

Обучающий семинар по теме  
«Изучение международного опыта по внедрению инновационных технологий  
по энергоэффективности в электроэнергетической отрасли. Методика,  
цель и задачи проведения энергетического обследования потребителей  
электрической и тепловой энергии».

Здание ГЭИТ, г. Мары, ул. Байрам-хана 62, 13-19 марта 2024г.

## **Интеграция возобновляемых источников энергии в энергоустойчивые здания**

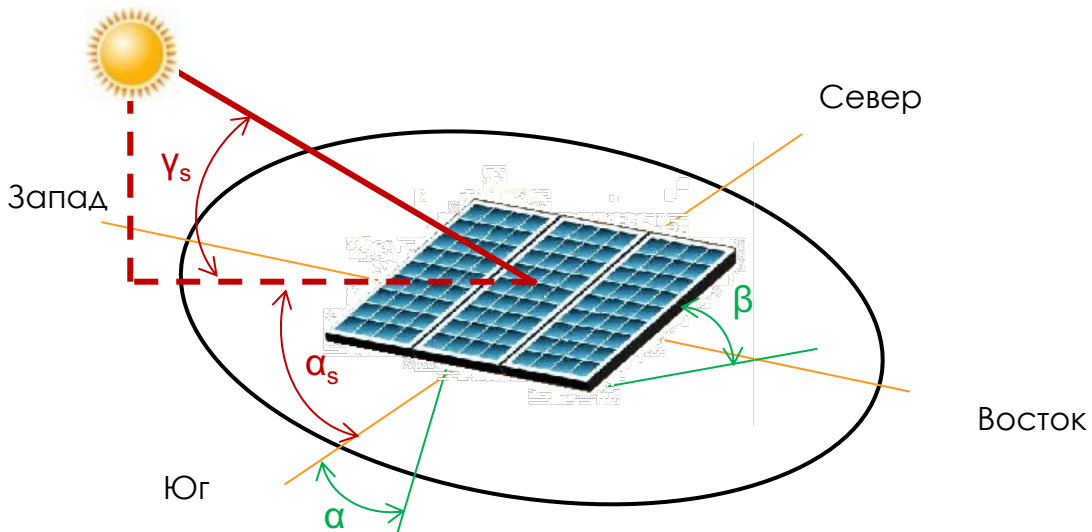
Агрис Камендерс,  
Международный консультант проекта SECCA

# Содержание

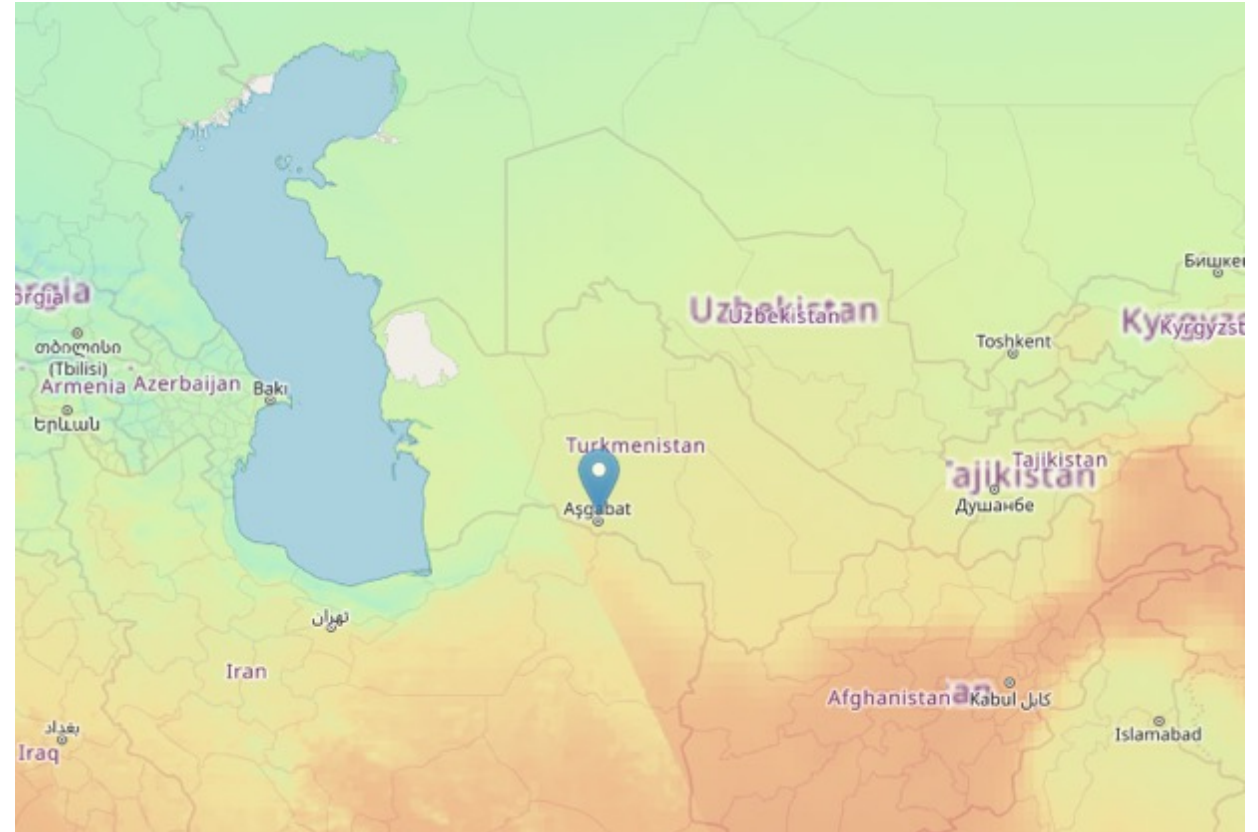
1. Солнечные тепловые системы
2. Солнечные фотоэлектрические системы
3. Тепловые насосы



# Солнечная энергия



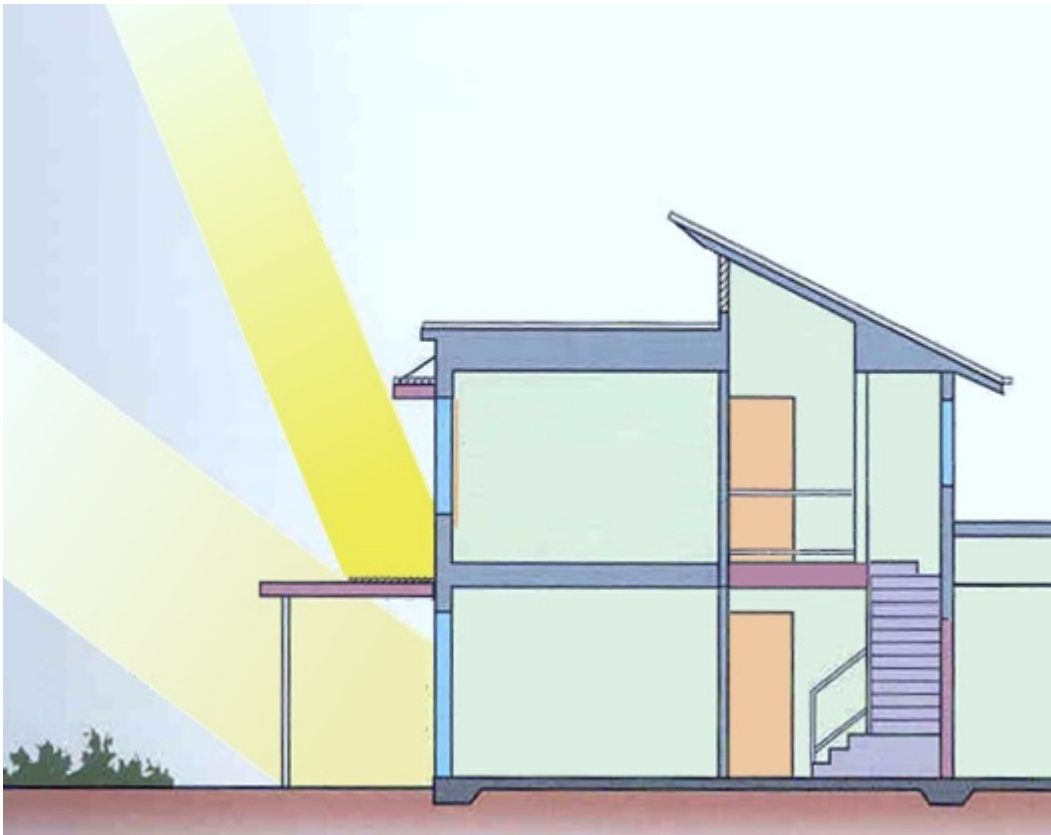
Годовая энергетическая экспозиция суммарного излучения на горизонтальной поверхности, кВт-ч/м<sup>2</sup> год



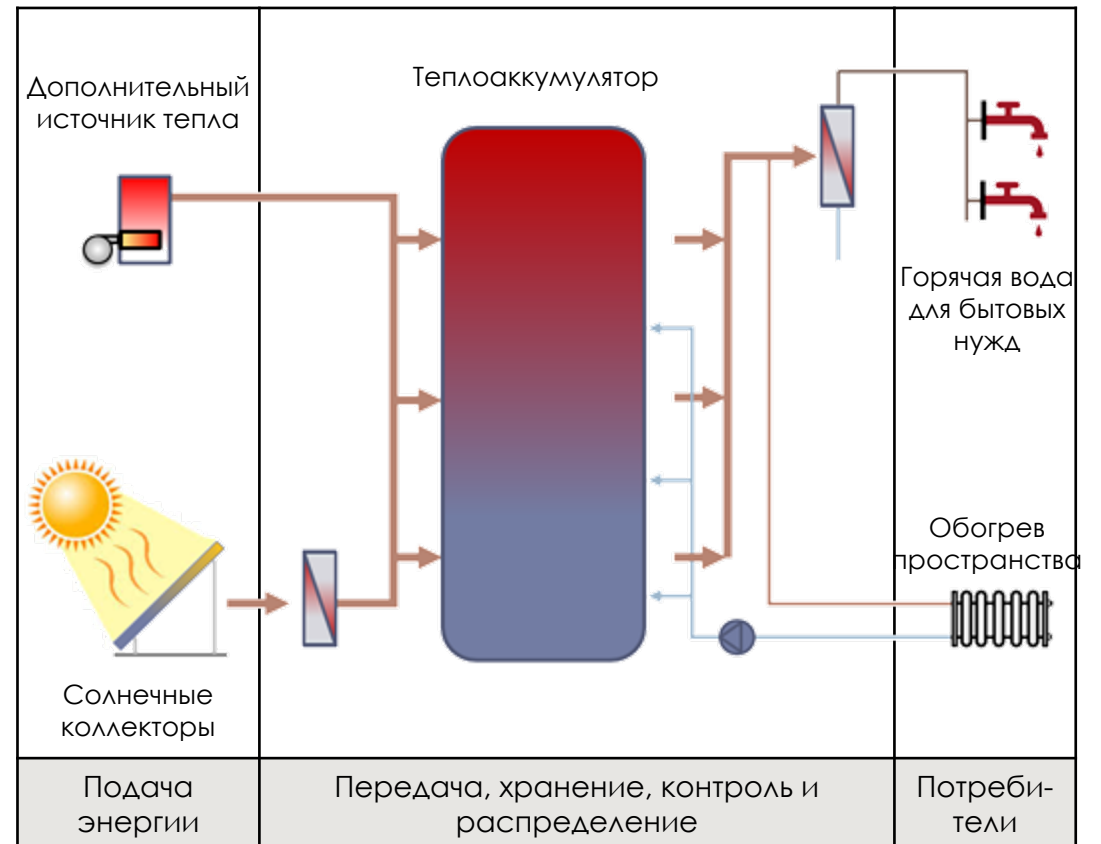
источник: <http://re.jrc.ec.europa.eu/>

# 1. Солнечная тепловая энергия

## Пассивный дизайн

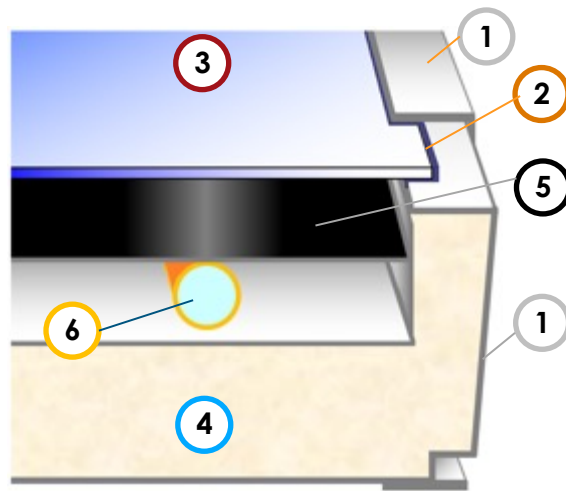


## Активные системы солнечного отопления



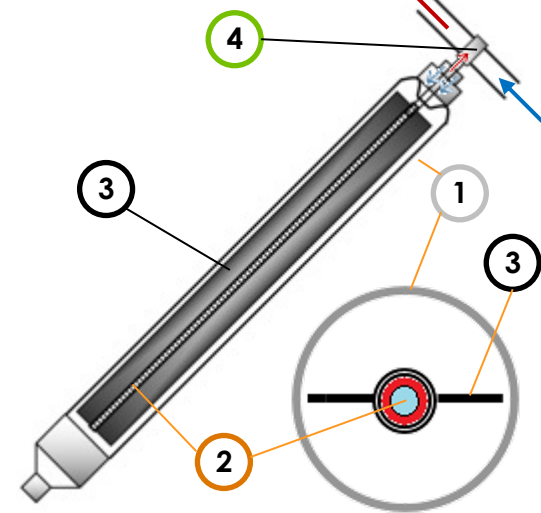
# 1.1. Солнечные коллекторы

## Плоская панель



1. Рама
2. Уплотнение
3. Покрытие (остекление)
4. Теплоизоляция
5. Абсорбер
6. Труба с жидкостью

## Вакуумные трубки с откачанным ВОЗДУХОМ

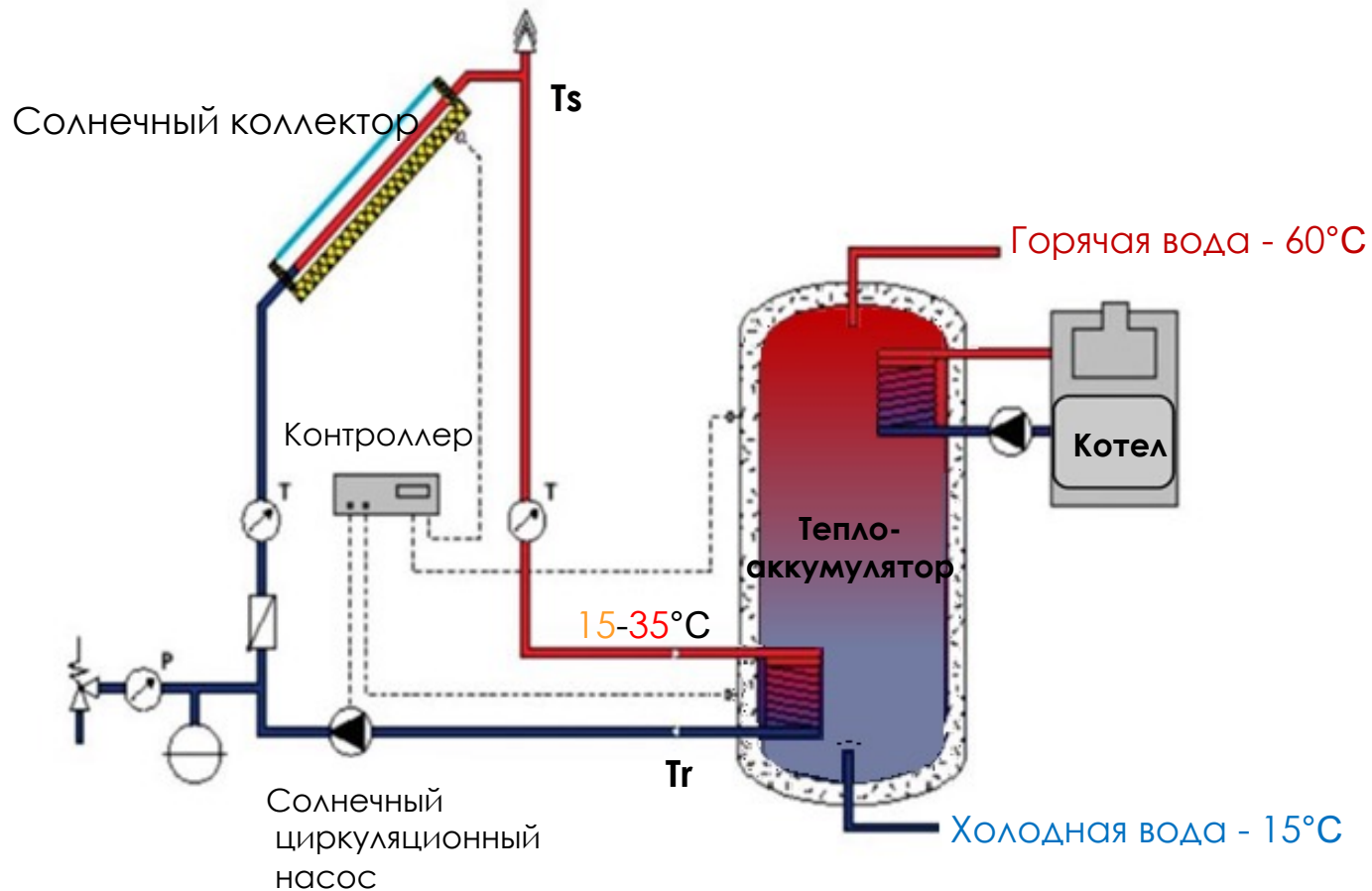


1. Прозрачная стеклянная трубка (под вакуумом)
2. Ввод/вывод теплоносителя
3. Абсорбер
4. Теплообменник/конденсат

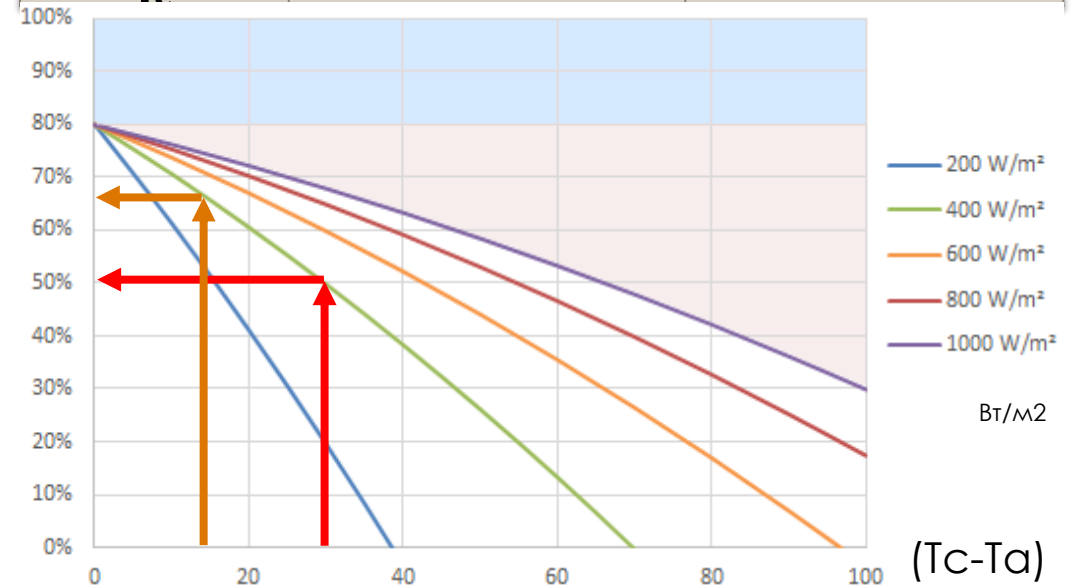


# Теплоаккумуляторы – примеры конфигураций

$T_c$  – средняя температура коллектора  
 $T_a = 15^\circ\text{C}$  температура окружающей среды  
 $G = 400 \text{ Вт/м}^2$



Параметр	Хорошая стратификация	Плохая стратификация
$T_s$	$45^\circ\text{C}$	$55^\circ\text{C}$
$T_r$	$15^\circ\text{C}$	$35^\circ\text{C}$
$T_c$	$30^\circ\text{C}$	$45^\circ\text{C}$
$T_a$	$15^\circ\text{C}$	$15^\circ\text{C}$
$(T_c - T_a)$	$15^\circ\text{C}$	$30^\circ\text{C}$
$\eta_c$	66%	50%



# Упрощенное определение размеров для солнечной системы бытового горячего водоснабжения

Годовой расход горячей воды	6500	м³/г
Ежедневный расход горячей воды	22	м³/сут
Температура теплоаккумулятора	60	°C
Годовой расход горячей воды	300	МВт-ч/год
Процент, производимый солнечной системой	25	%

Ежедневный расход горячей воды	22	м³/сут
Объем теплоаккумулятора	31	м³

Удельный выход солнечной энергии	400	кВт-ч/м²
Поверхность солнечного коллектора	208	м²



1.5 – 2

коэффициент

1.0 – 1.5

2

$$A = \frac{\text{солнечная энергия}}{\text{удел.выход солн.энергии}} \left[ \frac{\text{кВт-ч}}{\text{кВт-ч/м}^2} \right]$$

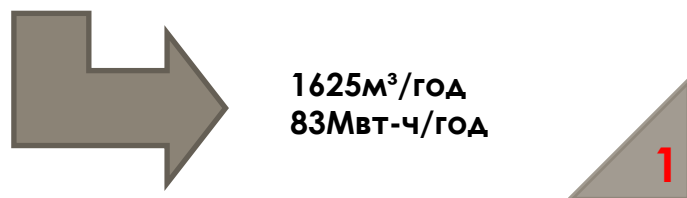
Площадь солнечного коллектора



A = площадь солнечного коллектора

Ориентация	Поправка
Запад Юго-Запад	0.84
ЮЗ	0.92
Юг	0.97
Юг	1
ЮВ	0.97
ЮВ	0.85
Вост. ЮВ	0.73

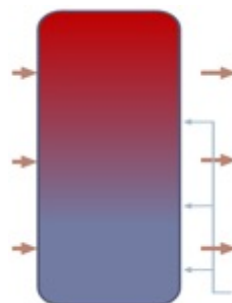
Угол наклона	Поправка
0	0.85
10	0.89
20	0.92
30	0.975
45	1
50	1
55	0.96
65	0.87



Требования к бытовой горячей воде



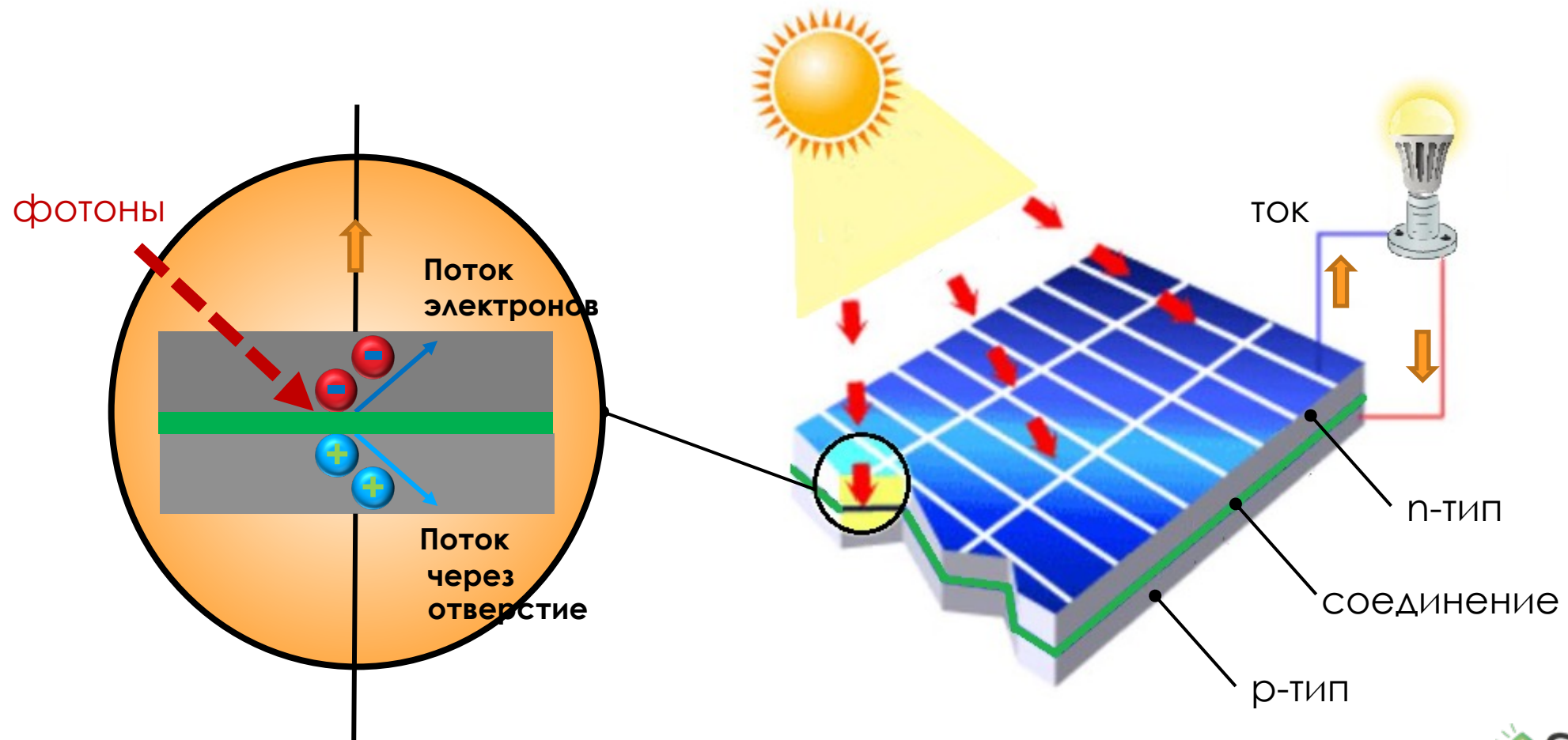
Объем теплоаккумулятора



Коэффициент времени ежедневного расхода

## 2. Основной принцип работы фотоэлектрических систем

Фотоэлектрический эффект → прямое преобразование солнечного света в электричество

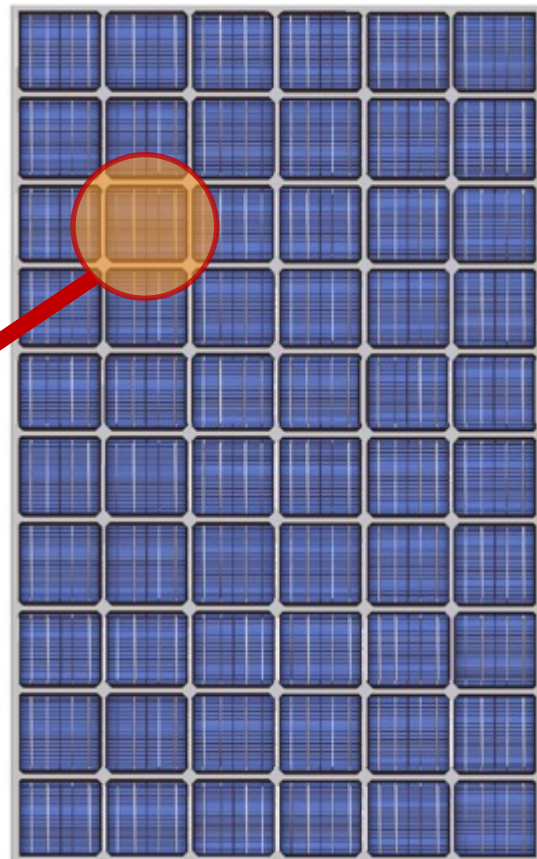




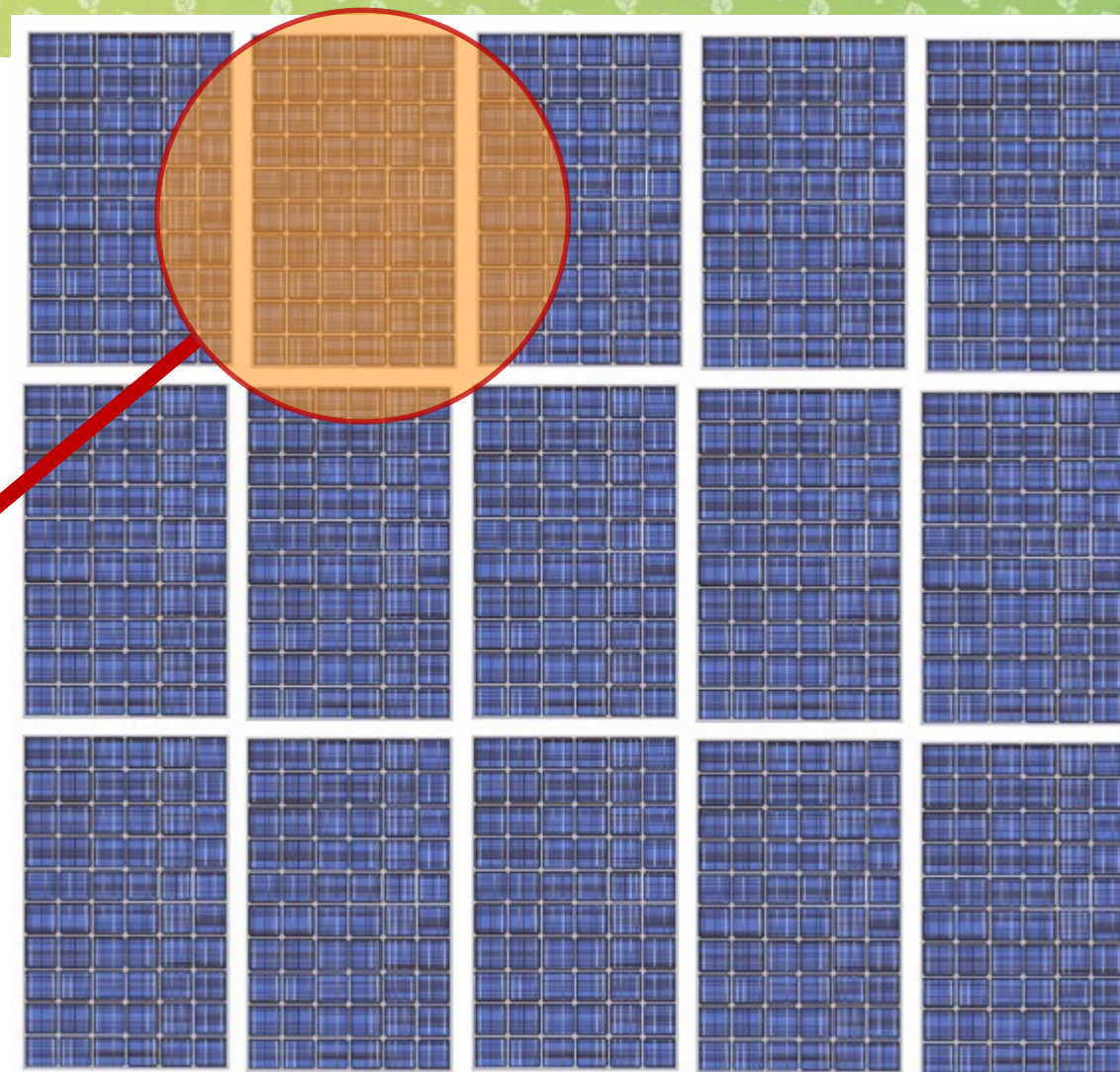
# Фотоэлектрическое устройство - батарея - модуль - массив



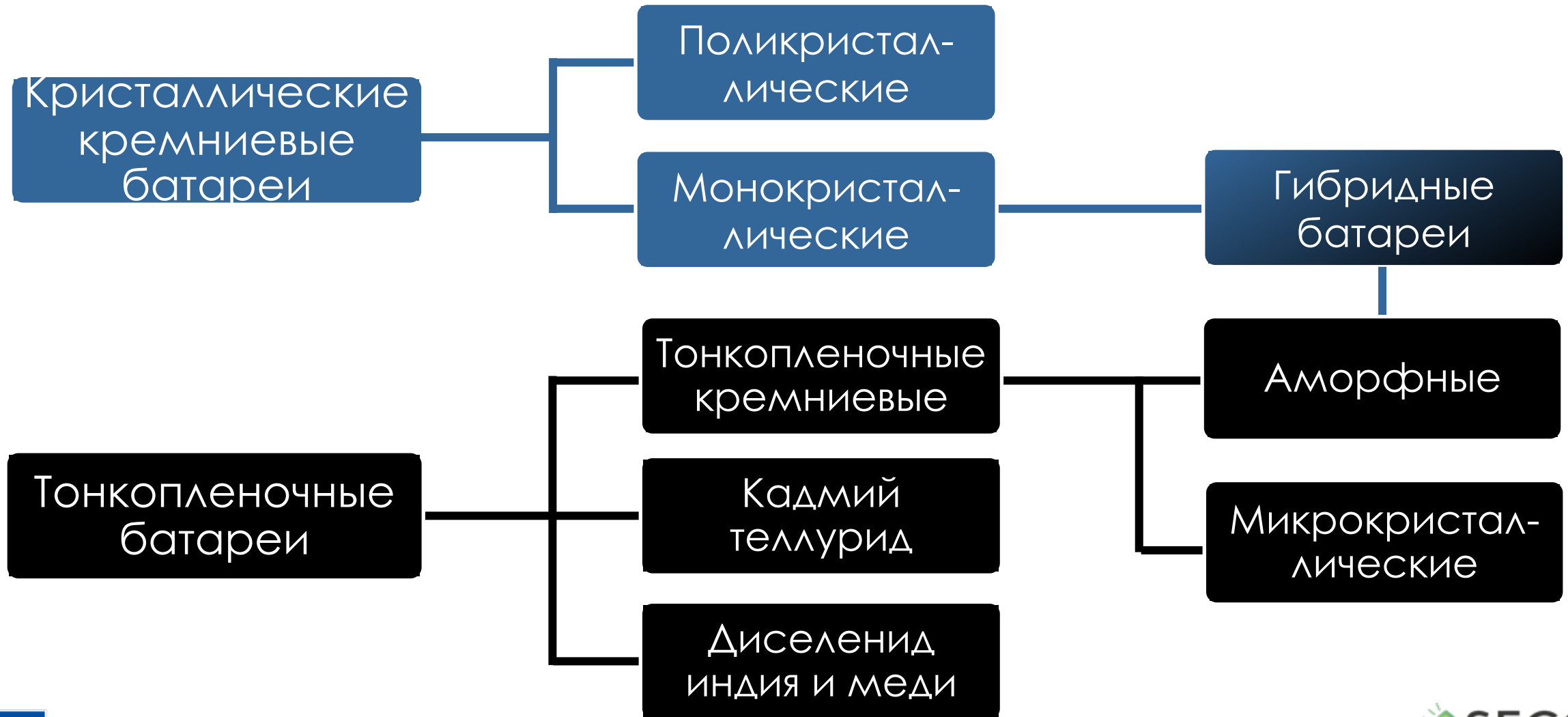
Солнечная батарея



Солнечный модуль



# Основные технологии фотоэлектрических модулей



# Номинал фотоэлектрического модуля

- Стандартные условия испытаний

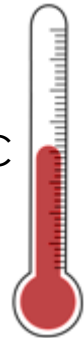
Интенсивность  
падающего  
излучения



1000 Вт/м<sup>2</sup>

Температура

25°C ±2°C



Контрольная  
спектральная  
плотность падающего  
излучения

Коэффициент  
воздушной массы  
AM 1.5

- Результаты испытаний являются исходными данными для определения мощности панели для сравнения продуктов
- Результаты НЕ являются показателями мощности для реальной эксплуатации или определения размеров системы

## Фотоэлектрический модуль 100 Вт

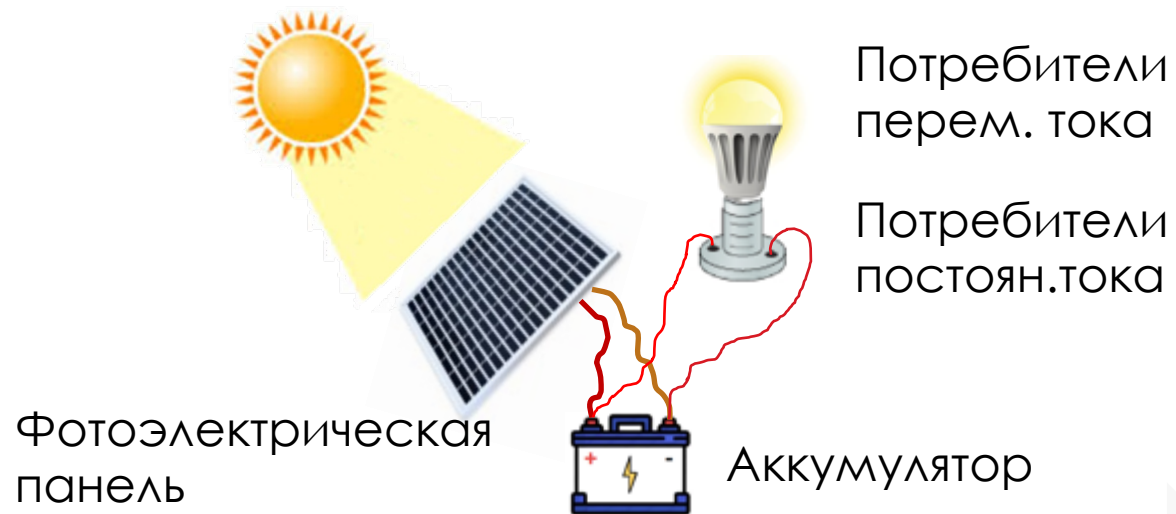
МОДЕЛЬ XXX-000-111-222

Излучение	1000 Втм <sup>-2</sup>	МАКС. НАПРЯЖЕНИЕ СИСТЕМЫ 1000В
Температура батареи	25° С	
Р <sub>макс</sub>	100 Вт	
V <sub>рмакс</sub>	18.00 В	ВЕС 8кг
I <sub>рмакс</sub>	5.56 А	
V <sub>oc</sub>	22.10 В	
I <sub>sc</sub>	5.91 А	

СЕРИЙНЫЙ номер  
00A11B2C333333

# Общая солнечная фотоэлектрическая система

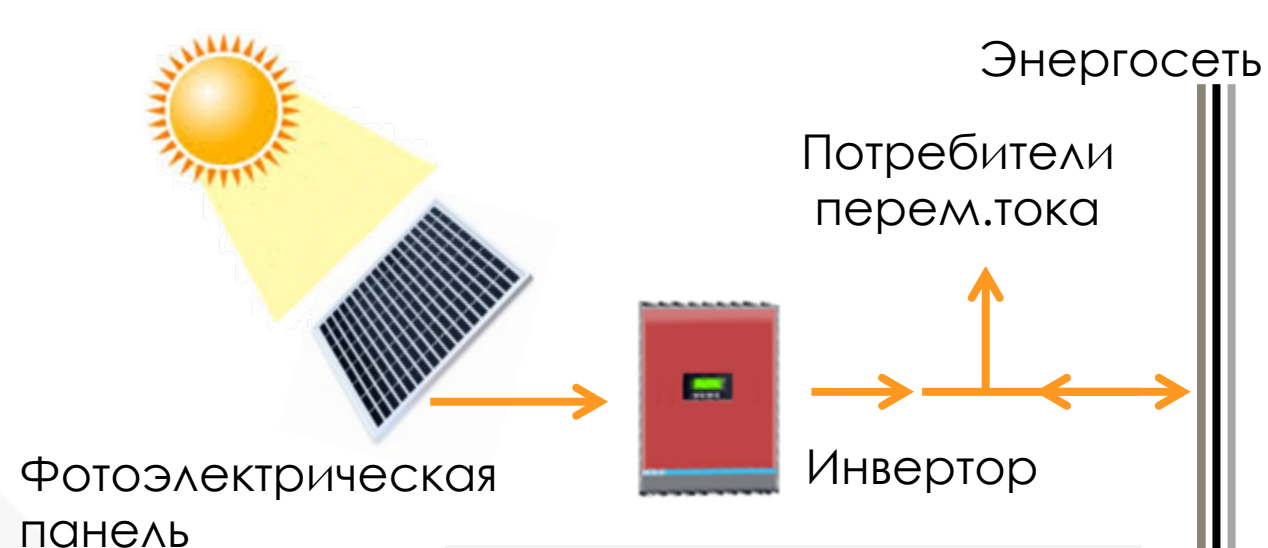
## Автономные системы



### ПРИМЕНЕНИЕ:

- Электрификация сельских районов
- Системы с небольшой энергосетью
- Жилой дом
- Кровли промышленных/сельхоз объектов
- Электростанции для коммунальных нужд

## Системы с подключением к энергосети



### РАЗМЕР:

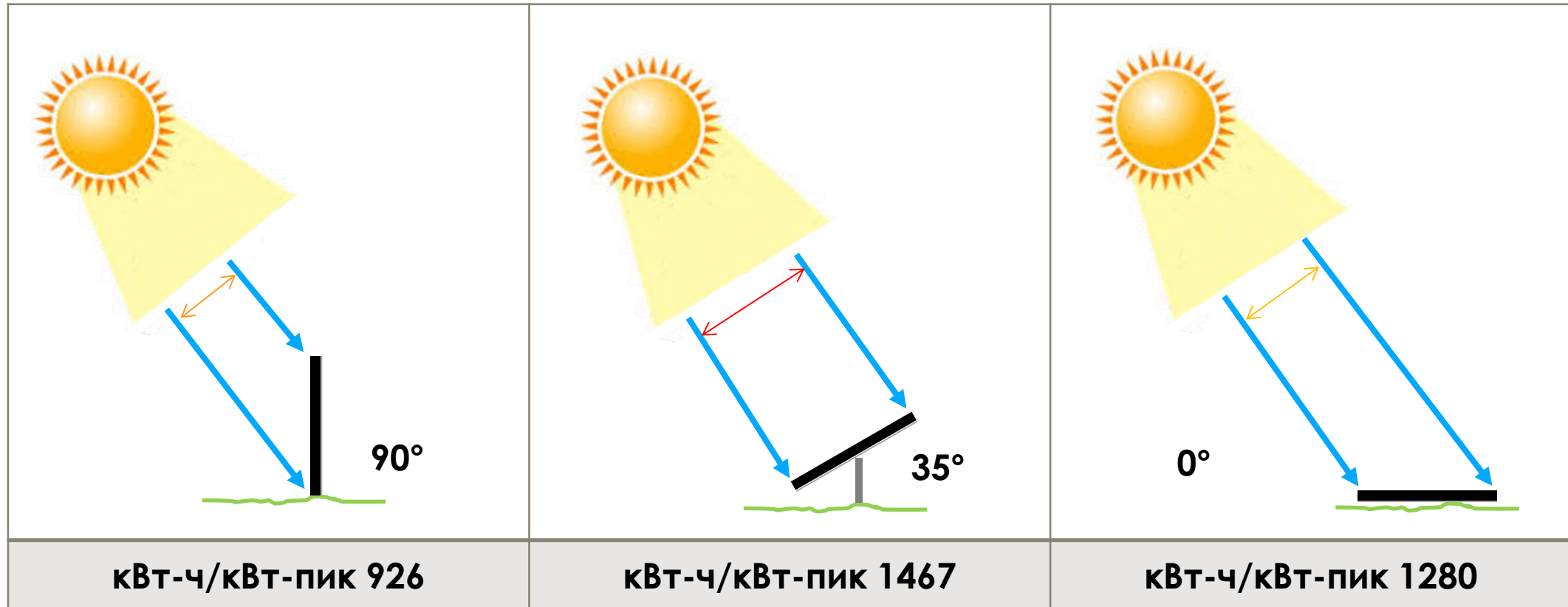
- 0.01 – 5 кВт
- 5-500 кВт
- 2-8 кВт
- 200 – 5000 кВт
- 10 – 1000 МВт и больше

# Системы с подключением к энергосети



# Первоначальный проект

Наклон и азимут модуля. Показательный пример из Ашхабада с установкой в южном направлении



# Оценка выработки энергии– география фотоэлектрических систем

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

European Commission

European Commission > EU Science Hub > PVGIS > Interactive tools

Home Tools Downloads Documentation Contact us

Cursor: Selected: 37.987, 58.352  
Elevation (m): 207  
PVGIS ver: 5.2

Use terrain shadows:  
 Calculated horizon  
 Upload horizon file

Download buttons: csv, json

GRID CONNECTED

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV

TRACKING PV  
OFF-GRID  
MONTHLY DATA  
DAILY DATA  
HOURLY DATA  
TIMY

Solar radiation database\*  
PVGIS-SARAH

PV technology\*  
Crystalline silicon

Installed peak PV power [kWp]\*  
1

System loss [%]\*  
14

Fixed mounting options

Mounting position\*  
Free-standing

Slope [°]  
35

Azimuth [°]  
0

Optimize slope  
 Optimize slope and azimuth

PV electricity price

PV system cost (your currency)  
Interest [%/year]  
Lifetime [years]

Visualize results

Download buttons: csv, json

Новая версия см.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis.html>







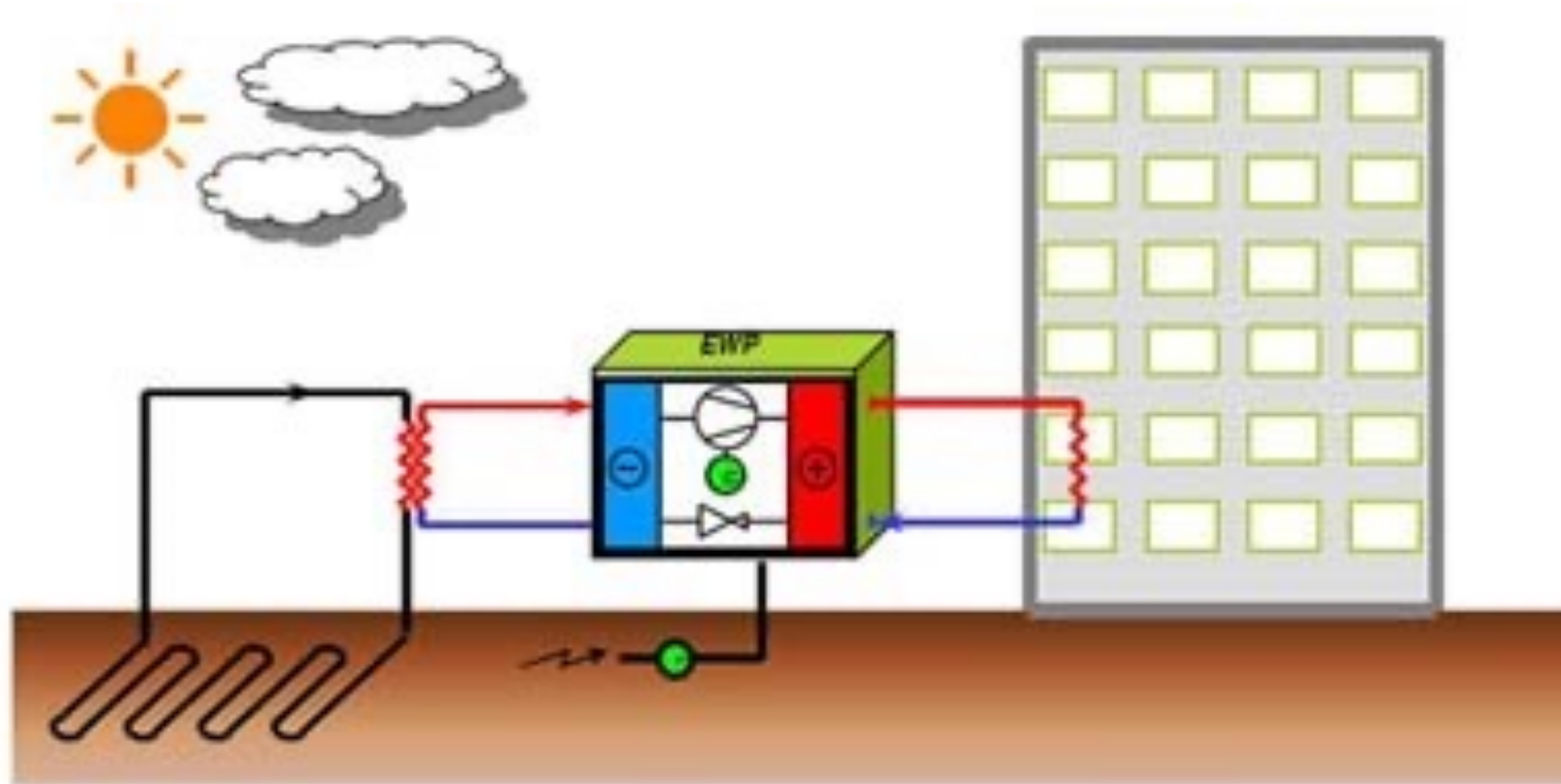


**СОЛНЕЧНАЯ  
ЭНЕРГИЯ ДЛЯ  
ОТОПЛЕНИЯ И  
ВОДОСНАБ-  
ЖЕНИЯ НА  
УРОВНЕ  
РАЙОНА**



### 3. Концепция теплового насоса

Источник энергии



# Коэффициент производительности теплового насоса

Электричество 20%

Источник тепла 80%

Тепло 100 %

Расчет коэффициента производительности

$$\text{C.O.P} = \frac{100\%}{20\%} = 5$$

# Примеры тепловых насосов

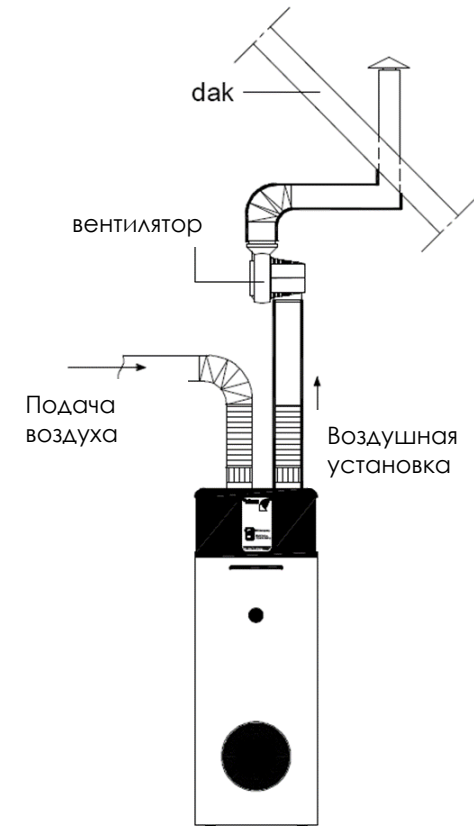


# Каскад тепловых насосов



# Бойлер с тепловым насосом

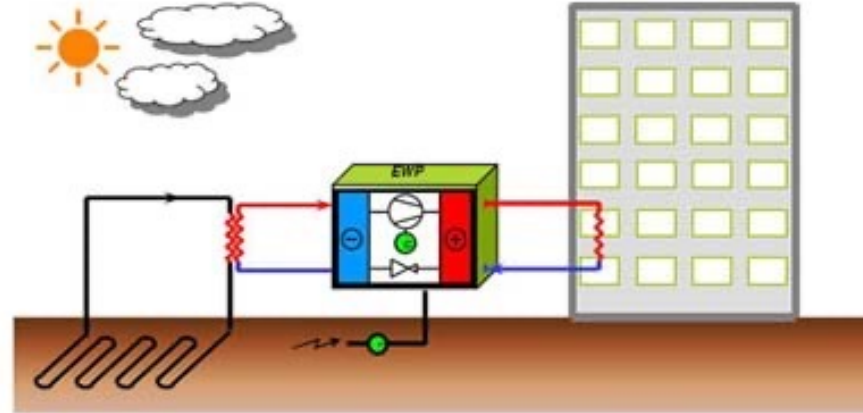
- Используется для рекуперации энергии вентиляционного воздуха
- Подходит для бытового горячего водоснабжения
- Один бойлер в каждом доме



# Передача тепла

Возможно множество вариантов:

- теплые полы
- теплые стены, потолки
- радиаторы

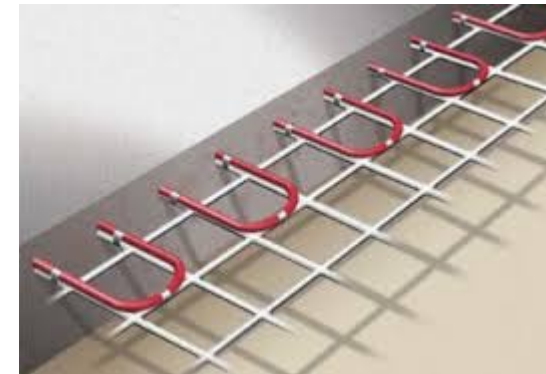


Энергоэффективность системы теплового насоса, производительность теплового насоса зависит от температуры передающей системы

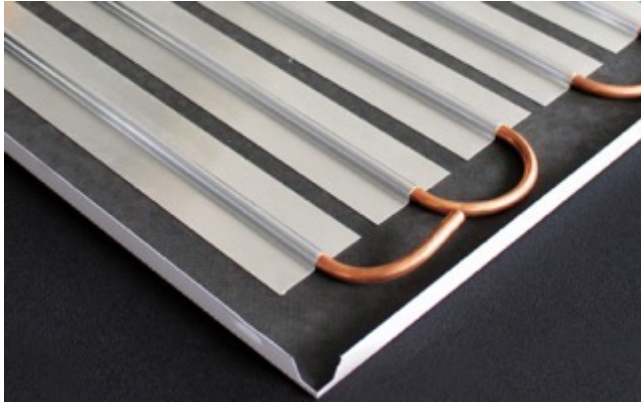
Чем ниже требуемая температура, тем выше коэффициент производительности системы



# Теплые полы и стены

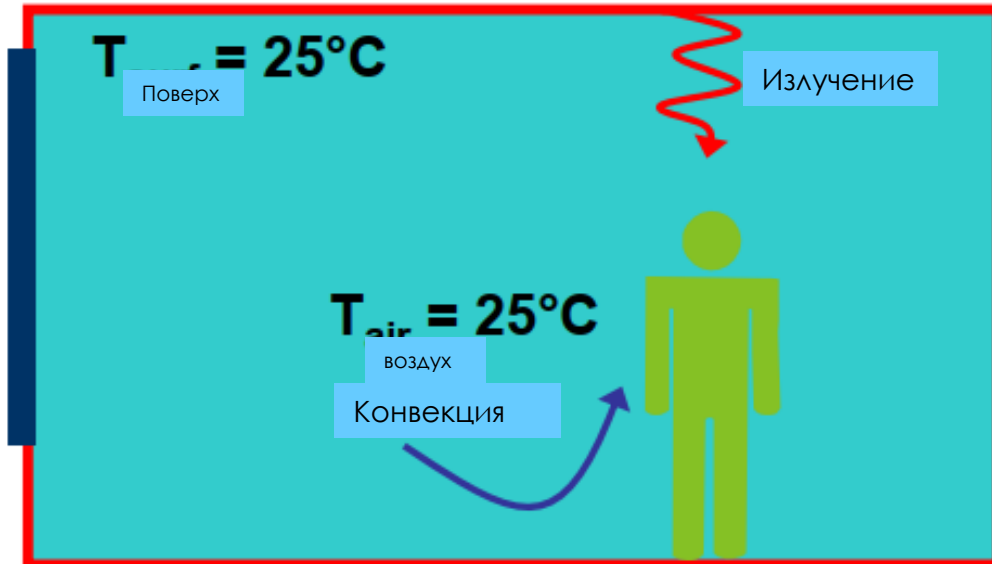


# «Климатические» потолки



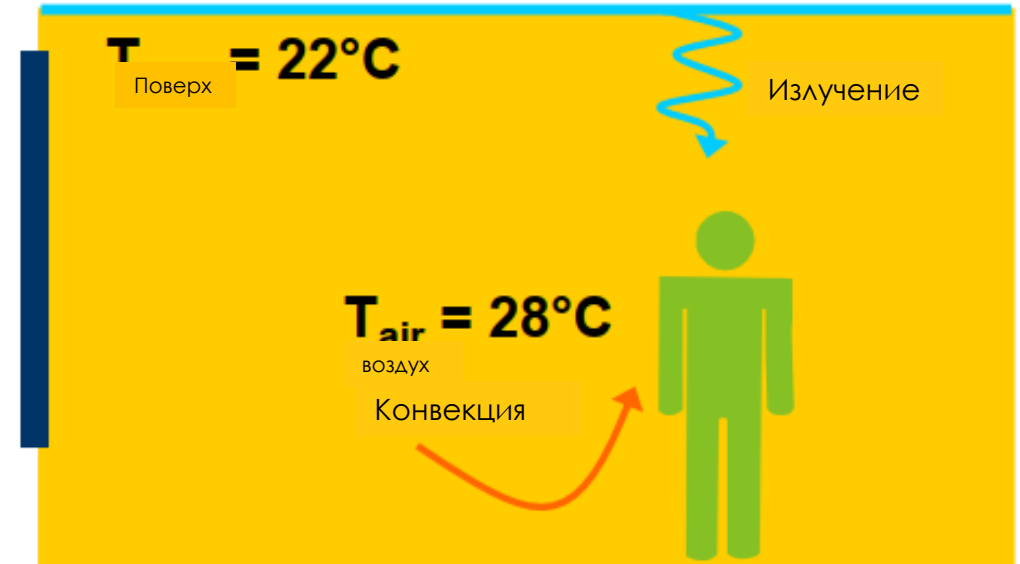
# «Климатические» потолки

Традиционные



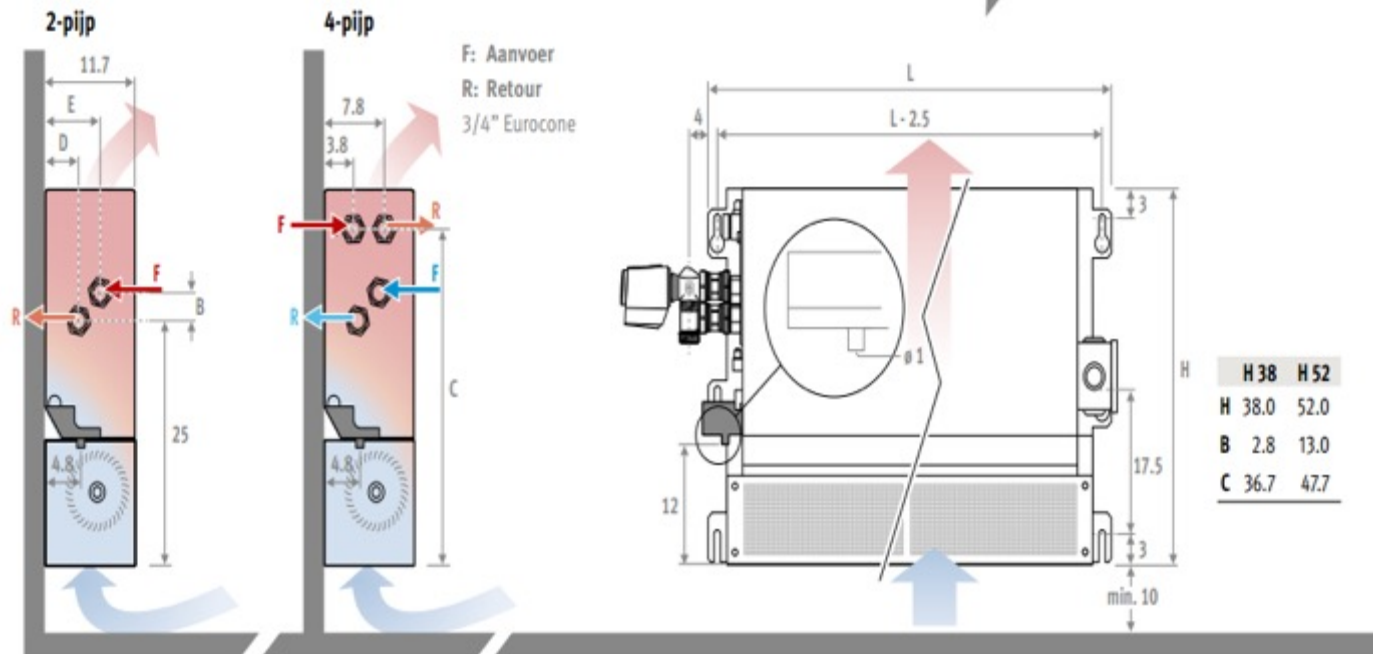
$$\Rightarrow T_{\text{op}} = 25^{\circ}\text{C}$$

Инновационные



$$\Rightarrow T_{\text{op}} = 25^{\circ}\text{C}$$

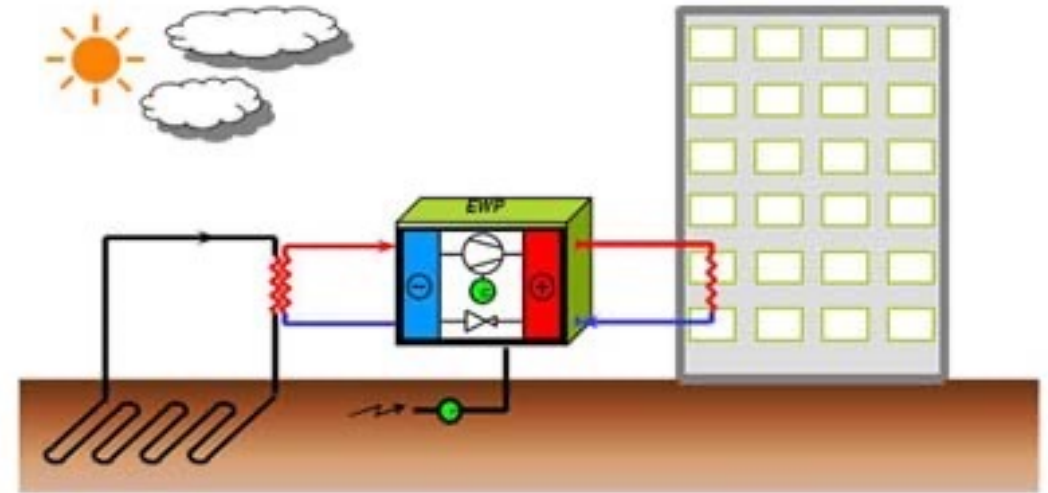
# Низкотемпературные конвекторы



# Источники тепла

Возможно множество вариантов:

- Геотермальная энергия
- Воздух
- Свободная ото льда вода (море, река, озеро)
- Канализационная система
- Кровельные системы
- Дорожные энергетические системы

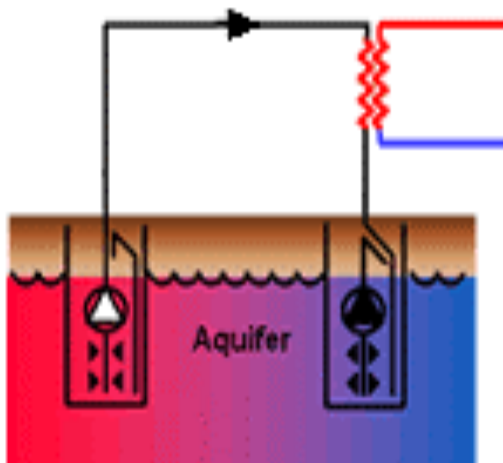


Энергоэффективность системы теплового насоса, производительность насоса зависит от температуры источника тепла

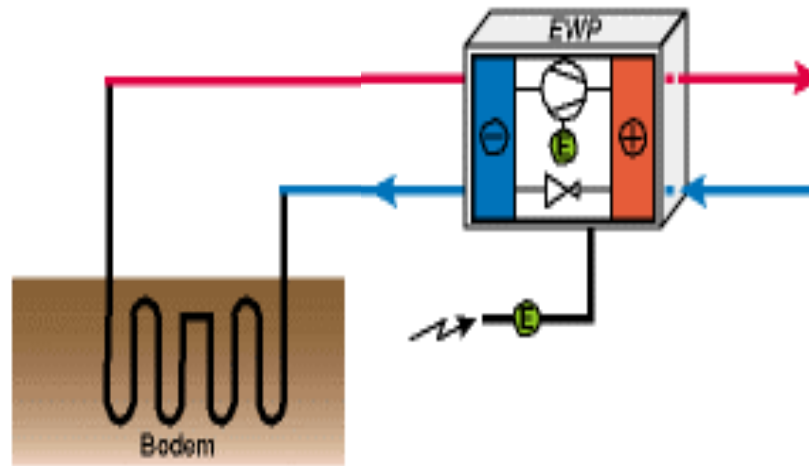
Чем выше температура источника тепла, тем выше коэффициент  
производительности системы

# Геотермальный первичный источник энергии

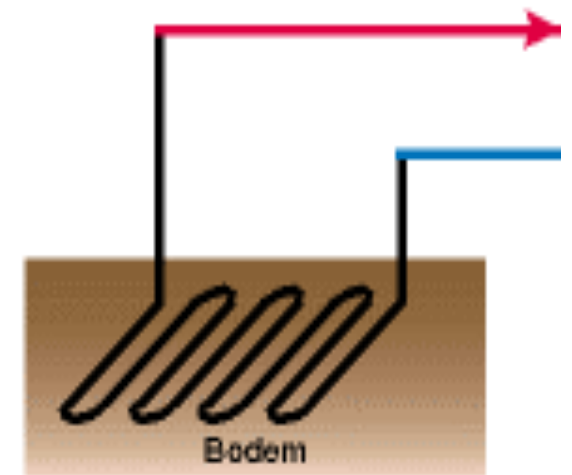
Вертикальные геотермальные зонды



Открытые скважины грунтовых вод (водоносный горизонт)



Горизонтальные геотермальные зонды



# Тепловые насосы вместо котлов на угле



# Тепловой насос для многоквартирных домов



Температура недр земли на глубине 30-150 м не зависит от времени года и практически неизменна - около 6-9 °С выше нуля.



# Тепловой насос и централизованное теплоснабжение



	Сред. темп. наруж.возд С	Обогрев пространства МВт·ч	Потери гор.воды и циркуляции МВт·ч	Покрытие тепл. насосом МВт·ч	Покрытие центр теплоснабжен. МВт·ч
Январь	-6.1	31.7	5.2	24.2	12.7
Февраль	-5.1	26.6	4.7	21	10.3
Март	-0.6	19.3	5.2	20.7	3.8
Апрель	5.6	8.4	5.1	12.5	1.0
Май	12.0	0.0	5.2	5.2	0.0
Июнь	15.9	0.0	4.5	4.5	0.0
Июль	17.3	0.0	4.7	4.7	0.0
Август	16.4	0.0	4.7	4.7	0.0
Сентябрь	11.4	0.0	5.1	5.1	0.0
Октябрь	6.8	4.0	5.2	9.2	0.0
Ноябрь	1.3	14.9	5.1	17.3	2.7
Декабрь	-3.6	26.0	5.2	22.3	8.9
Итого		130.9	59.9	151.4	39.4

