

Пассивное использование солнечной энергии

1. Пассивные солнечные тепловые системы

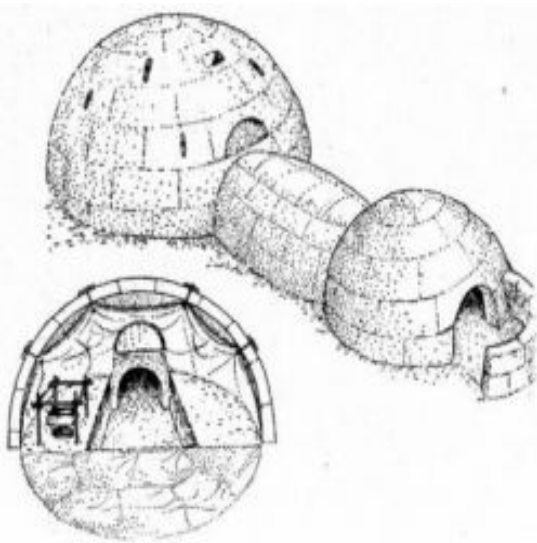
ПСТС – это непосредственно спроектированные элементы конструкций зданий, позволяющие оптимально использовать солнечную энергию.

Требования к ПСТС:

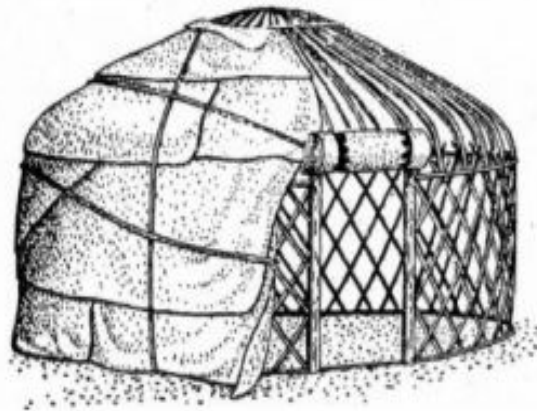
1. Значительные размеры на южной и практически их отсутствие на северной сторонах (действительно для всех зданий северного полушария)
2. Наличие затеняющих элементов (кровля крыши, выступы балконов) для предотвращения перегрева комнат здания в летний период.
3. Компактность здания. Под компактностью здания понимается отношение площади поверхности теплообмена здания к отапливаемому объему. Чем компактнее здание, тем меньше его тепловые потери.

4. Достаточная инертность здания или термальная масса здания. Элементы конструкций зданий должны обладать достаточной теплоемкостью, так как именно они играют роль «аккумулятора энергии». Также термальная масса сглаживает колебания разницы температур окружающего воздуха и внутри комнаты.
5. Хорошая теплоизоляция зданий. Теплоизолированное здание уменьшает потребность в тепловой энергии зимой.
6. Ориентация здания
7. Форма и материал крыши.

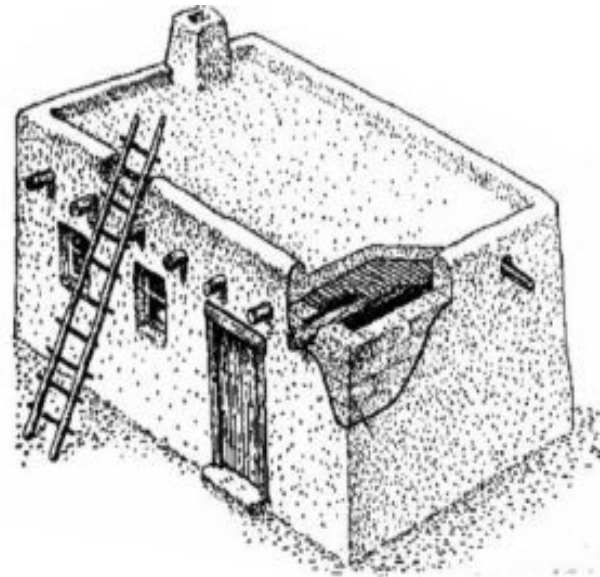
2. Народные методы строительства. Традиционное жильё



Внутренний и внешний вид
эскимосского иглу



Юрта - жильё кочевников



Здание с плоской крышей
для пустынного климата

Рис. Традиционное жильё в зависимости от
геологических климатических факторов

3. Параметры и определения для пассивных ДОМОВ

Коэффициент U или k (коэффициент теплопередачи), $Вт/(м^2 \cdot К)$ – описывает, какое количество энергии за одну секунду проходит через $1 м^2$ поверхности при разнице температур передней и задней стены в $1^\circС$.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{воз}} + \sum \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_n}},$$

где $\alpha_{воз}$ - коэффициент теплоотдачи от воздуха помещения внутренней поверхности стены, $Вт/(м^2 \cdot К)$; α_n - коэффициент теплоотдачи от внешней поверхности стены в окружающий воздух, $Вт/(м^2 \cdot К)$; $\delta_{ст}$ - толщина одной из прослоек (штукатурка, кирпич и т.д.) стены, м; $\lambda_{ст}$ - коэффициент теплопроводности для данной прослойки стены, $Вт/(м^2 \cdot К)$.

Таблица. Значения коэффициентов U для различных элементов дома

Наименование	Толщина, (м)	$U, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$
Стена бетонная без утеплителя	0,1	4,42
	0,2	3,49
Стена отштукатуренная Кирпичная	0,054 (1\2 кирпича)	3,50
	0,108 (1 кирпич)	2,76
	0,162 (1,5 кирпича)	2,27
Деревянные стены (сруб)	0,1	1,15
	0,125	0,99
Бетонный пол без утеплителя	0,1	3,26
	0,2	2,67
Двойное остекление окна	Стекло – 4 мм, между 9 мм	3,3

Термическое сопротивление R , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$,

$$R = \frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{\text{воз}}} + \sum \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}.$$

Коэффициенты термического сопротивления для различных материалов приведены в справочниках.

Напрямую зависят от физических свойств материала.

Коэффициент трансмиссии τ - доля солнечного излучения, которая прошла сквозь стекло, по отношению к приходящему солнечному излучению.

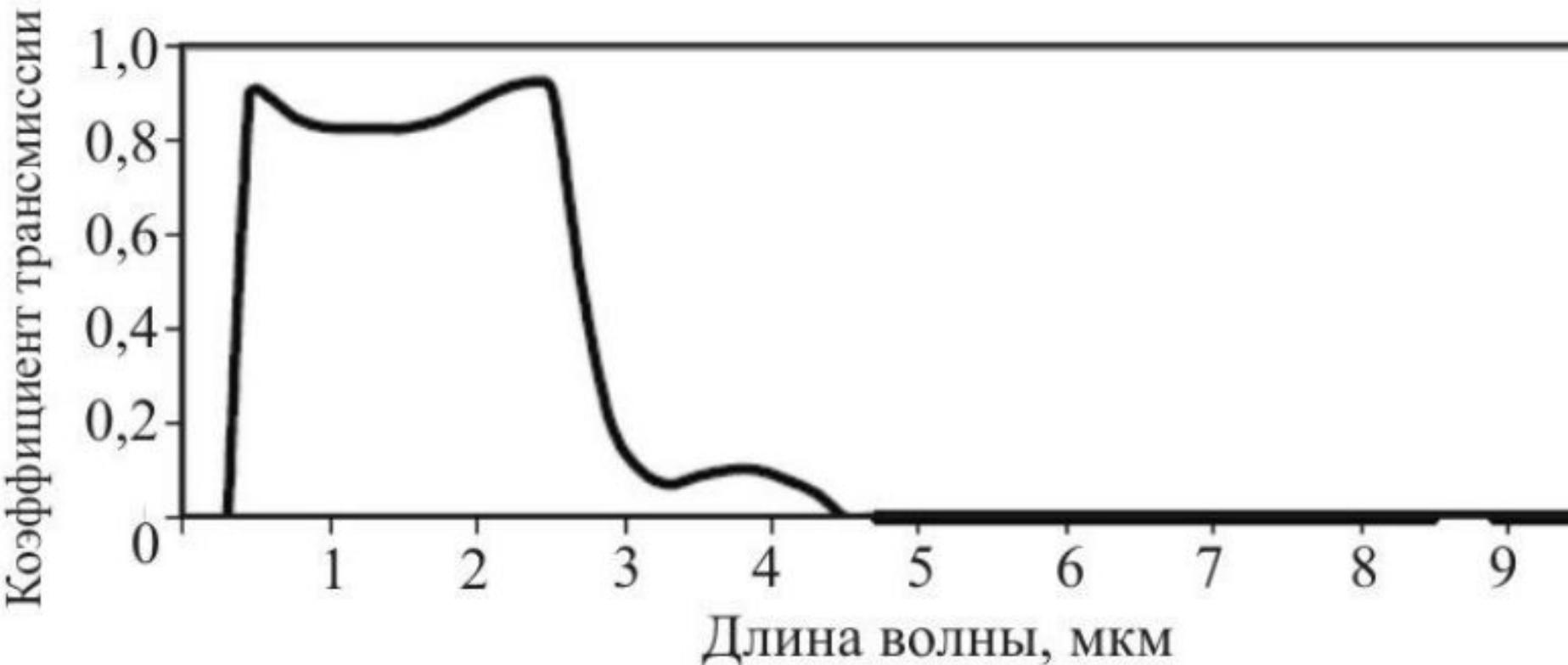


Рис. Зависимость τ от длины волны для одинарного остекления.

τ_{\perp} - коэффициент трансмиссии для солнечного излучения, перпендикулярно падающего на стекло.

Коэффициент вторичной теплоотдачи q_i - отношение количества энергии, которое попадет в здание за счет длинноволнового излучения и конвекции, к приходящей глобальной солнечной радиации

Вторичная теплоотдача показывает, какая часть абсорбированной глобальной солнечной радиации попадает внутрь здания благодаря длинноволновому излучению и конвекции.

Коэффициент пропускания энергии g – показывает суммарную часть солнечной энергии, поступившей внутрь здания, то есть учитывает коэффициент трансмиссии, а также коэффициент вторичной теплоотдачи.

Для прозрачных теплоизоляционных материалов, а также оконных стекол коэффициент пропускания энергии определяется по формуле:

$$g = \tau + q_i$$

4. Главные климатические факторы

Приходящая солнечная радиация может быть получена из справочников, метеорологических станций или при помощи коммерческих компьютерных программ.

Температура – учитывается при проектировании нагревательных и охлаждающих установок, при вычислении расходов энергии.

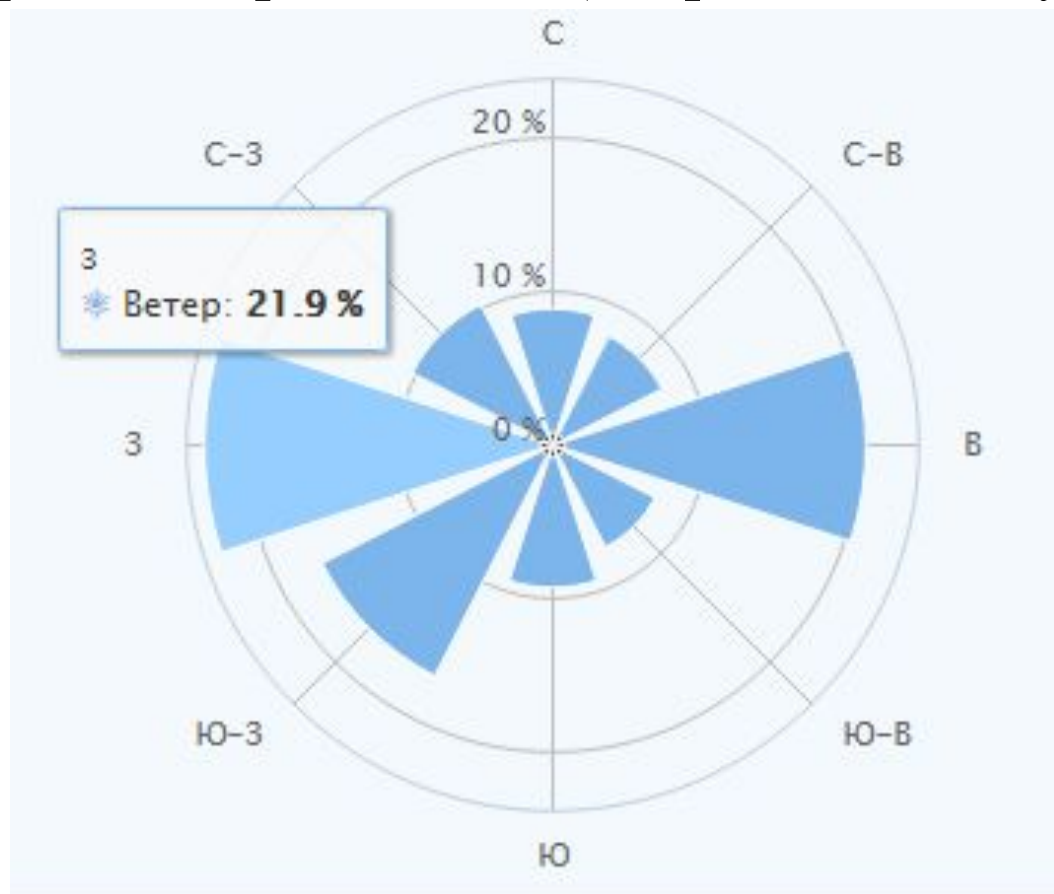
Метод «градусо-дней» - основан на том, что в неотапливаемом здании в среднем температура внутри помещения в результате случайного накопления тепла выше, чем снаружи.

Наружная температура, которая ниже внутренней на заданную величину, называется базовой температурой

Ветер. Скорость ветра и его направление оказывают двухстороннее влияние на тепловой режим здания: они определяют сопротивление теплообмену на внешней поверхности здания, т.е. ее изолирующие свойства, влияют на воздухообмен и, следовательно, на общий тепловой баланс.

Роза ветров — диаграмма, которая характеризует в метеорологии и климатологии режим ветра в данном месте по многолетним наблюдениям и выглядит как многоугольник, у которого длины лучей, расходящихся от центра диаграммы в разных направлениях (румбах горизонта), пропорциональны повторяемости ветров этих направлений («откуда» дует ветер)

Рис. Роза ветров в Петрозаводске (направление откуда дует ветер)



Влажность. Проявляется в виде физиологической реакции человека на тепловое ощущение, влияет на теплоизолирующие свойства материалов и на конденсацию влаги на поверхности материалов

5. Компоненты пассивных солнечных систем

Светопрозрачные теплоизоляционные компоненты.

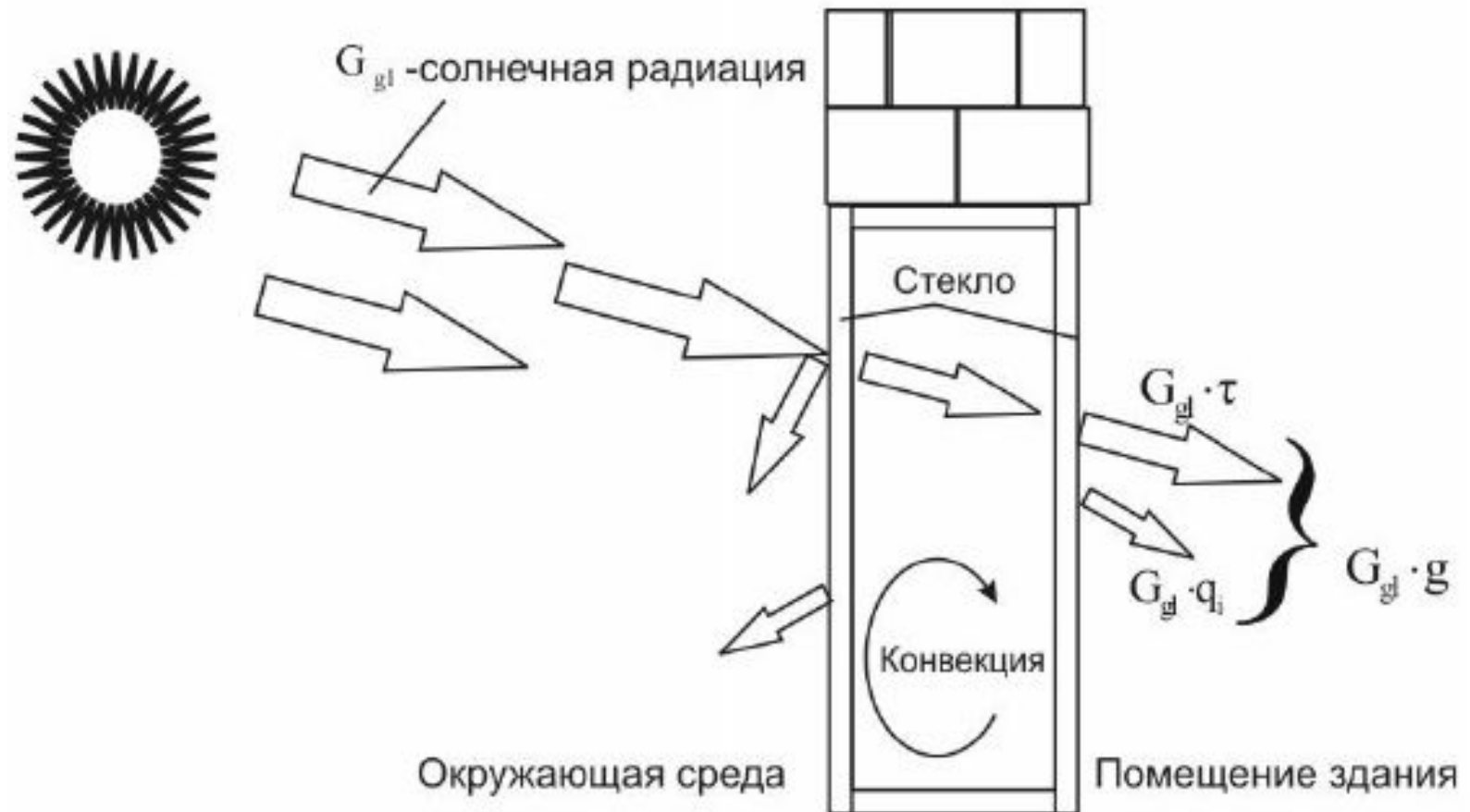


Рис. Энергия, поступающая через двойное остекление при глобальной радиации G_{gl}

Характеристики окон, заполненных инертным газом

Наименование газа	Воздух	Аргон	Криптон	SF ₆
Оптимальное расстояние между остеклением, мм	15,5	14,7	9,5	4,6
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² ·К)	$2,53 \cdot 10^{-2}$	$1,648 \cdot 10^{-2}$	$0,9 \cdot 10^{-2}$	$1,275 \cdot 10^{-2}$
Плотность газа, кг/м ³	1,23	1,699	3,56	6,36
Динамическая вязкость газа, Па с	$1,75 \cdot 10^{-5}$	$2,164 \cdot 10^{-5}$	$2,34 \cdot 10^{-5}$	$1,459 \cdot 10^{-5}$
Теплоемкость, Дж/(кг·К)	1007	519	345	614

Таблица. Значения g , U для различных окон.

Наименование	Коэффициент g	Коэффициент U , Вт/м ² К
Окно с двойным остеклением (4+16+4, воздух)	0,65	3,00
Окно с двойным остеклением (4+16+4, аргон)	0,6	1,3
Окно с двойным остеклением (4+14+4, ксенон)	0,58	0,9
Окно с тройным остеклением заполненные аргоном	0,44	0,8
Окно с тройным остеклением заполненные криптоном	0,44	0,7
Окно с тройным остеклением заполненные ксеноном	0,42	0,4

Затеняющие компоненты.

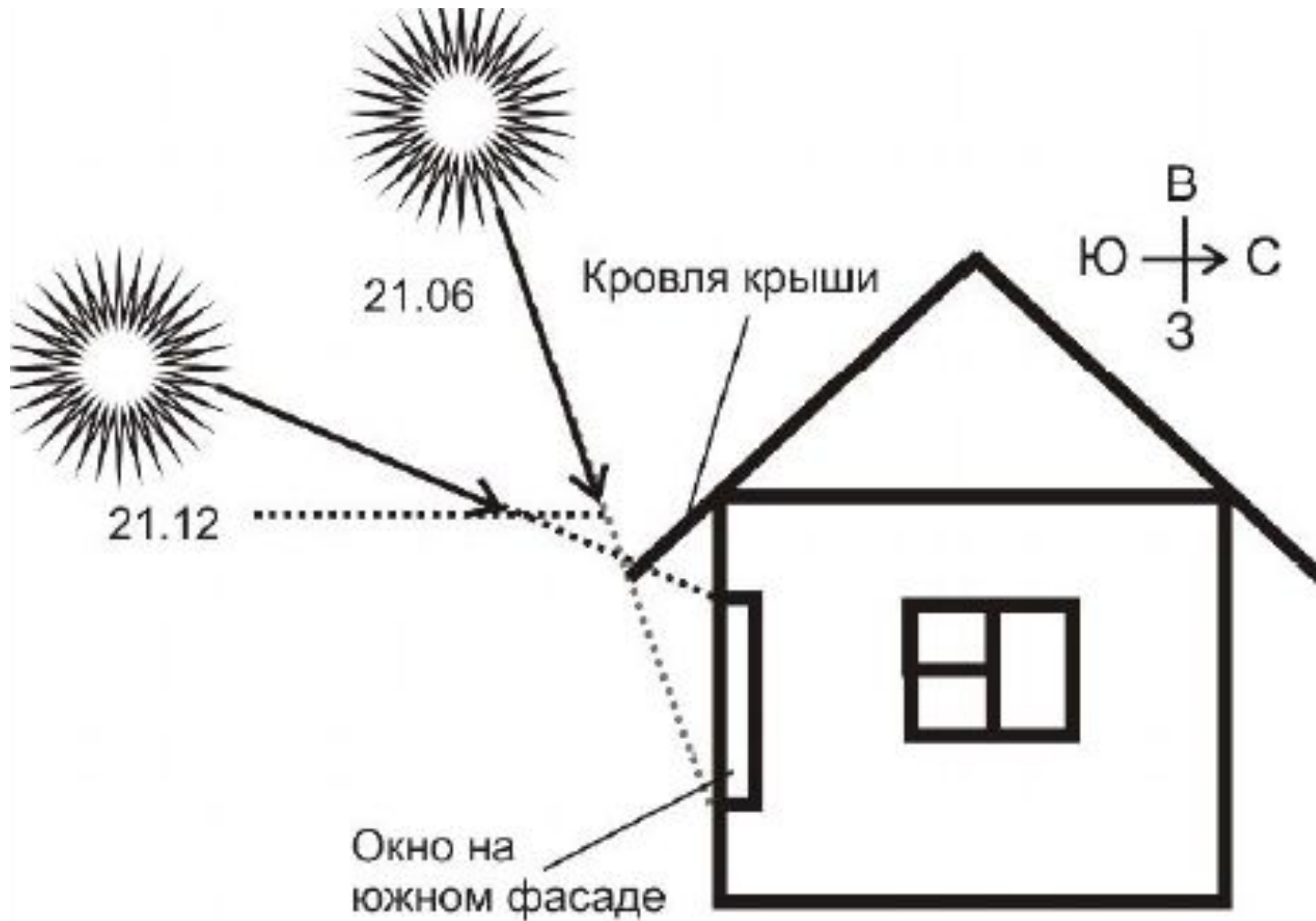


Рис. Затеняющие компоненты пассивных солнечных систем на примере Бишкека

Абсорберы и накопители энергии.

В пассивных солнечных системах эту роль играют конструктивные части зданий.

6. Системы пассивного отопления.

- *Системы с прямым теплопоступлением* -

солнечные лучи проникают в отапливаемое помещение через оконные проемы и нагревают строительные конструкции, которые становятся приемниками и аккумуляторами тепла.



Рис. Варианты систем с прямым теплопоступлением.

- **Системы с косвенным теплопоступлением** – поток солнечной радиации непосредственно не проникает в помещение, а поглощается теплоприемниками, совмещенными с наружными ограждающими конструкциями, которые являются, как правило, аккумуляторами тепла.

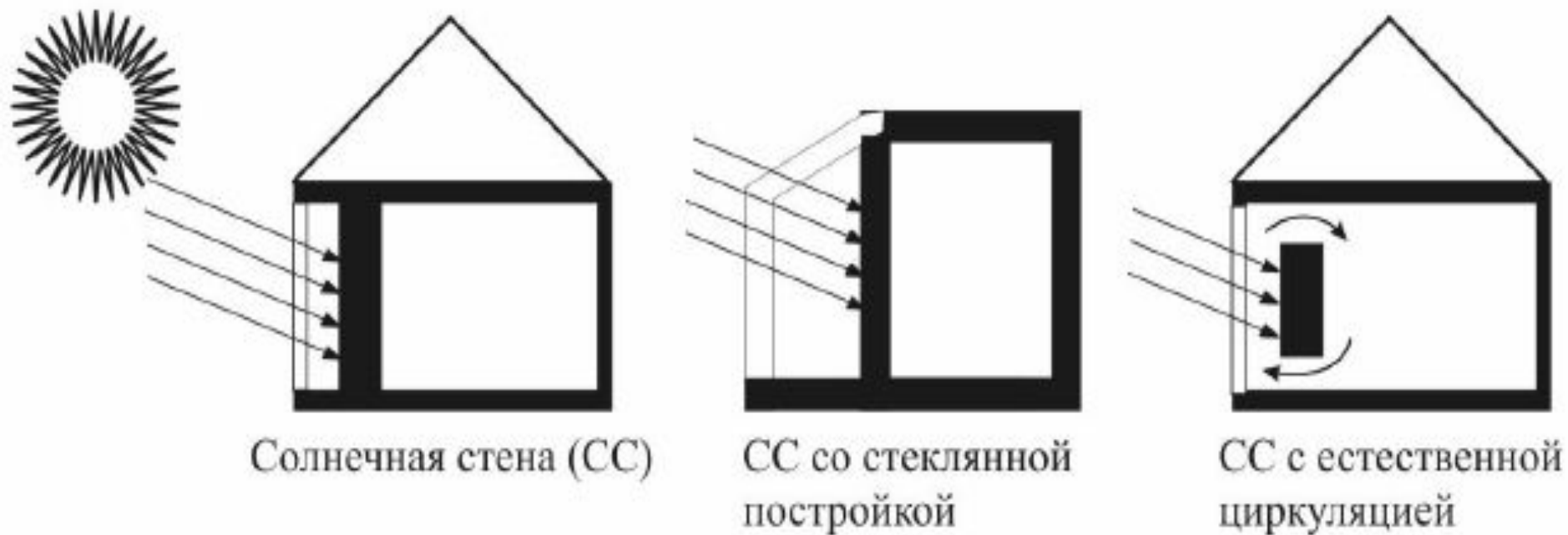


Рис. Варианты систем с косвенным теплопоступлением.

Смешанные системы – тепло накапливается на конструктивной части здания, изолированной от помещения.

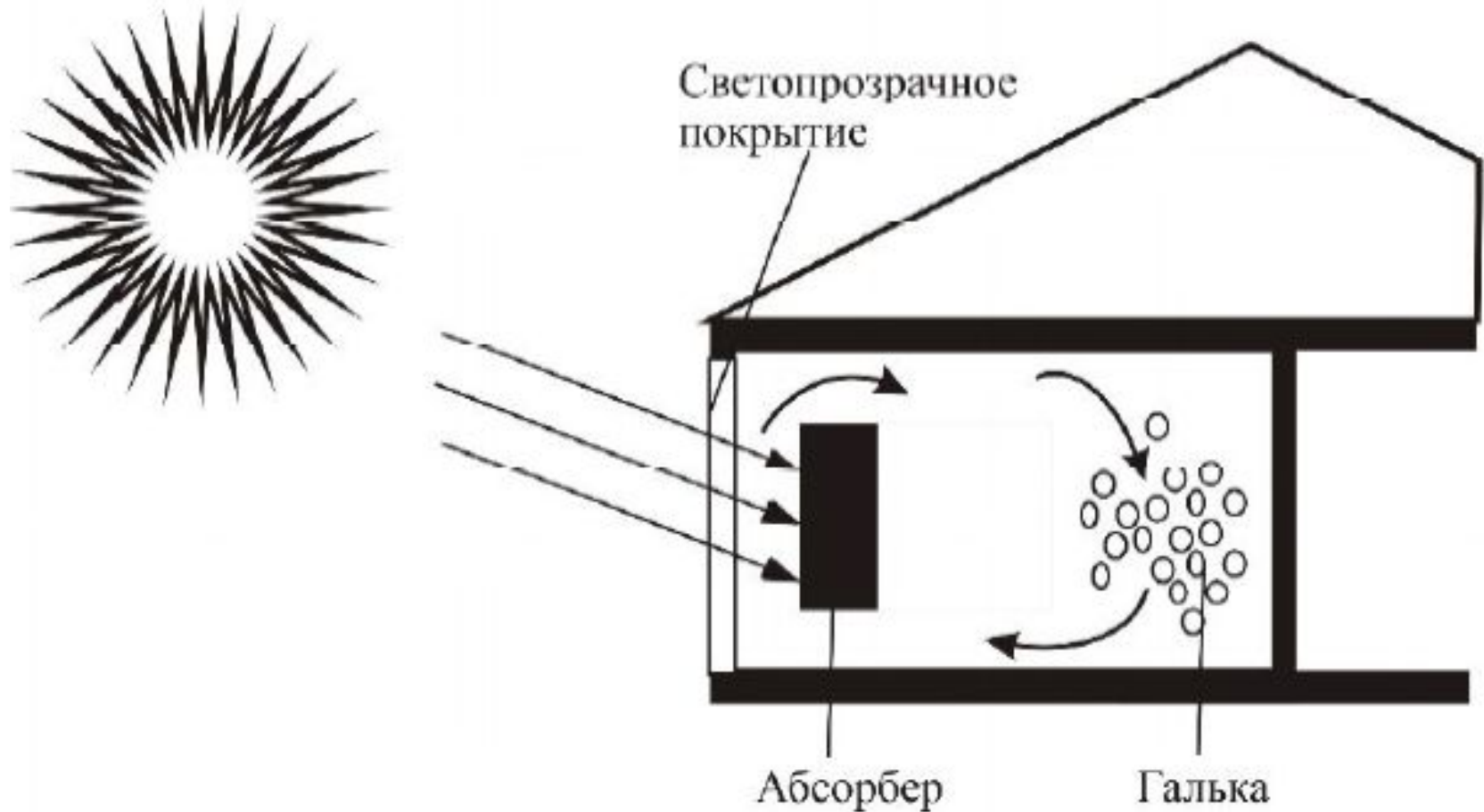
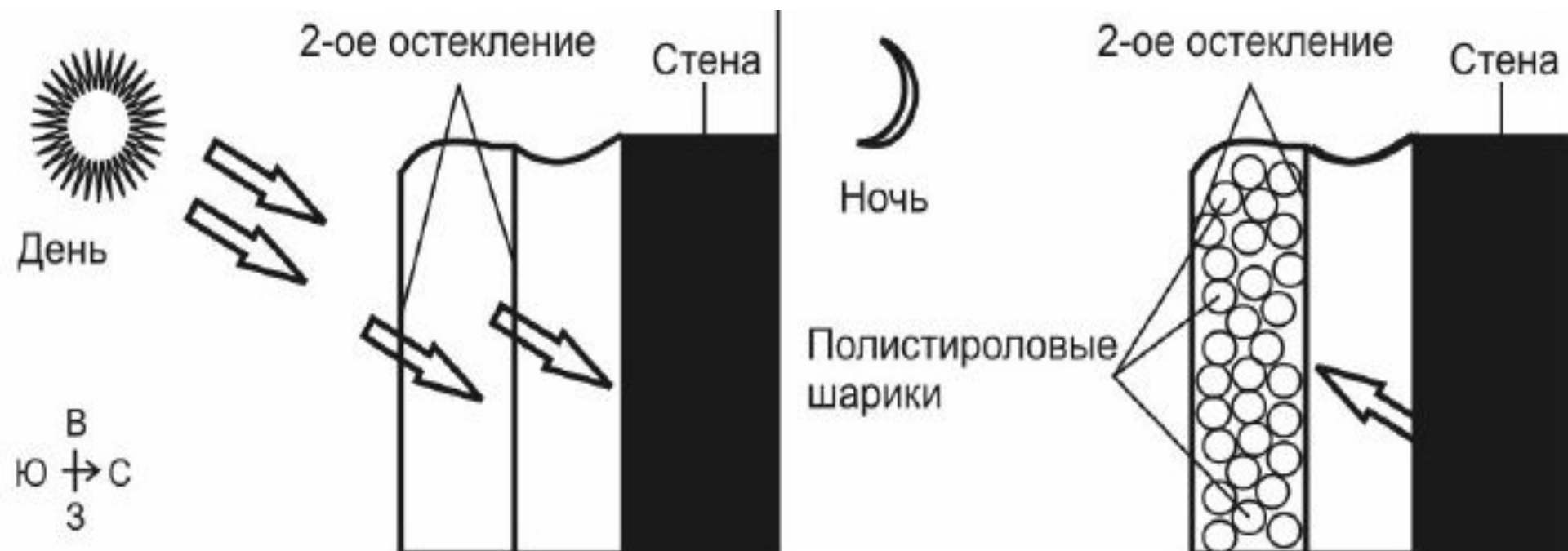


Рис. Смешанная солнечная система.

7. Примеры пассивных солнечных систем.

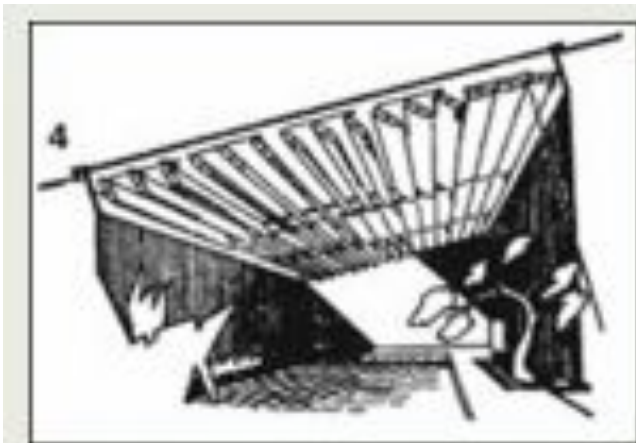
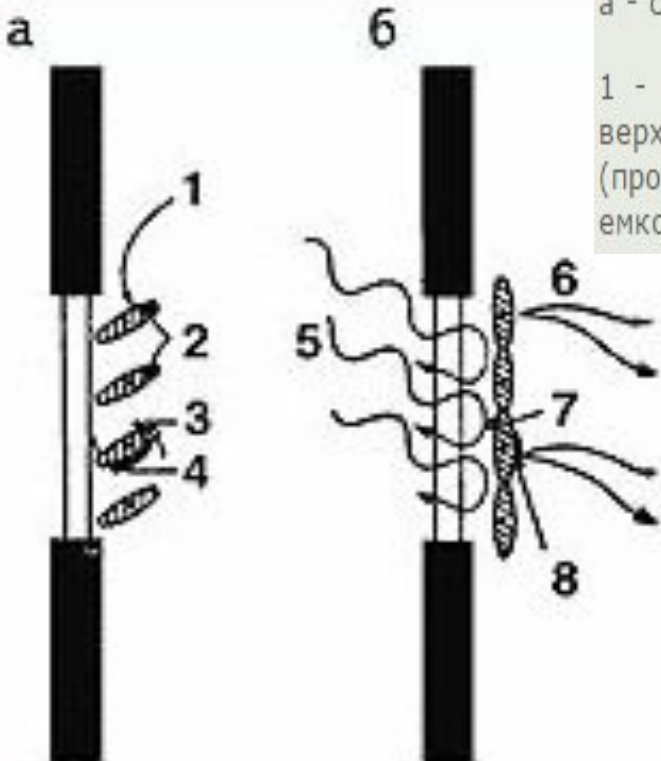
Система «Бидуолл»



Система «Скайлид»

а - солнца нет; б - солнечная погода;

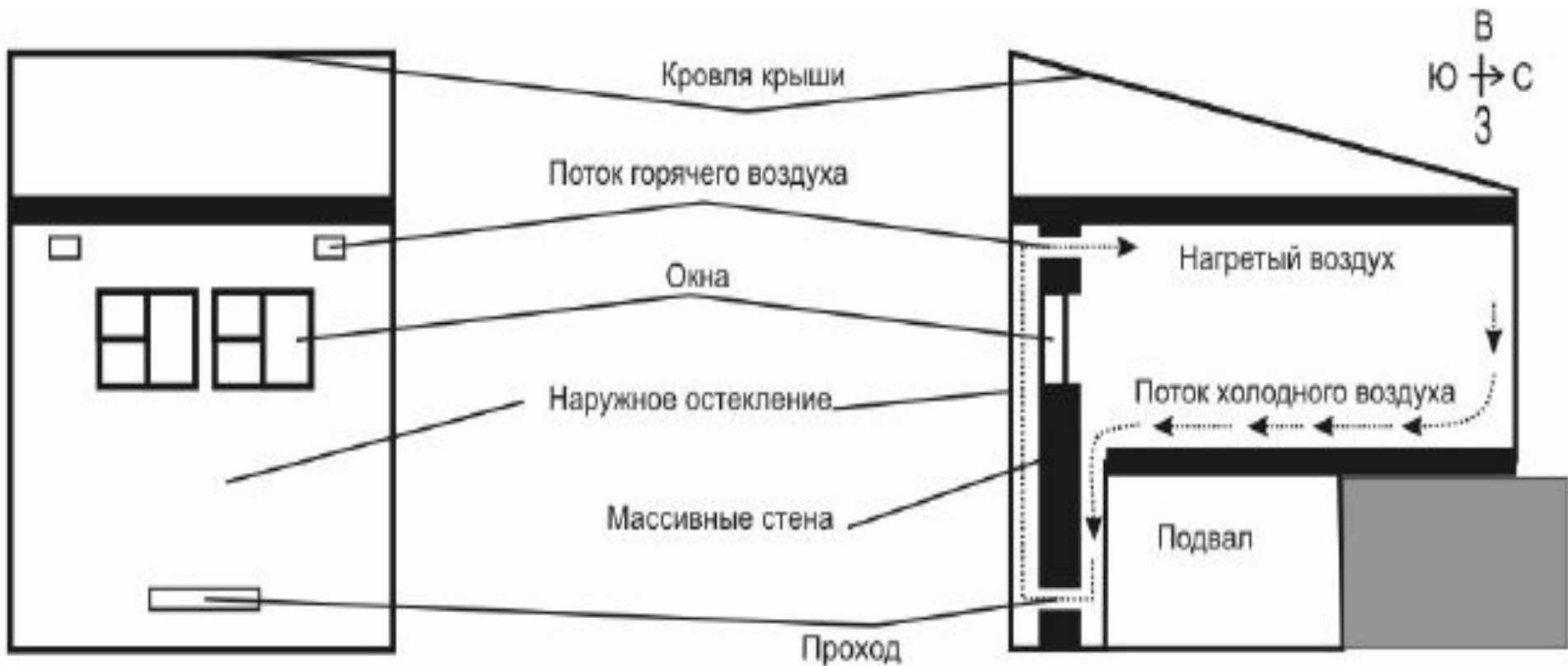
1 - отражающая поверхность; 2 - элемент жалюзи, заполненный изоляцией; 3 - верхняя емкость заполнена; 4 - нижняя емкость пуста; 5 - солнце; 6 - тепло (прохлада) отражается назад в помещение; 7 - верхняя емкость пуста; 8 - нижняя емкость заполнена.



2



Система Тромба-Мишеля

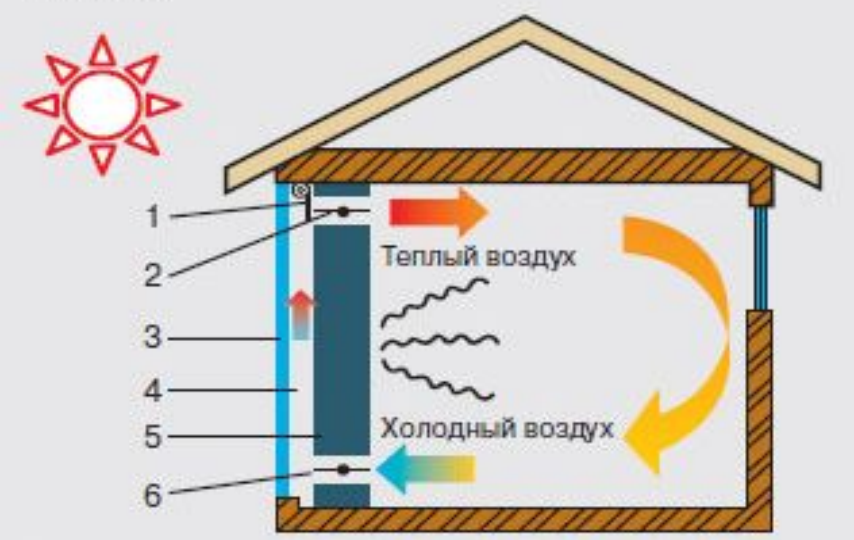


Схемы работы усовершенствованной пассивной солнечной системы теплоснабжения:

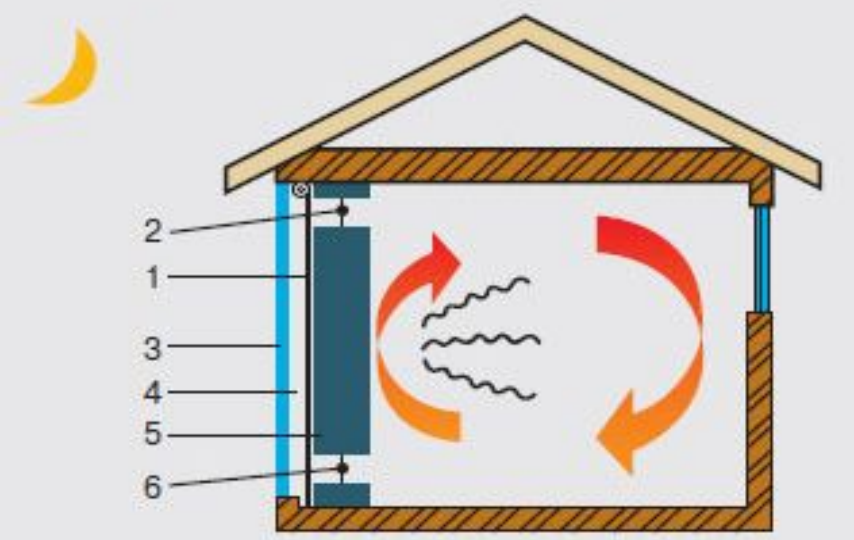
а, б – зимой; в, г – летом

- 1 – штора;
- 2 – верхний клапан;
- 3 – стеклянная перегородка;
- 4 – прослойка;
- 5 – массивная стена;
- 6 – нижний клапан

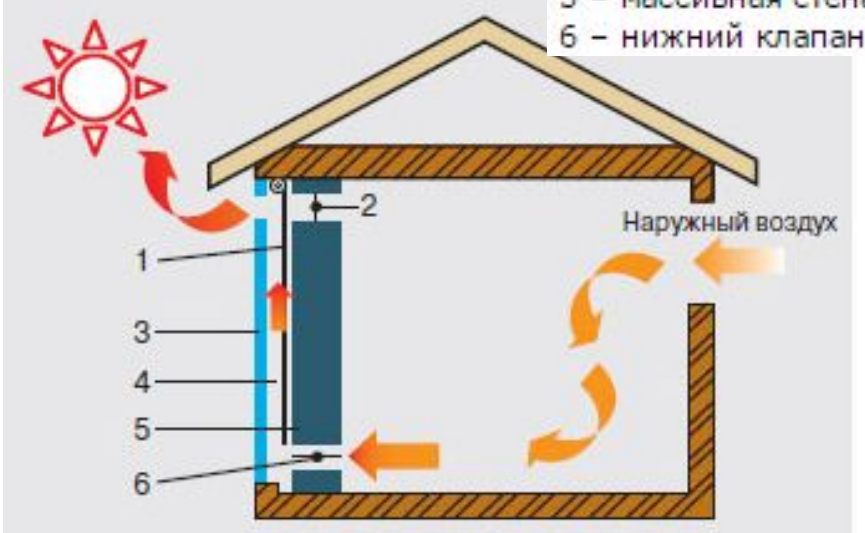
а) днем



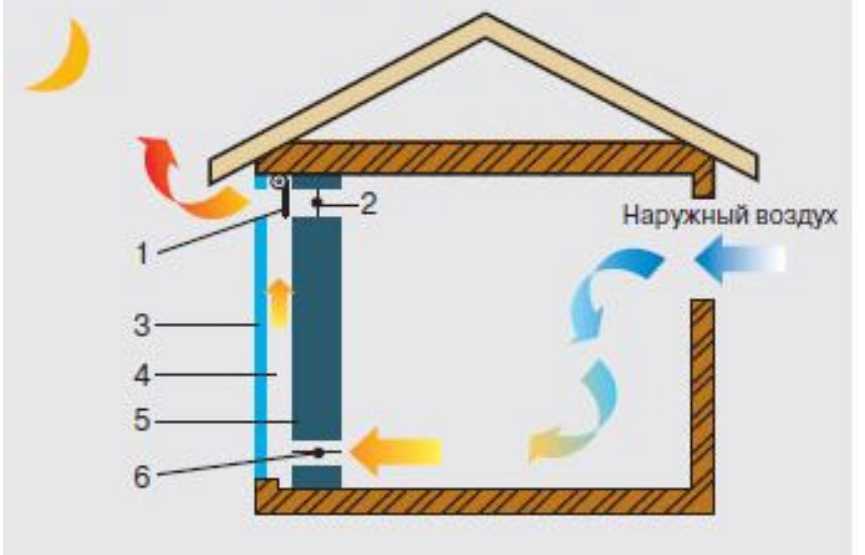
б) вечером, ночью и пасмурным днем



в) днем



г) вечером, ночью и пасмурным днем



Система «Марсельская стена»

Система «Скайтерм хауз»

Система Альтенкирха

Система пассивного солнечного отопления

Моргана

