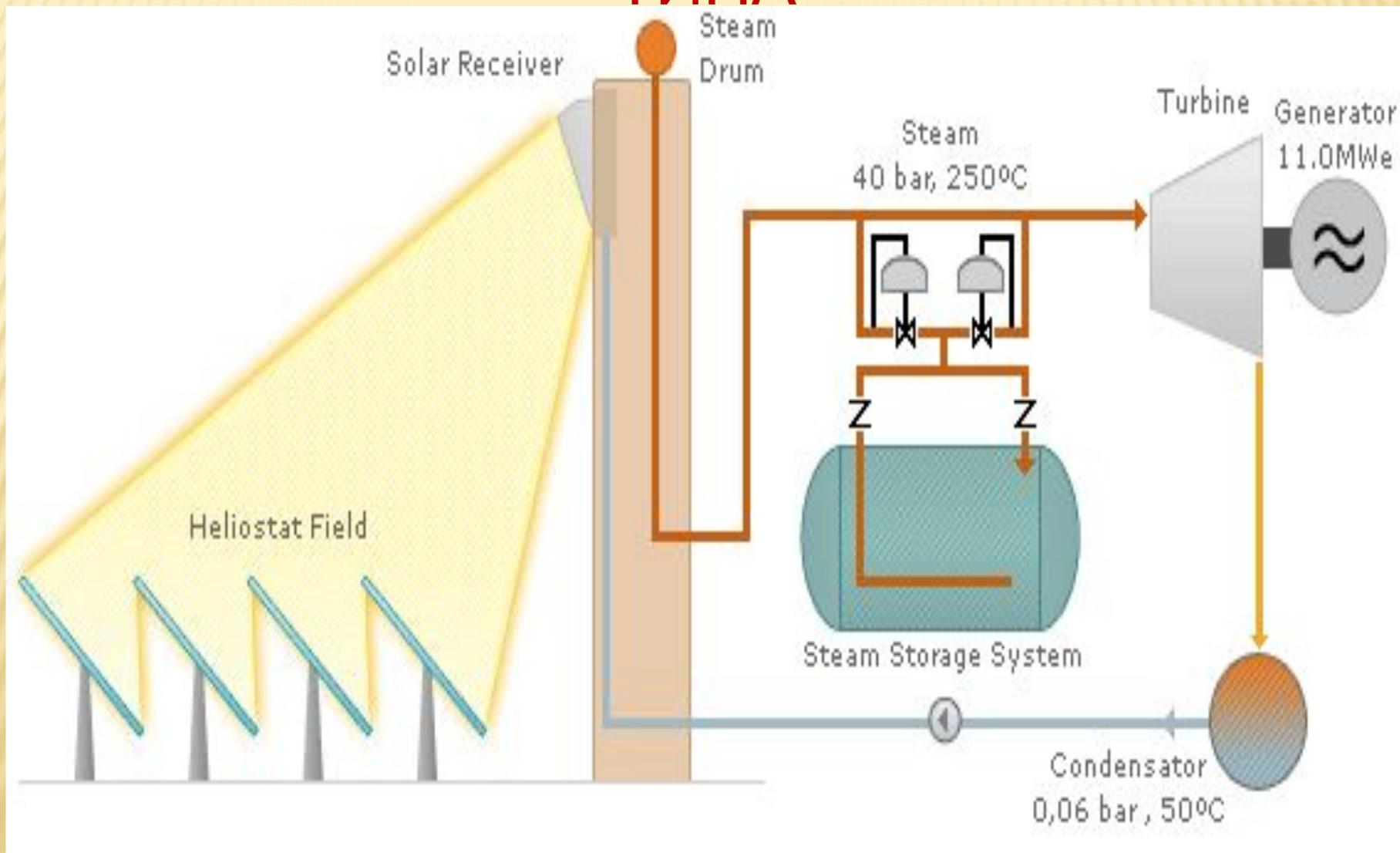
# СОЛНЕЧНЫЕ БАШНИ

- Отражатели-гелиостаты фокусируют солнечный свет на центральный приемник, сооруженный на верху башни, который поглощает тепловую энергию и приводит в действие турбогенератор. Каждое зеркало управляется центральным компьютером, который ориентирует его поворот и наклон таким образом, чтобы отраженные солнечные лучи были всегда направлены на приемник. Циркулирующая в приемнике жидкость переносит тепло к тепловому аккумулятору в виде пара. Пар вращает турбину генератора, вырабатывающего электроэнергию, либо непосредственно используется в промышленных процессах. Температуры на приемнике достигают от 528 до 1482 С.



**Солнечная башня, Севилья, Испания. Построена в 2007 г.**

# ГЕЛИОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ БАШЕННОГО ТИПА



# ГЕЛИОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ БАШЕННОГО ТИПА



# ГЕЛИОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ БАШЕННОГО ТИПА

---



# КРУПНЕЙШАЯ В СРЕДНЕЙ АЗИИ СЭС

в Жамбылской области была запущена крупнейшая в Средней Азии солнечная электростанция с установленной мощностью 50 мегаватт «Бурное Солар-1»

Общая стоимость солнечной электростанции составляет 23,5 миллиарда тенге, постоянной работой здесь уже обеспечены 250 человек. Инвесторы в лице британской компании «United Green» уже планируют расширить мощность станции до 100 мегаватт до конца текущего года. В свою очередь, СЭС с установленной мощностью в 100 мегаватт может обеспечивать электроэнергией порядка 30 000 дворов.



# КОМПЛЕКС СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ШТАТА ГУДЖАРАТ – 856.81 МВт

---

**Расположение: Gujarat, Индия**

**Тип: солнечные панели**

**Ввод в эксплуатацию: 2011, 2012**



# СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ТОРАЗ – 550 МВТ

---

- **Расположение:** Калифорния, США
- **Тип:** солнечные панели
- **Ввод в эксплуатацию:** 2014 г.



# СОЛНЕЧНАЯ СТАНЦИЯ MEURO – МОЩНОСТЬ 166 МВТ

---

- **Расположение:** Шипкау, Германия.
- **Тип:** фотоэлектрические солнечные панели.
- **Монтаж** завершен в 2011 году.

