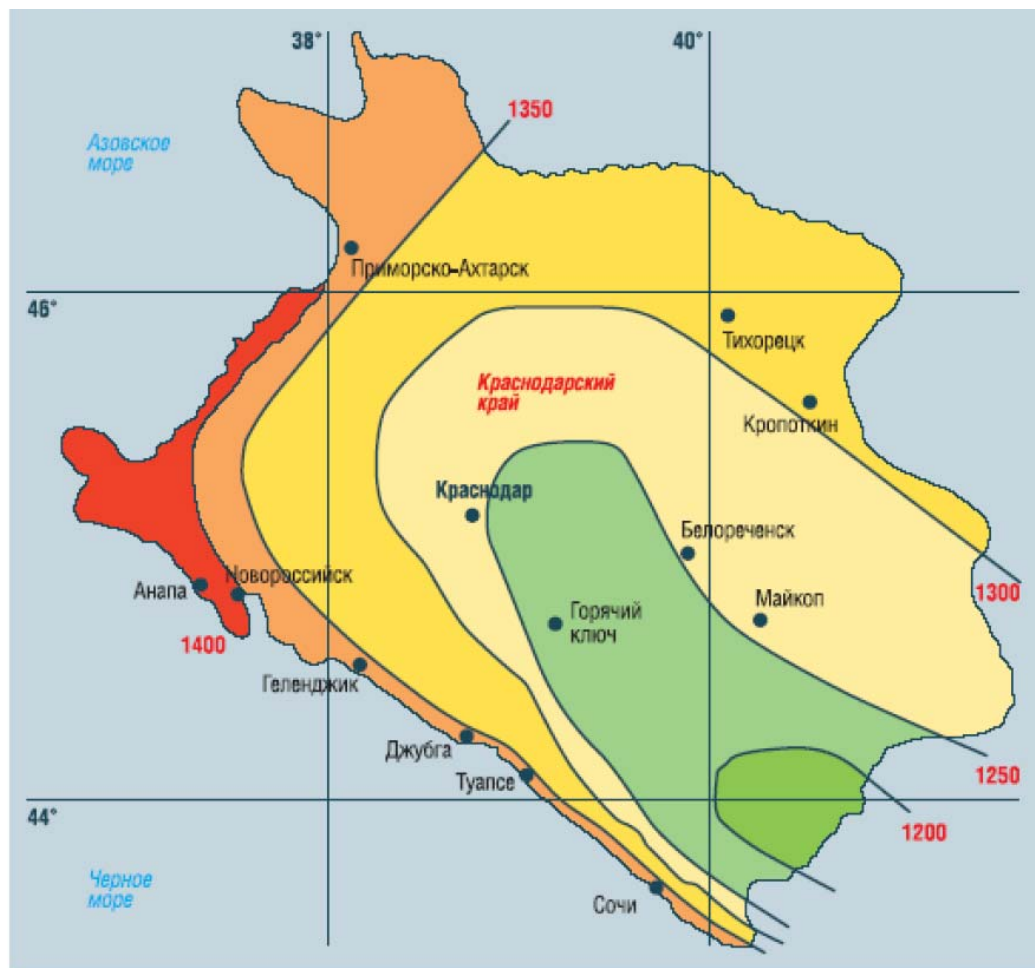


Проектирование гелиосистем

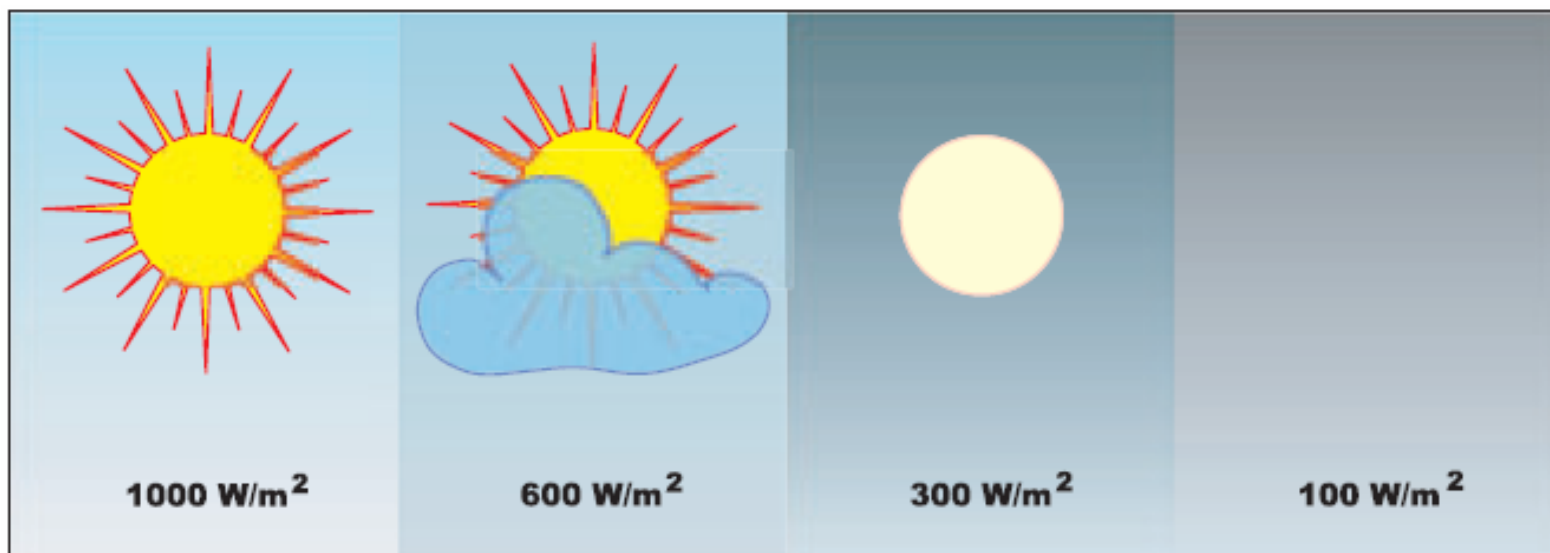


Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность на территории Краснодарского края (кВтч/м² в год)

1.000 кВтч / м² в год
 приблизительно
 соответствует
 содержанию энергии в
100 л дизельного
 топлива.

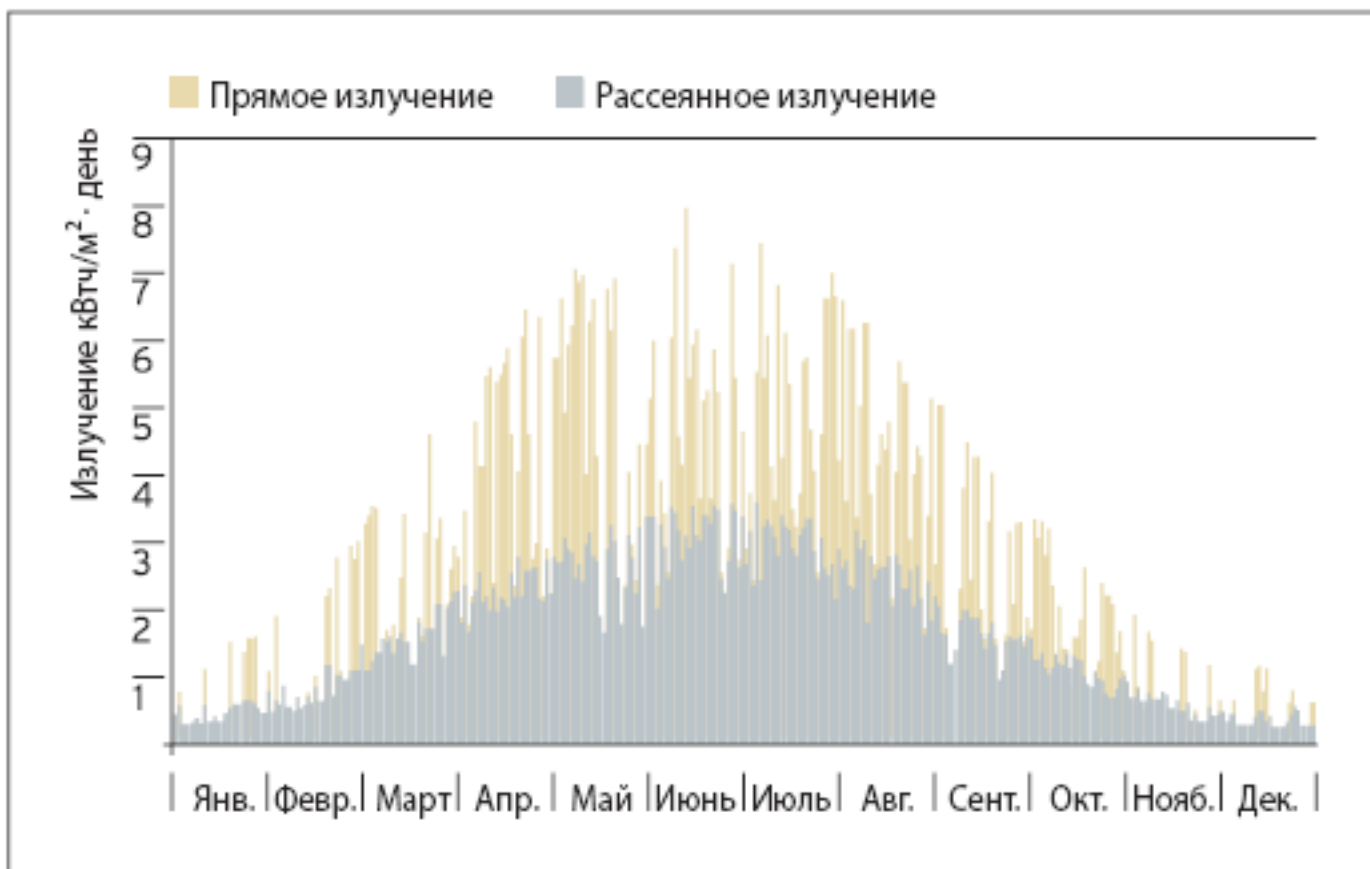


Интенсивность солнечного излучения



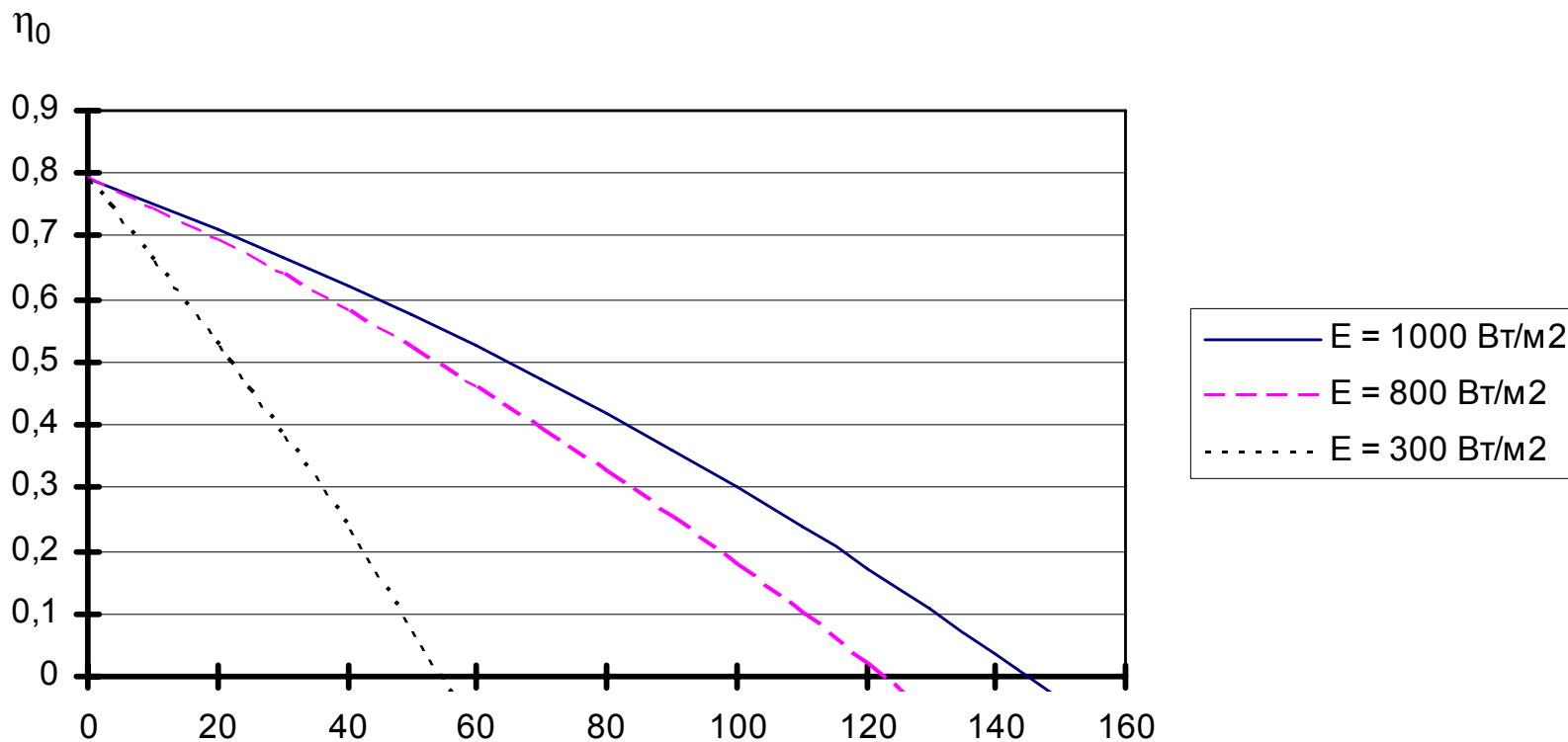
Используется прямое и рассеянное излучение!

Годовое распределение излучения



Распределение общего излучения в течение года с разделением на прямое и рассеянное излучение (на примере Берлина)

Пример изменения КПД плоского коллектора



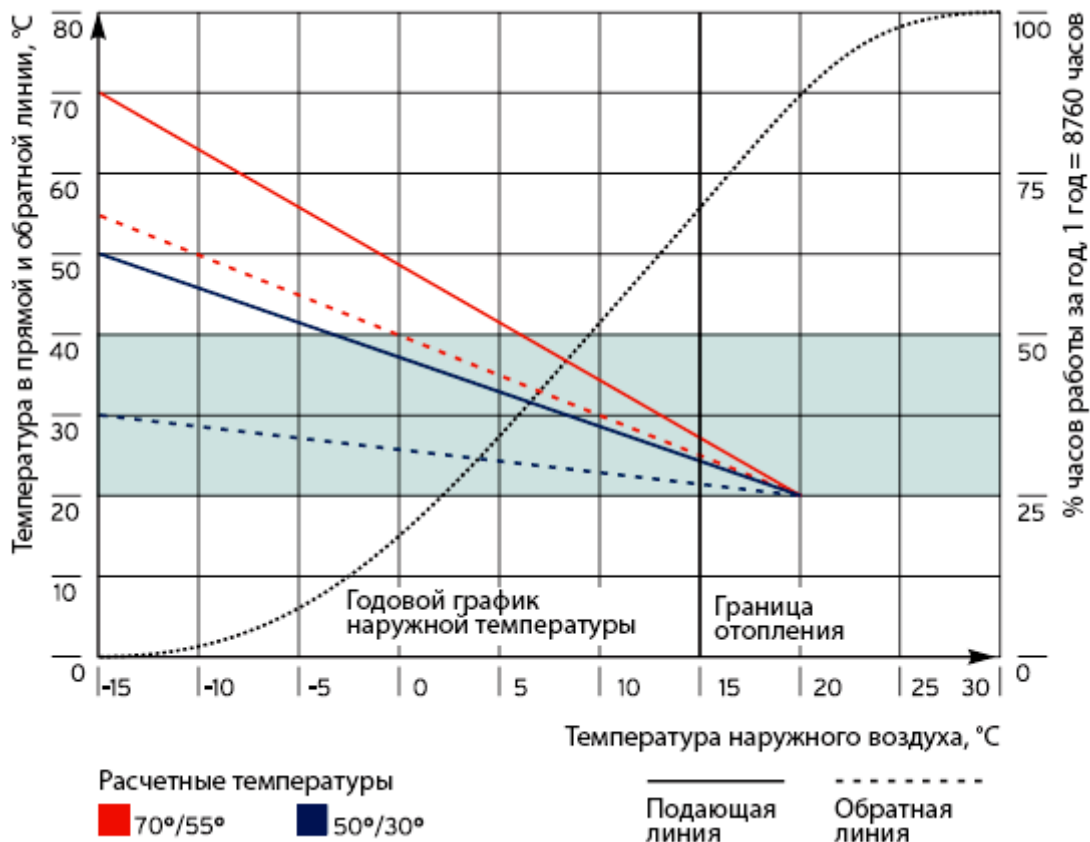
ΔT коллектор / наружная температура

Кривая КПД auroTHERM VFK 900 S

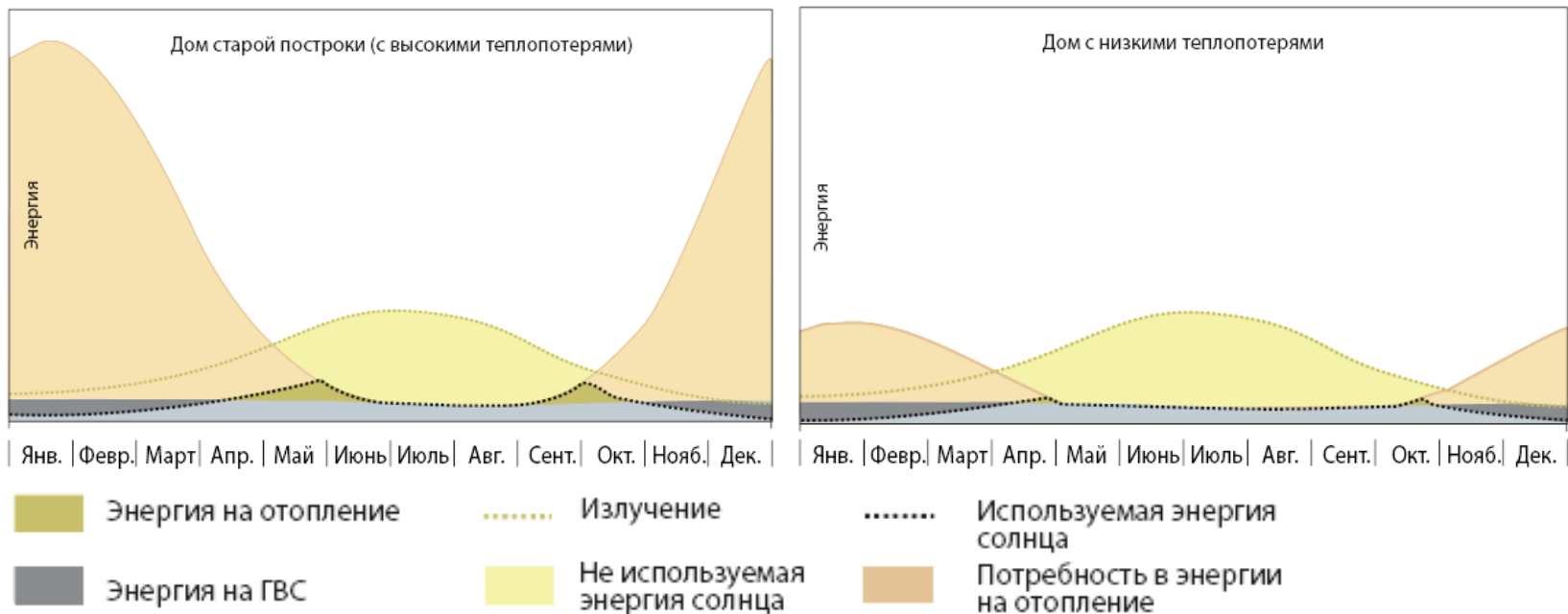
Оптимальная расчетная температура системы отопления при использовании солнечных коллекторов

Оптимальные условия для всего отопительного периода достигаются в системе 50/30°C, не зависимо от облачности и высоты положения солнца.

Обязательна балансировка контуров отопления для обеспечения на практике расчетных низких температур в обратной линии.



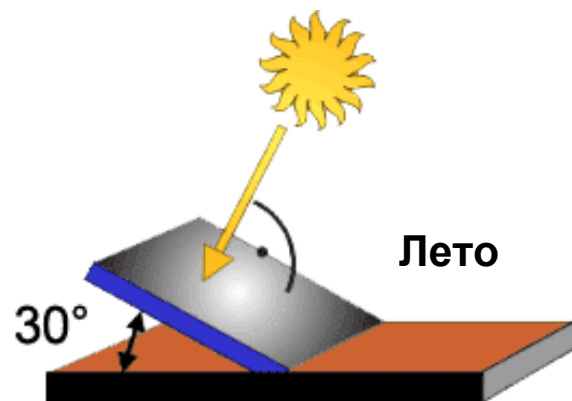
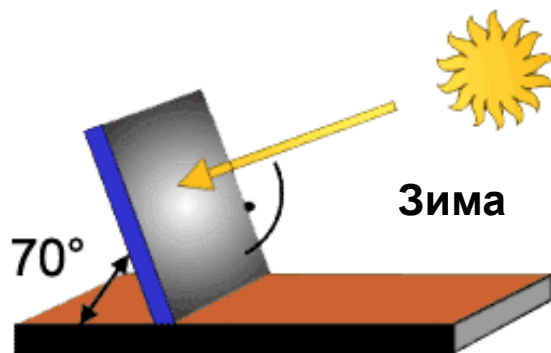
Степень покрытия энергозатрат при разной теплоизоляции дома



Для хорошо теплоизолированных зданий отопительный период сокращается, в переходный сезон зачастую отопление не требуется. Поэтому гелиоустановка для таких домов имеет меньшее число коллекторов и в переходный сезон может достигать ограниченную степень покрытия энергозатрат. Обычно в этом случае от гелиоустановки будут покрыты 5–15% потребности на отопление, а общая степень покрытия энергозатрат, включая ГВС, составит 15–30%.

Оптимальный угол наклона

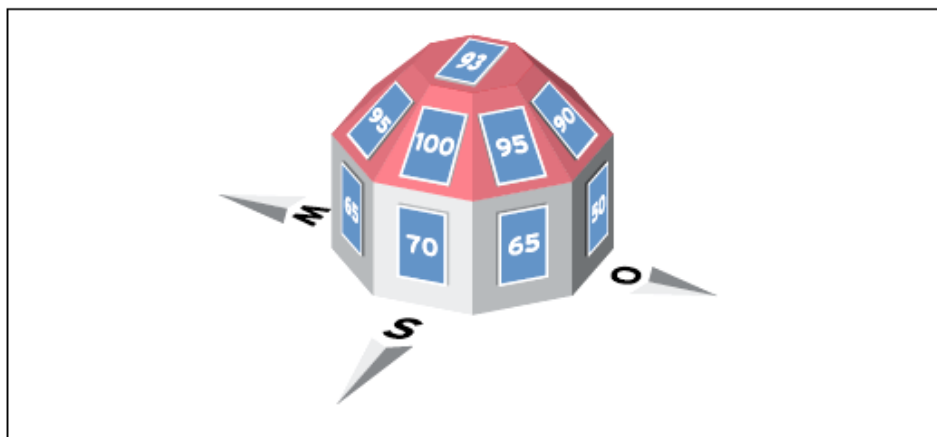
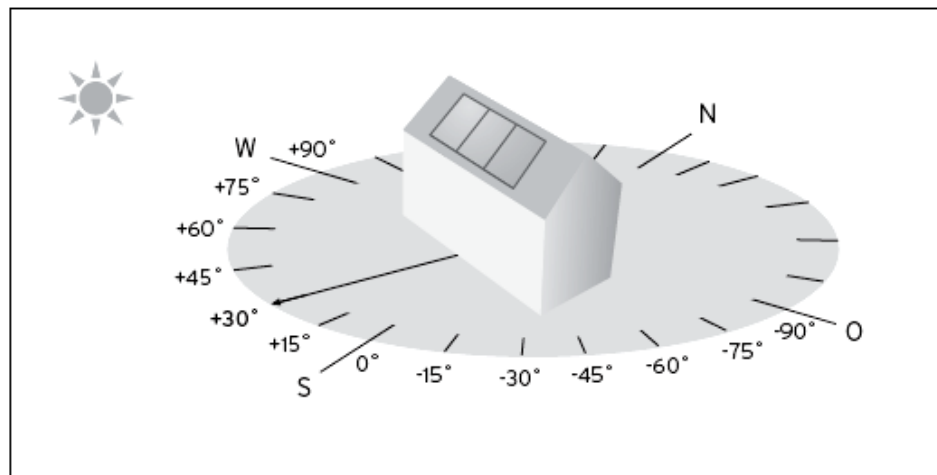
Оптимальный угол наклона коллектора $30 - 45^\circ$. Для установок поддержки отопления рекомендуется более крутой угол наклона ($45 - 60^\circ$), за счет чего в переходный сезон при более низком положении солнца может быть достигнута лучшая инсоляция коллектора.



Ориентация по сторонам света

–Оптимальное направление расположения коллектора – на юг и угол наклона 45° .

–Процентное уменьшение инсоляции от оптимума (100 %) в зависимости от направления на стороны света и угла наклона (уменьшение в направлении на восток такое же, как и в направлении на запад) учитывается поправочным коэффициентом

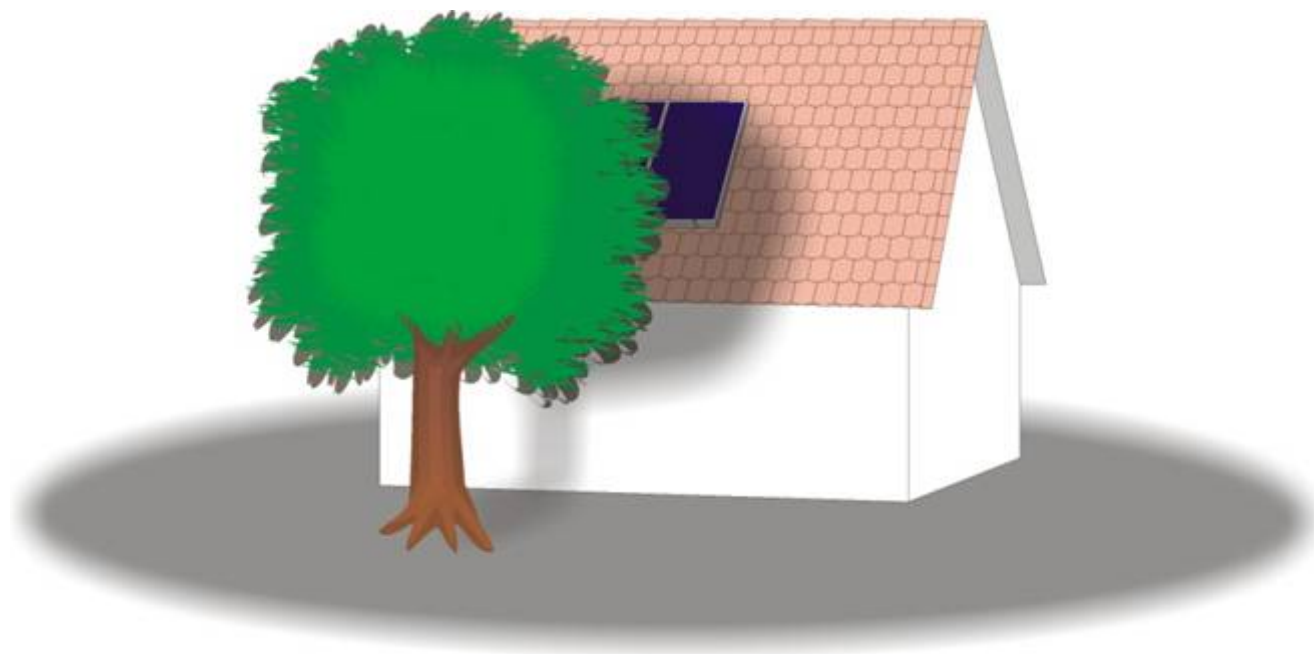


Поправочный коэффициент по сторонам света и углу наклона K_{aus}

Направление	Угол наклона		
	30°	50°	70°
В	1,64	1,61	1,61
В-ЮВ	1,45	1,47	1,61
ЮВ	1,17	1,15	1,34
Ю-ЮВ	1,04	0,98	1,14
Ю	1,00	0,94	1,11
С-СЗ	1,03	0,97	1,13
СЗ	1,13	1,09	1,27
З-СЗ	1,35	1,35	1,60
З	1,61	1,61	1,61

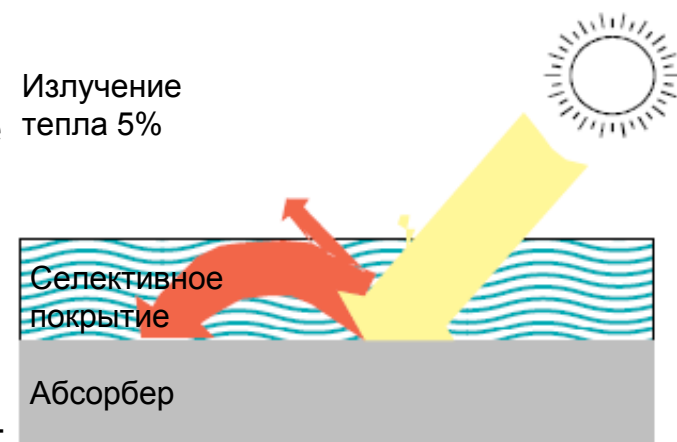
Приведены данные для широты 48°–54°.

Правильный выбор места установки коллекторов



Селективное покрытие абсорбера

Любое черное покрытие преобразует солнечное излучение в тепло, т.е. абсорбирует излучение. Поглощенное и испускаемое излучение имеют разные длины волн. Матовая черная краска имеет высокую поглощающую способность (степень абсорбции α ок. 95%), но более 80% поглощенной энергии отдается в окружающую среду в форме излучения тепла. Абсорберы с селективным покрытием sunselect коллекторов Vaillant имеют такую же высокую степень абсорбции α до 95 %, но их тепловое излучение существенно ниже – всего ок. $\varepsilon = 5\%$. Селективное покрытие поглощает коротковолновое излучение солнца и передает на абсорбер, но в диапазоне длинных тепловых волн оно ведет себя, как будто их не существует



Приготовление горячей воды от гелиоустановки

–При использовании плоских солнечных коллекторов только для ГВС в общем, за год эффективно используется 30 - 45 % излученной солнцем энергии. При применении вакуумных трубчатых коллекторов эффективное использование солнечного излучения за год повышается до 40 – 50 %.

–В летний период возможно покрыть **100 %** потребности в горячей воде, за год с средним исходят из **60 %** покрытия годовой потребности в горячей воды за счет солнечных коллекторов.

Ориентировочный подбор параметров установки ГВС для частного дома:

- 1,2 - 2-кратное суточное потребление гор. воды 45°C = объем водонагревателя
- 50 – 70 л** объема водонагревателя на 1 м² площади коллектора
- 1 – 1,5 м²** нетто плоских коллекторов на 1 человека,
- 0,8 м²** нетто трубчатых коллекторов на 1 человека

Нагрев бассейна от гелиоустановки

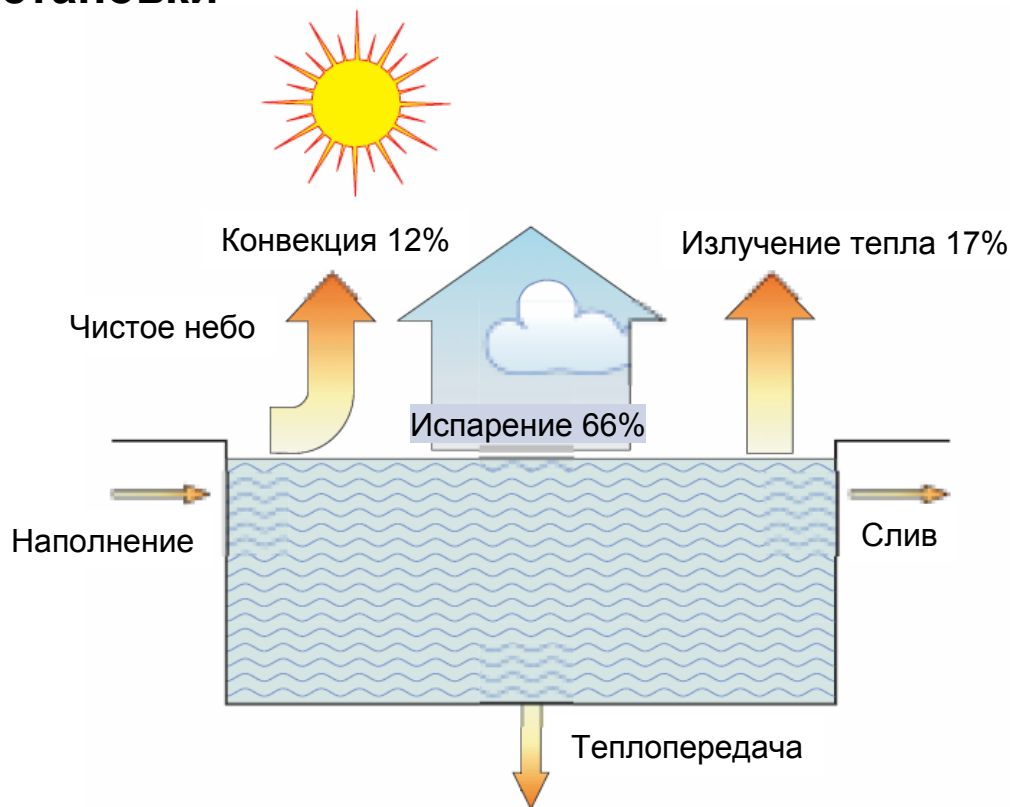
Бассейн с укрытием:

–общая площадь абсорбера =
0,5 – 0,7 кратной площади бассейна.

Бассейн без укрытия:

–общая площадь абсорбера =
0,7 – 1 кратной площади бассейна

Для крытых плавательных бассейнов возможно достижение покрытия потребности в тепле **100 %** в летние месяцы и **65 %** покрытия за год.



Факторы, учитывающиеся при проектировании системы солнечных коллекторов для плавательных бассейнов

Факторы, влияющие на размеры коллекторного поля	–Только подогрев воды в плавательном бассейне; –Комбинированная система солнечных коллекторов для подогрева воды в плавательном бассейне и приготовления горячей воды; –Комбинированная схема с поддержкой отопительной системы
Место расположения	Крыша от непогоды, защита от ветра
Тип плавательного бассейна	Открытый или закрытый плавательный бассейн
Параметры плавательного бассейна	Габариты: площадь, глубина
Привычки пользователей	Посещаемость, время снятия укрытия, подача свежей воды в бассейн, заданная температура и допустимая максимальная температура
Характеристика системы солнечных коллекторов	Выбор конструкции коллектора, ориентация и угол наклона, требуемая мощность теплообменника и т. п.

Поддержка отопления от гелиоустановки

–При проектировании установок поддержки отопления для частного дома обычно исходят из около **10-30 %** покрытия годовой потребности в энергии на отопление за счет солнечных коллекторов. Степень использования установки достигают 20-25 %, также и по соображениям целесообразности (затраты / польза).

Ориентировочный подбор параметров гелиоустановки для поддержки отопления для частного дома

–**0,8 – 1,1 м²** площадь нетто плоских коллекторов на каждые 10 м² жилой площади

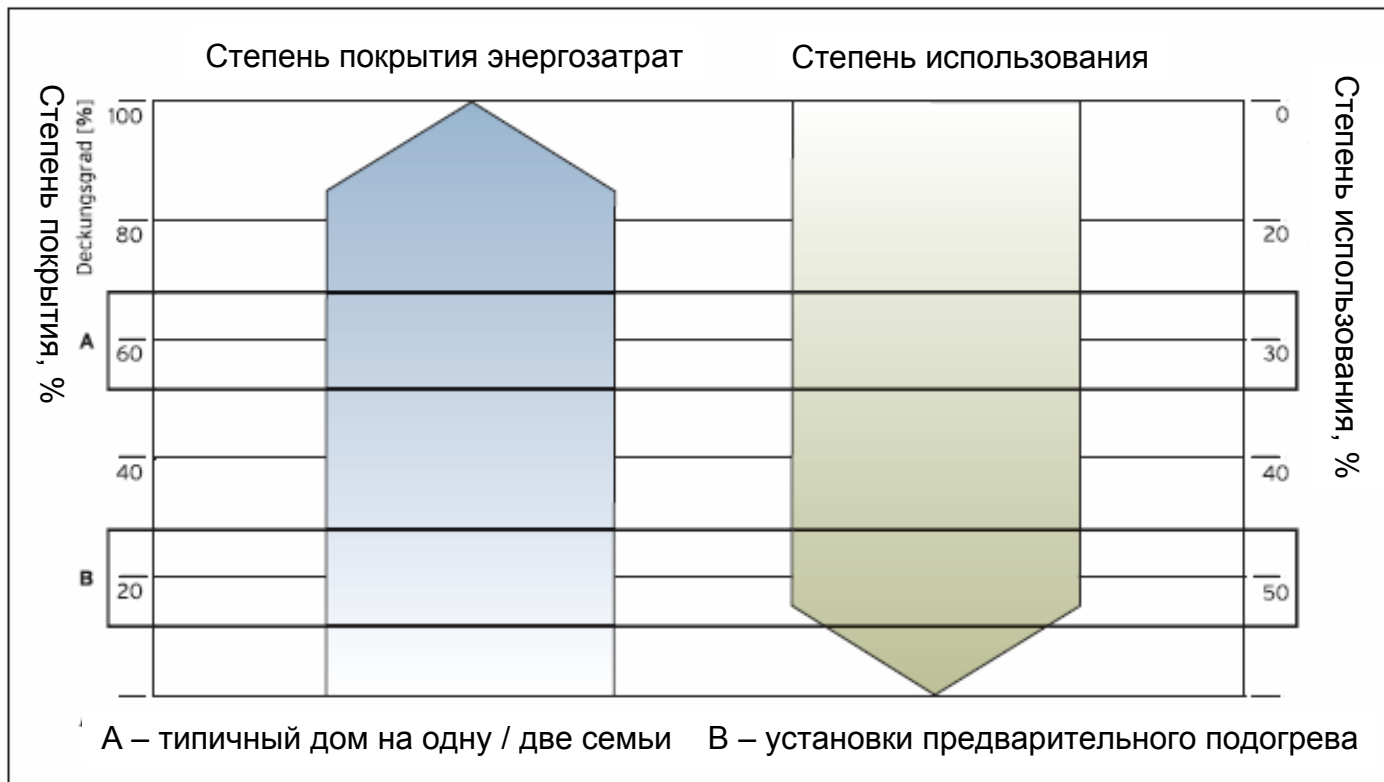
–**0,5 – 0,8 м²** площадь нетто трубчатых коллекторов на каждые 10 м² жилой площади

–**50 – 70 л** объема накопителя на 1 м² солнечного коллектора

Максимальное количество подключаемых коллекторов

Накопитель / Водонагреватель	Площадь солнечного змеевика (теплообменника), м ²	auroTHERM classic, штук	auroTHERM exclusiv, штук
VIH S 300	1,6	2 - 4	3 - 10
VIH S 400	1,6	3 - 4	5 - 10
VIH S 500	2,1	3 - 5	6 - 14
auroSTOR VPS SC 700	2,7	4 - 7	6 - 16
VPS S 500	2,41	3 - 6	6 - 15
VPS S 750	4,29	4 - 10	8 - 27
VPS S 1000	5,21	6 - 13	10 - 32

Степень использования системы солнечных коллекторов



Степень использования системы солнечных коллекторов - отношение количества тепловой солнечной энергии переданной системе теплоснабжения к количеству энергии солнечного излучения на поверхность коллекторов. **При увеличении степени покрытия энергозатрат снижается степень использования системы!**

Степень использования системы солнечных коллекторов и нагрузка на коллектор

Степень использования системы солнечных коллекторов **для ГВС** для домов на одну / две семьи обычно составляет 30-45% **исходя из степени покрытия энергозатрат 60%**. Это означает, что при интенсивности излучения 1000 кВтч/м² в год могут быть полезным образом использованы около 300 – 400 кВтч/м² в год.

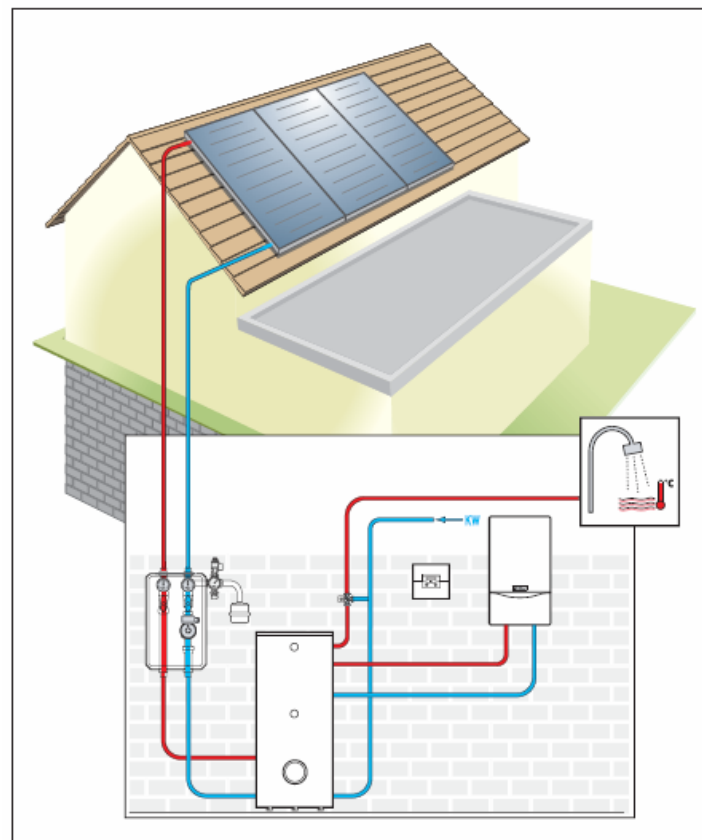
Установки предварительного нагрева могут при этом обеспечить использование до 600 кВтч/м² в год. При солнечной поддержке отопления и ГВС обычно используются системы со **степенью покрытия общих энергозатрат на ГВС + отопление 10 – 30 %**. Степень покрытия сильно зависит от общей потребности в тепле. Для хорошо теплоизолированных зданий и больших буферных накопителях она может составлять значительно более 30%.

При проектировании больших установок используется **понятие нагрузки на коллектор** – расход ГВС в день приведенный к 1 м² коллектора. Для малых установок нагрузка составляет 30-40 л ГВС на м² коллектора в день, для больших стремятся достичь около 70 л ГВС на м² коллектора в день.

Состав гелиоустановки ГВС

Система гелиоустановки ГВС Vaillant состоит из 4-х основных компонентов:

- Коллекторного массива, состоящих из вакуумных трубчатых или плоских коллекторов, которые абсорбируют солнечные лучи;
- Регулятора гелиосистемы, который контролирует все функции, отображает данные на дисплее и управляет системой;
- Насосной группы гелиосистемы, предназначенной съема тепла и оснащенной необходимыми устройствами безопасности;
- Емкостного водонагревателя для гелиоустановок или буферной емкости



Определение потребности в горячей воде

$$Q = m \cdot \Delta t \cdot c$$

Q – количество тепла на нужды горячего водоснабжения, кВт.

m – количество горячей воды необходимое потребителям, м³/час.

Δt – разница температур холодной и горячей воды, °С.

c – теплоемкость воды 1,163 Втч/м³·°С.

Пример:

Жилой дом, в котором проживает 6 человек, и в котором установлена стиральная машина использующая теплую воду. Предположительно средний расход горячей воды 40 л на человека с температурой $\Delta t = 50 - 15 = 35^\circ\text{C}$.

Общее количество воды

$$M = 6 \cdot 40 \text{ л} + 1 \cdot 20 \text{ л} = 260 \text{ л}$$

Количество тепла:

$$Q = 260 \text{ л} \cdot 35^\circ\text{C} \cdot 1,163 = 10\,583 \text{ Втч/день} = 10,58 \text{ кВтч/день}$$

При перерасчете на 365 дней ежегодная потребность энергии на горячее водоснабжение = 3861,7 кВтч

Потребление горячей воды (дом на 1-2 семьи)

	Расход, чел/д	Ежедневный расход энергии
Малый расход	20-30 л горячей воды (45 °С)	0,8-1,2 кВтч/сутки
Стандартный расход	30-50 л горячей воды (45 °С)	1,2-2,0 кВтч/сутки
Большой расход	50-70 л. горячей воды (45 °С)	2,0-2,8 кВтч/сутки
Стиральная машина или мойка для посуды с теплой водой	На каждый прибор около 20 л/день или согласно данным изготовителя	0,8 кВтч/сутки

Потери тепла в циркуляционной линии ГВС

Пример:

15 м – длина циркуляционной линии

8 часов – время работы циркуляционного насоса по таймеру

10 Вт/м.п. – потери тепла в циркуляционной линии

(при плохой теплоизоляции принимаются до 20 Вт/м.п.)

$Q_{\text{цир.}} = 15\text{м} \cdot 8\text{ч} \cdot 10\text{ Вт/м} = 1200\text{ Втч}$

(+ потери тепла от полотенцесушителей, установленных на системе ГВС)

Расчет площади коллектора на ГВС

$$A_{\text{Koll}} = \frac{K_{\text{aus}} \cdot S_{\text{D}} [\%] \cdot Q_{\text{V}} [\text{кВтч/год}]}{S_{\text{N}} [\%] \cdot Q_{\text{E}} [\text{кВтч/м}^2\text{год}]}$$

A_{Koll} – площадь коллектора, нетто

K_{aus} – поправочный коэффициент на стороны света и угол наклона из таблицы

S_{d} – степень покрытия энергозатрат за счет гелиоустановки

S_{n} – степень использования гелиосистемы

Q_{v} – потребление энергии на ГВС

Q_{E} – инсоляция на наклонную поверхность на 1 м²

Пример расчета количества коллекторов на ГВС

A_{koll} – площадь коллектора, нетто

K_{aus} – поправочный коэффициент на стороны света и угол наклона из таблицы

S_d – степень покрытия энергозатрат за счет гелиоустановки

S_n – степень использования гелиосистемы

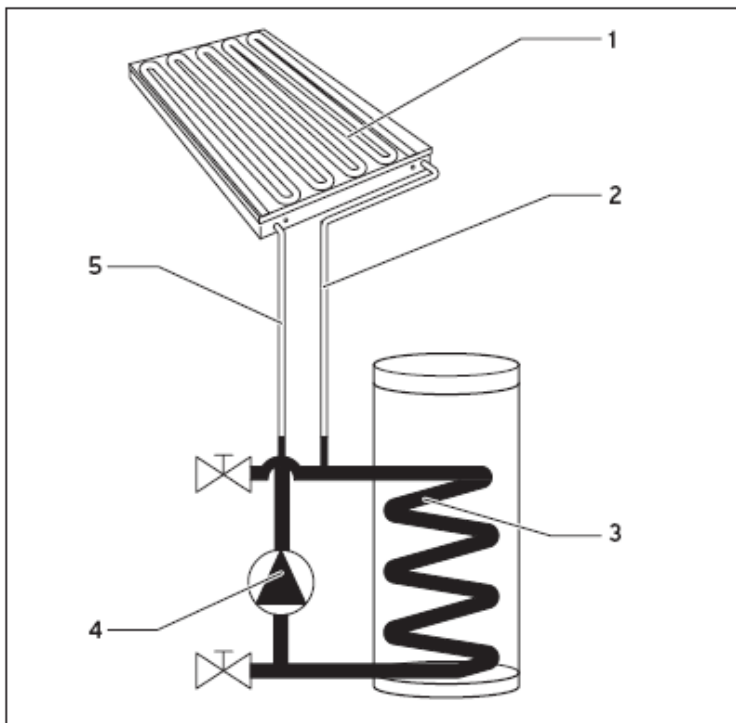
Q_v – потребление энергии на ГВС

Q_E – инсоляция на наклонную поверхность на 1 м^2

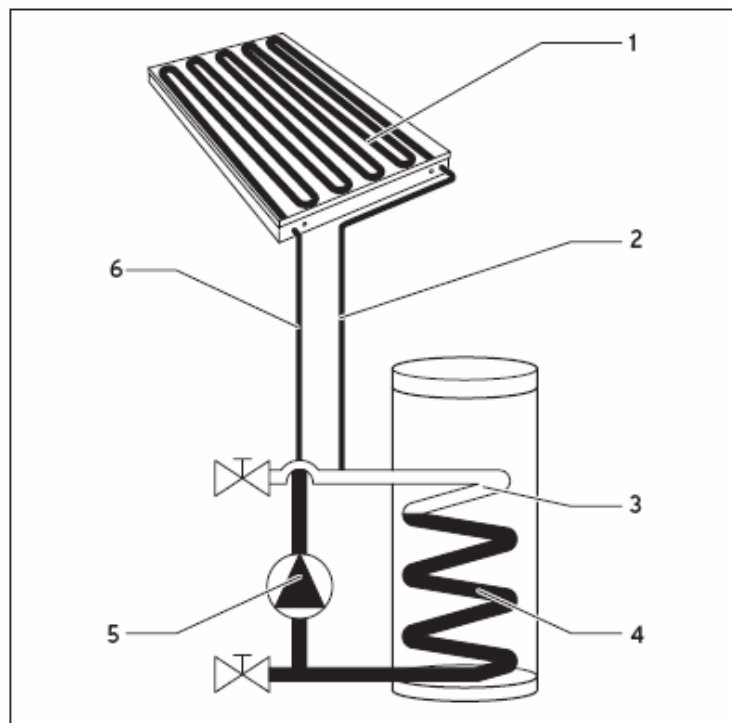
Пример расчета количества коллекторов на ГВС

Направление	Юг, угол наклона крыши 40° 2)	Юг, угол наклона крыши 40° 2)
Степень покрытия энергозатрат, желаемая	60 % (0,6)	100 % (1,0)
Степень использования системы, оценочно, geschätzter	30 % (0,30)	30 % (0,30)
Излучение, по диаграмме 1) выбрано	950–1.000 кВтч/(м ² год) 975 кВтч/(м ² год)	975 кВтч/(м ² год) / 365 • 2 = 5,2 кВтч/(м ² сутки)
Суточный расход (Q _v) ³⁾	4 • 1,6 кВтч/сутки = 6,4 кВтч/сутки	4 • 1,6 кВтч/сутки = 6,4 кВтч/сутки
Годовой расход (Q _v)	6,4 • 365 = 2.336 кВтч/год	
Площадь коллектора (плоский)	$A_{\text{Koll}} = (0,6 \cdot 2,336) / (0,30 \cdot 975)$ $A_{\text{Koll}} = 4,79 \text{ м}^2$	$A_{\text{Koll}} = (1,0 \cdot 6,4) / (0,30 \cdot 5,2) =$ $A_{\text{Koll}} = 4,10 \text{ м}^2$
1) Диаграмма солнечного излучения в Германии – средние годовые суммарные значения в кВтч/м ² 2) Поправочный коэффициент не требуется 3) Таблица среднего суточного потребления горячей воды и потребность ав энергии на Гна		

Принцип функционирования гелиосистемы ГВС auroSTEP

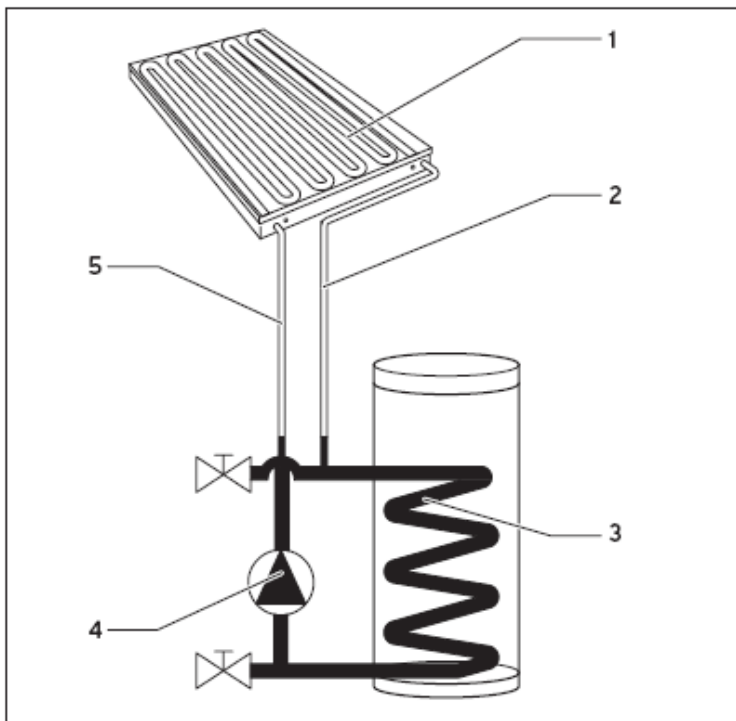


Распределение теплоносителя гелиоустановки при останове насоса коллектора

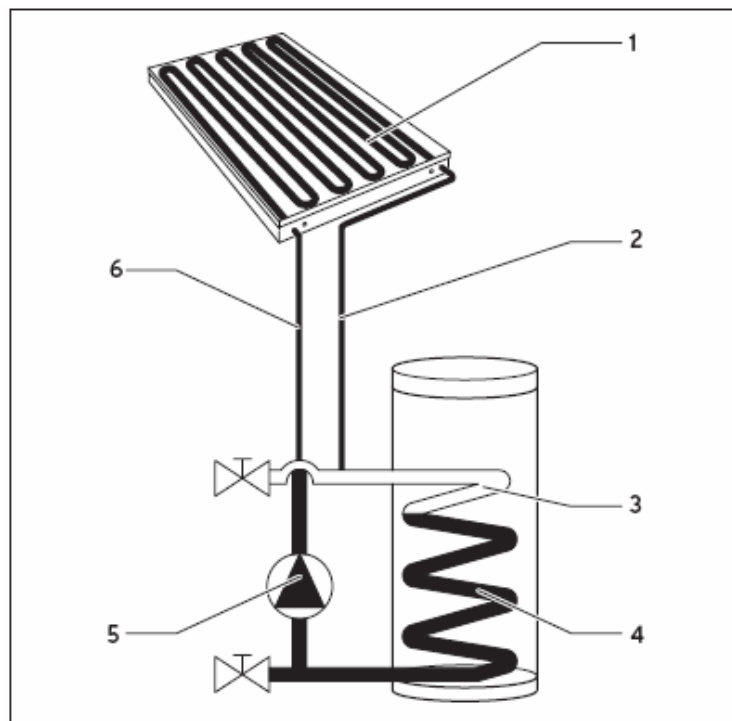


Распределение теплоносителя гелиоустановки при работе насоса коллектора

Особенности монтажа гелиосистемы ГВС autoSTEP

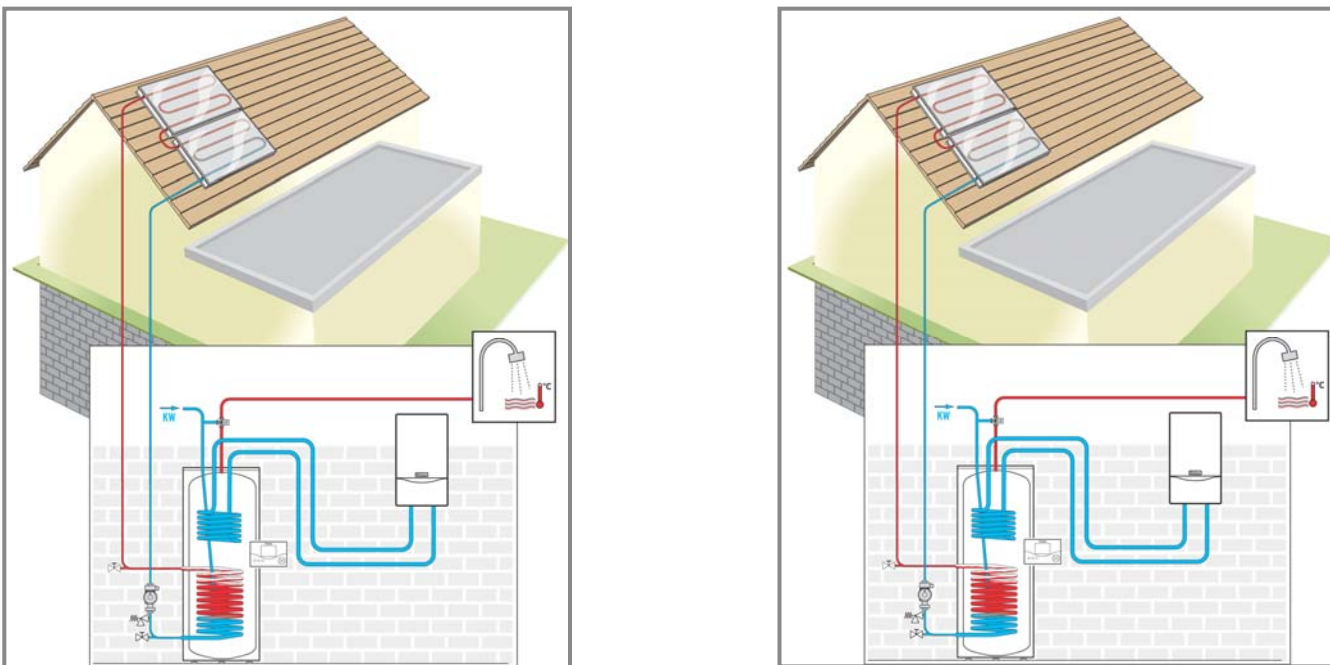


Распределение теплоносителя гелиоустановки при останове насоса коллектора



Распределение теплоносителя гелиоустановки при работе насоса коллектора

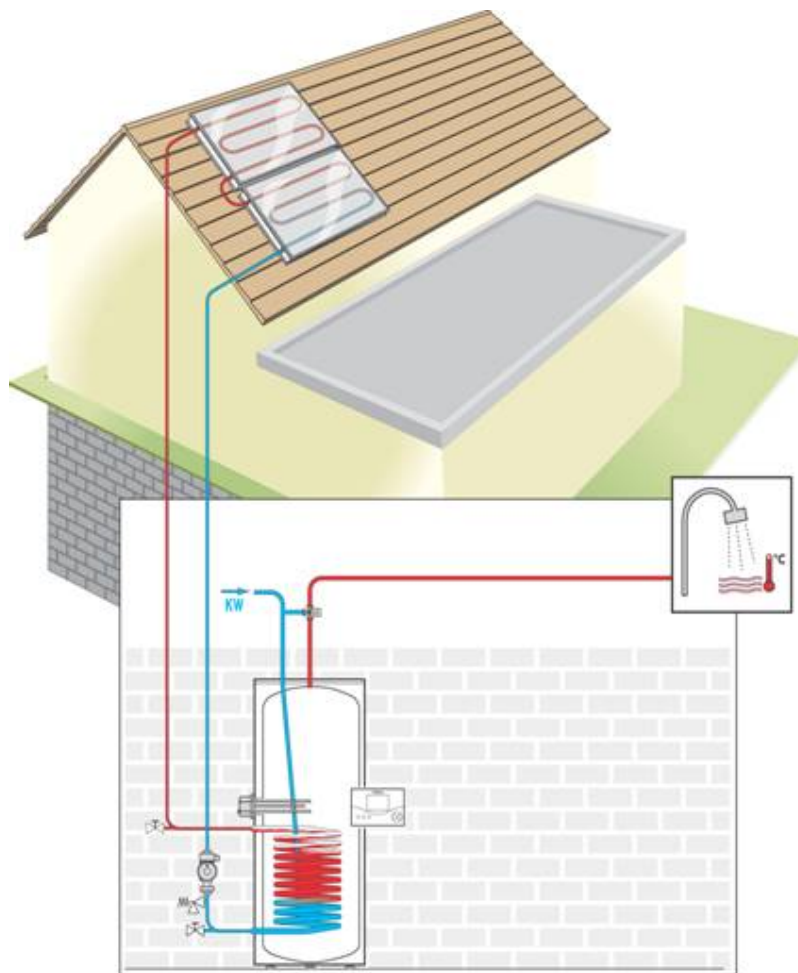
Гелиосистема auroSTEP с одноконтурным настенным котлом



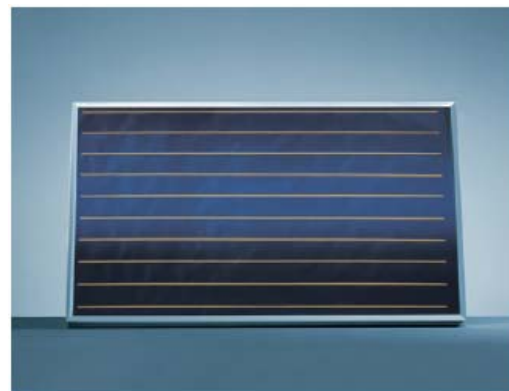
Система солнечных коллекторов auroSTEP ф. Vaillant для приговления горячей воды состоит из 3 основных компонентов:

- Коллекторного массива, состоящего из 2 плоских коллекторов auroSTEP VFK 900 S с, который абсорбирует солнечные лучи;
- Гелиорегулятора, который контролирует все функции, выводит данные на индикаторы и управляет системой. Расположен на водонагревателе;
- Емкостного водонагревателя для гелиосистемы VSL S 250 с интегрированным насосом гелиоконтура и трубопроводов.

Солнечная система auroSTEP VSL S 250 с эл. догревом бойлера



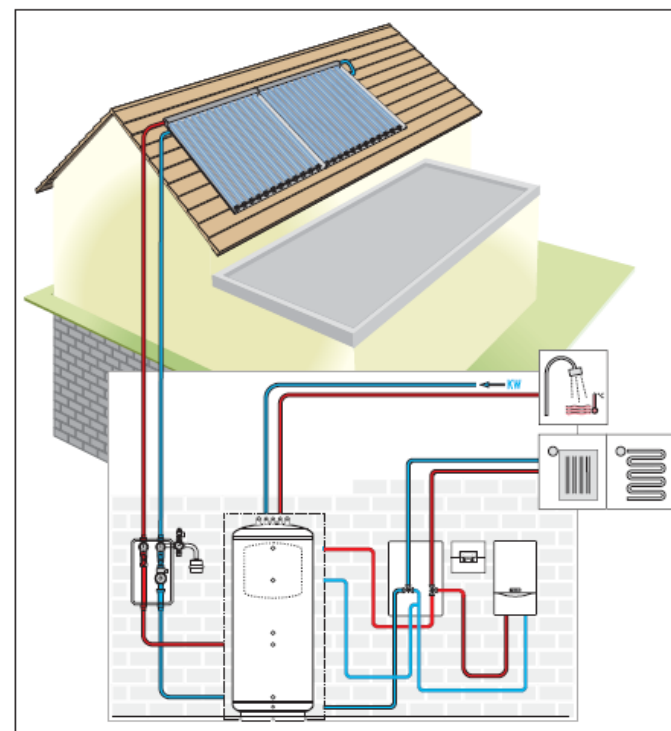
Солнечная система auroSTEP VSL S 250



Использование солнечных коллекторов для поддержки отопления

Система солнечных коллекторов ф.Vaillant для поддержки системы отопления состоит из следующих 4-х основных компонентов:

- Коллекторного массива, состоящих из вакуумных трубчатых или плоских коллекторов, которые поглощают солнечные лучи;
- Регулятора гелиосистемы, который контролирует все функции, отображает данные на дисплее и управляет системой;
- Насосной группы гелиосистемы, предназначенной съема тепла и оснащенной необходимыми устройствами безопасности;
- Комбинированного емкостного водонагревателя, или двухвалентного солярного водонагревателя и буферной емкости, гидравлического блока.



Пример выбора параметров для поддержки отопления

Примерный расчет ¹⁾	Пример А	Пример Б
		6 коллекторов autoTHERM exclusiv VTK 550, с комбинированным нагревателем VPS SC 700
Теплопотери	Жилой дом площадью 120 м ² ; нагрузка 6 кВт.	
Отопительный контур	Напольное отопление 40-30 °С	
Потребители	4 потребителя, 160 л/сут	
Место расположения	Кельн	
Ориентация и угол наклона кровли	Юг, угол 45 °	
Степень покрытия энергозатрат на ГВС	57,60%	62,70%
Степень покрытия энергозатрат общая	21,20%	24,60%
Степень использования системы	48,50%	46,60%
1) Расчет выполнен с помощью компьютерной имитационной программы для расчета систем солнечных коллекторов T*SOL		

Предпосылки для гелиоустановок поддержки отопления

- Минимальные теплотери здания (качественная теплоизоляция),
- Низкие температуры системы отопления (подающая и обратная),
- Хорошо отрегулированные контуры отопления,
- Благоприятная ориентация поверхности коллекторов

Устройство регулирования гелиоустановок auroMATIC 620



Отображение выработки энергии дисплеем autoMATIC 620

