

# Энергоэффективные технологии в архитектуре жилого дома

## Естественное освещение и получение солнечной энергии

Возможность естественного освещения помещений и одновременного получения солнечной энергии для их обогрева зависит от соответствующего расположения дома относительно сторон света. Лучи солнца падают в помещение под разными углами – зимой под более низким, чем летом. Чтобы приток тепла был ощутимым, окна должны размещаться на фасадах, на которые зимой попадает больше солнца.

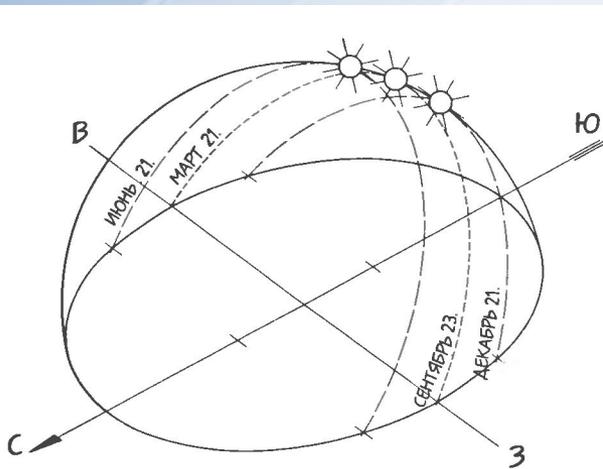
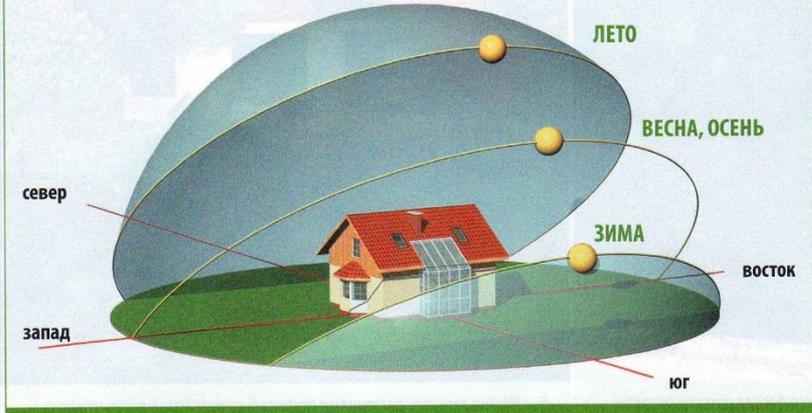


Рис. 4.1. Эклиптика – воображаемая линия на небосводе (в соответствии со временем года)

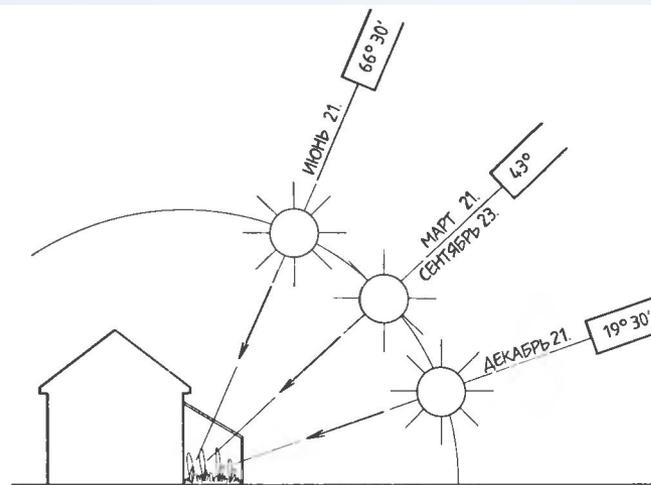
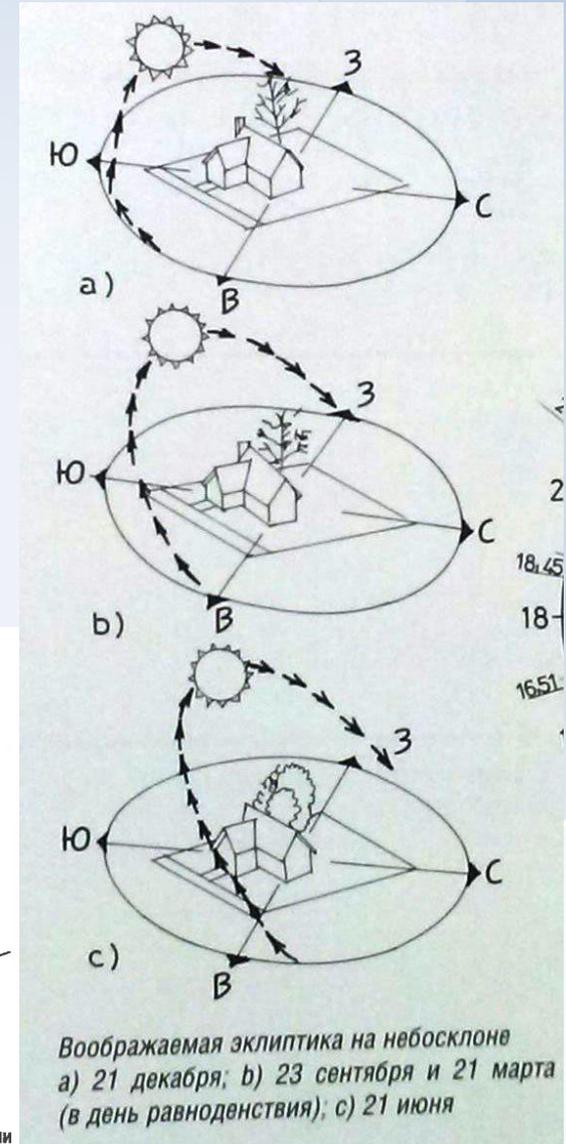


Рис. 4.2. Угол падения солнечных пучей в дни смены времен года (в 12 часов дня)



# Солнечные дома

## Система пассивного использования солнечной энергии

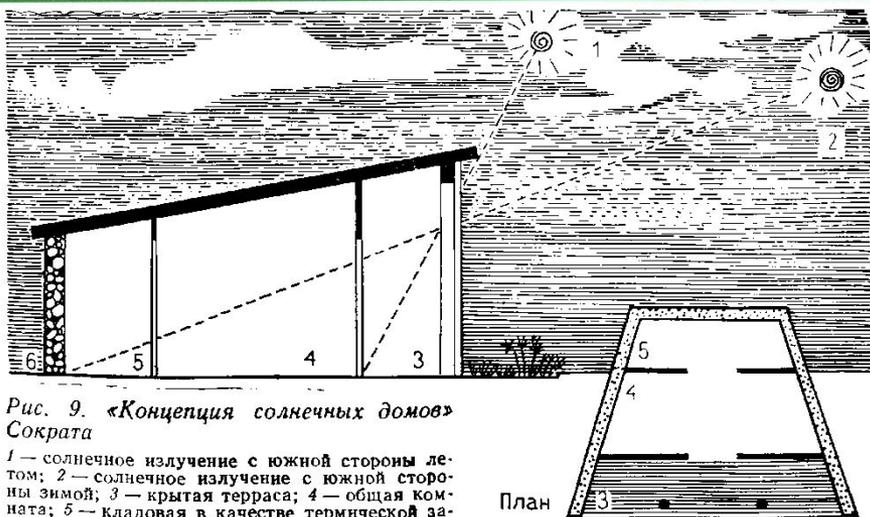
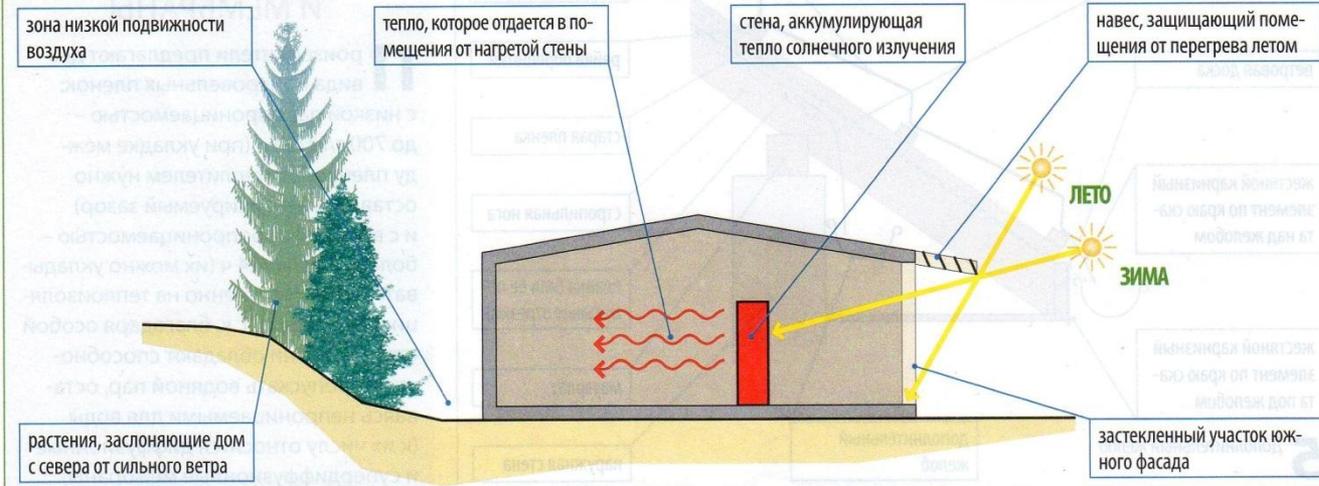


Рис. 9. «Концепция солнечных домов» Сократа

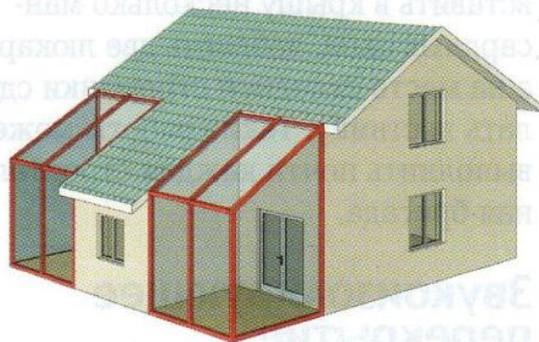
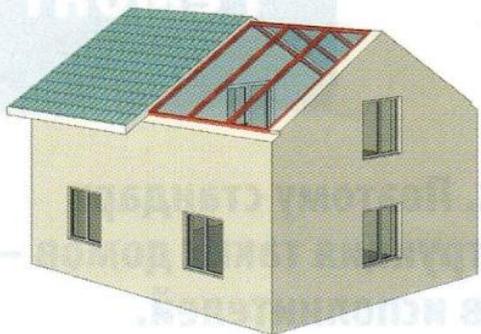
1 — солнечное излучение с южной стороны летом; 2 — солнечное излучение с южной стороны зимой; 3 — крытая терраса; 4 — общая комната; 5 — кладовая в качестве термической защитной зоны; 6 — стена с теплоизоляцией с северной стороны

# Зимний сад

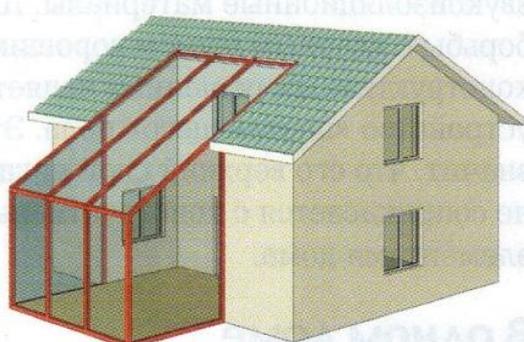
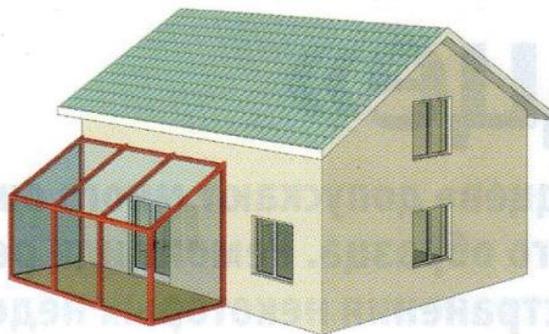
## Остекление

Зимний сад – это помещение, в котором значительную площадь стен или потолка составляют застекленные поверхности. Это может быть оранжерея, прилегающая к наружной стене дома, или помещение, частично или полностью интегрированное в объем здания. Таким образом, зимний сад может иметь застекленные стены и крышу или только одну стену.

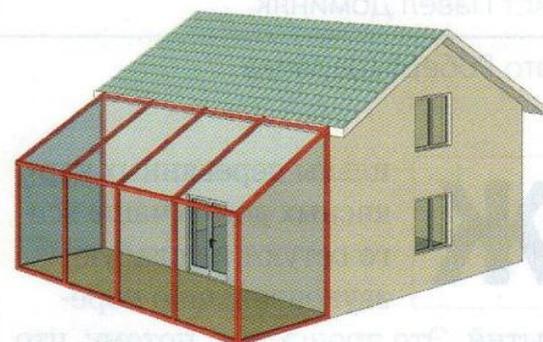
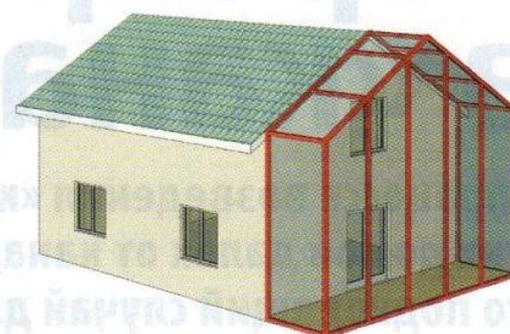
### Включенный в объем здания



### Выполненный в виде эркера



### Являющийся продолжением формы дома



## Массивная стена плюс окна

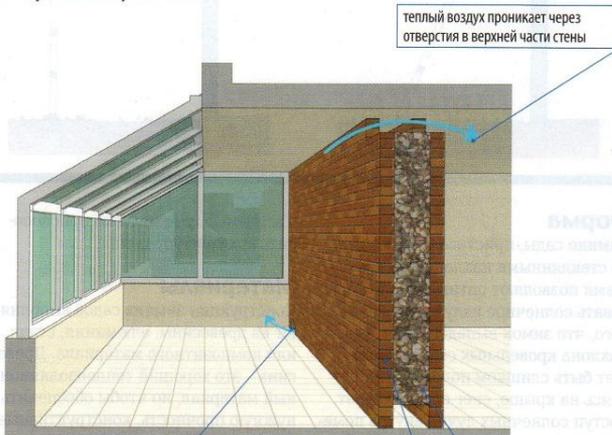
Помещения, к которым примыкает зимний сад, обычно должны быть освещены естественным светом. Поэтому в стене между ними и оранжереей устанавливают окна, а это противоречит принципу функционирования стеклянной пристройки как солнечного коллектора. Преимуществом больших окон и дверей в стене, отделяющей зимний сад от остальных помещений в доме, является возможность его интенсивного проветривания.



в массивную стену, аккумулирующую тепло, можно встроить камин

## Стена, аккумулирующая тепло

Кроме того, что тепло из зимнего сада передается внутрь дома через массивную стену, важную роль играет приток тепла непосредственно через открытые окна и двери или через специальные закрываемые отверстия в глухой стене.



теплый воздух проникает через отверстия в верхней части стены

более холодный воздух выталкивается из помещения, смежного с зимним садом

кирпич и камень образуют массивную стену, которая является хорошим аккумулятором тепла

конструкция, удерживающая заполнение из камня

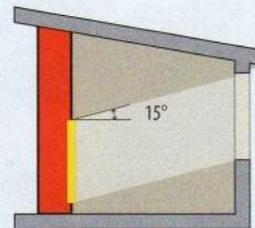
## Аккумуляция тепла в помещении

Зимой солнечные лучи падают на землю под значительно меньшим углом, чем летом, поэтому в стенах аккумулируется больше тепла, чем в полу, а летом – наоборот. Продуманное расположение окон позволит использовать тепло зимой и снизить перегрев помещения летом.

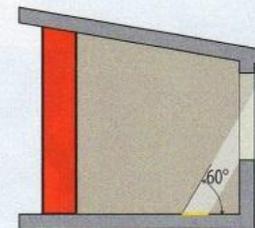
### ЗИМА

### ЛЕТО

Окно расположено высоко и частично заслонено навесом

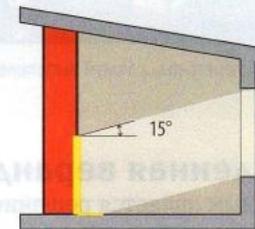


Все лучи достигают стены, аккумулирующей тепло

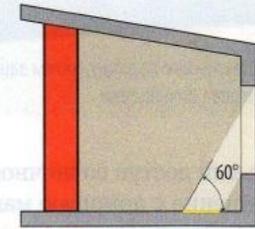


Навес частично затеняет окно – нагрев пола минимален

Такое же окно, расположенное немного ниже

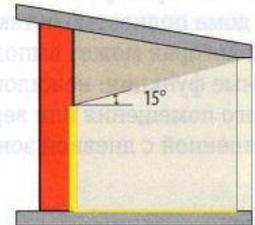


Не все лучи достигают стены

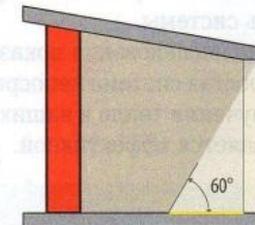


Навес не выполняет своей функции – нагревается большая площадь пола

Большое окно до самого пола, не заслоненное навесом



Нагреваемая площадь стены немного больше, чем в случае с низко установленным окном, но потери тепла через большую площадь остекления превышают количество тепла, которое аккумулируется в полу

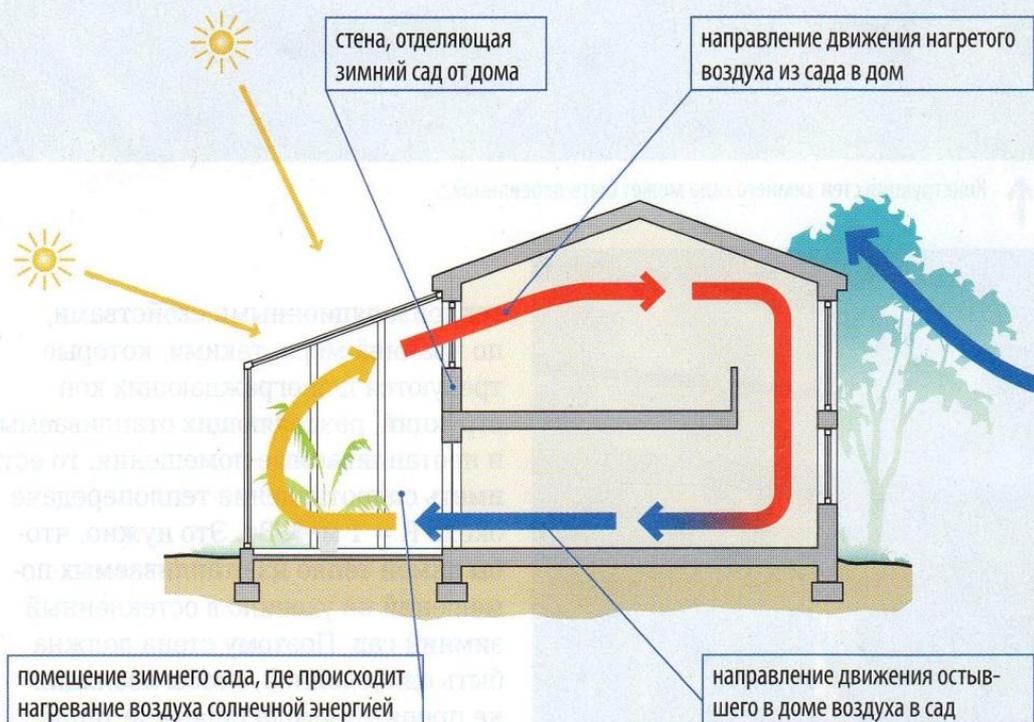


Нагревается большая площадь пола

## Циркуляция воздуха

Наибольшая экономия энергии на отопление дома благодаря зимнему саду происходит в период межсезонья – весной и осенью.

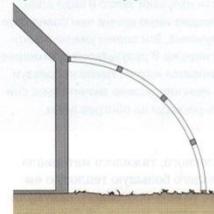
Но «отопительная система» такого типа требует некоторых знаний и заинтересованности. Чтобы излишек тепла из застекленного зимнего сада попадал в другие помещения дома, нужно открыть окна или двери в стене, отделяющей сад от дома. Когда в помещении сада станет прохладнее, окна и двери необходимо закрыть, чтобы исключить отток тепла из отапливаемых помещений дома. Чтобы повысить эффективность работы такой системы, применяют небольшие настенные вентиляторы, которые приводятся в действие и отключаются с помощью термостата. Эти вентиляторы перекачивают воздух из зимнего сада в прилегающие помещения до тех пор, пока в саду не станет прохладнее, чем в отапливаемой части дома. В этом случае не придется заботиться об открывании и закрывании окон и дверей.



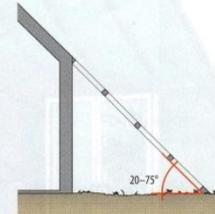
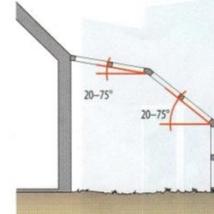
## Разные формы оранжерей

Наклон стеклянных стен зимнего сада влияет на количество получаемого тепла. Чем больше угол падения солнечных лучей на стекло будет приближаться к  $90^\circ$ , тем больше их проникнет внутрь. Оптимальный угол наклона застекленных поверхностей составляет от  $20^\circ$  до  $75^\circ$ . Принимая во внимание изменяющийся с осени до весны угол падения солнечных лучей, можно получить наибольшее количество тепла. На практике хорошие результаты получают, применив две или три плоскости, наклоненные под разными углами, а наилучший энергетический эффект обеспечивает оранжерея в форме сферы.

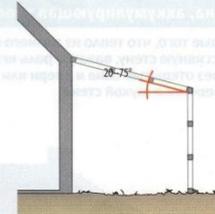
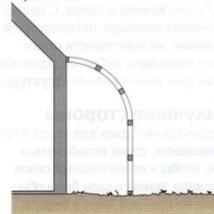
Форма оранжереи, гарантирующая наилучший энергетический эффект



Формы зимнего сада, позволяющие хорошо использовать солнечный свет



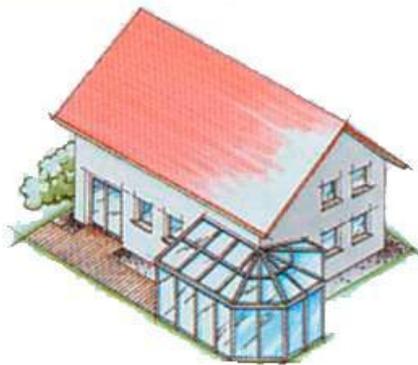
Форма оранжереи, обеспечивающая очень хорошее использование солнечного излучения



↑ Зимний сад цилиндрической формы. С экономической точки зрения такую конструкцию лучше выполнять из легких материалов, например из поликарбоната



Зимний сад-многогранник



Однокатная крыша с многогранником



Однокатная крыша с наклонными боковыми частями



Однокатная крыша с углом 135° в плане



Прямоугольный зимний сад со встроенным балконом



Однокатный двуэркерный зимний сад



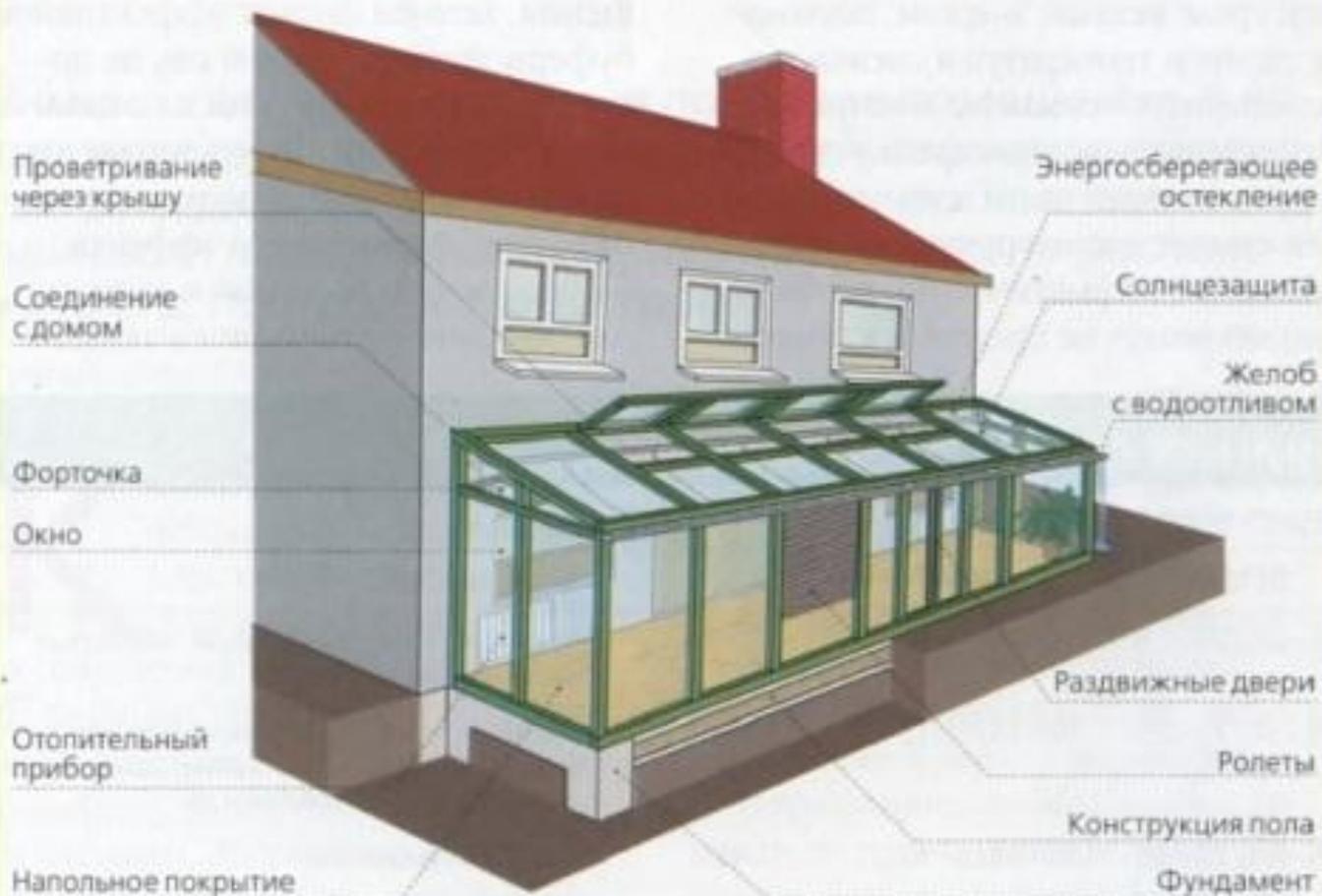
фото: SPACTUS



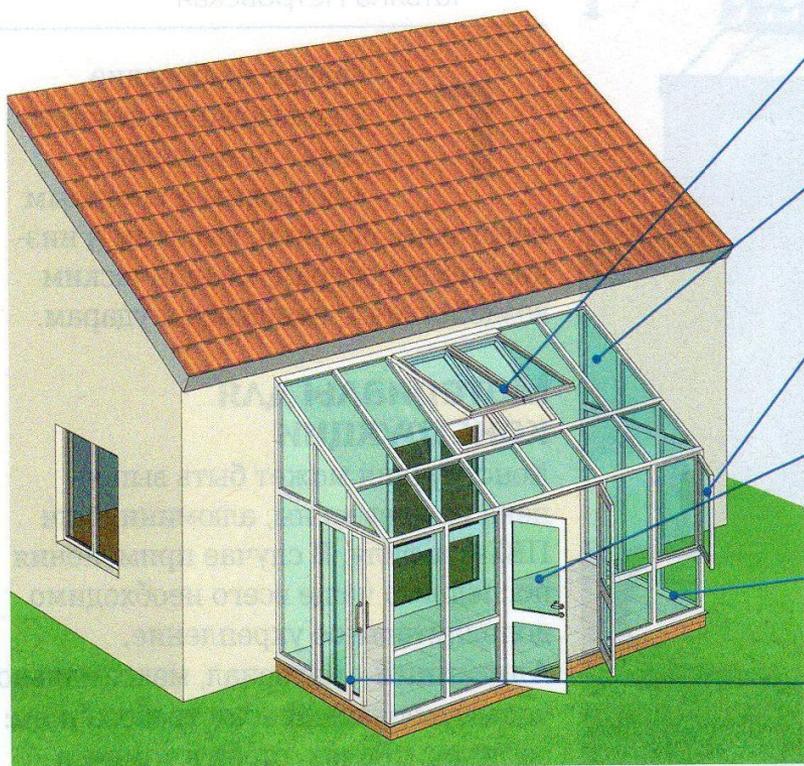
Нижняя часть стен зимнего сада – глухая. Сквозь такую стену проникает чуть меньше света. Зато экономия на отоплении – значительна

## Конструкция и оборудование зимнего сада

Расположение, форма и конструктивное решение зимнего сада определяются архитектурой самого дома, и лучше, если они закладываются архитектором на стадии проектирования. При этом чем меньше остекленных поверхностей в зимнем саду, тем меньше солнечная энергия влияет на обогрев здания.



## Открывающиеся элементы



окна в крыше – важная составляющая системы вентиляции. Открывание может быть ручным, автоматическим или с помощью механического привода-рычага

скат крыши может иметь разный угол наклона. Чем крыша круче (уклон  $30^\circ$  и более), тем больше солнечного света проникает внутрь сада зимой

распашное или поворотно-откидное окно имеет более широкий профиль, чем остальные рамы

распашные двери (одно- или двухстворчатые) открываются за счет пространства внутри или снаружи сада

повторяющиеся вертикальные элементы называются пролетами сада

раздвижные двери обеспечивают свободный выход независимо от того, стоит ли что-либо около них. Наиболее герметичны двери в подъемно-раздвижной системе

↓ Оригинальная форма зимнего сада – это вызов для проектировщика. Используя такой прием, можно «оживить» даже простой, неинтересный дом



фото: REYNAERS

фото: REYNAERS

↓ Многоплоскостную форму зимнего сада можно получить, комбинируя элементы меньшего размера. Но сложная конструкция дорого стоит



фото: REYNAERS

↑ Сад полукруглой формы оригинален, но не сложен в исполнении. Плоскую крышу можно не стеклить, а сделать глухой, например, металлической



фото: BEVIMERS

фото: Гжегож Отвинowski



Небольшой зимний сад площадью до 30 м<sup>2</sup> не даст значительной экономии энергии, используемой на отопление дома



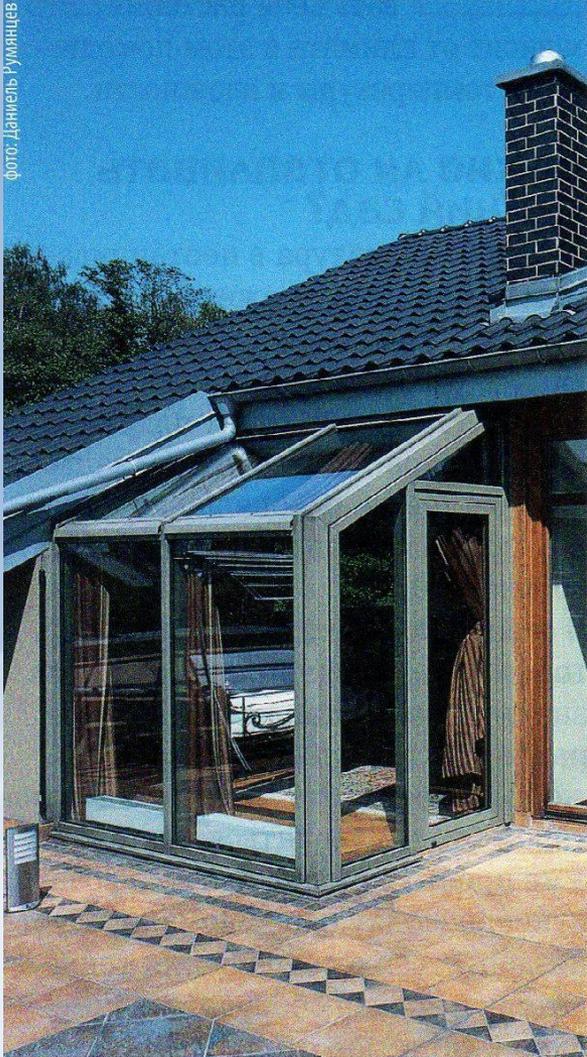
Эффективным в этом отношении будет зимний сад большой площади





Низкие конвекторы, расположенные вдоль стен, – лучший способ обогрева зимнего сада. Теплый воздух, поднимаясь вдоль стекол, предотвращает появление конденсата на их поверхности

фото: Даниель Умянцев

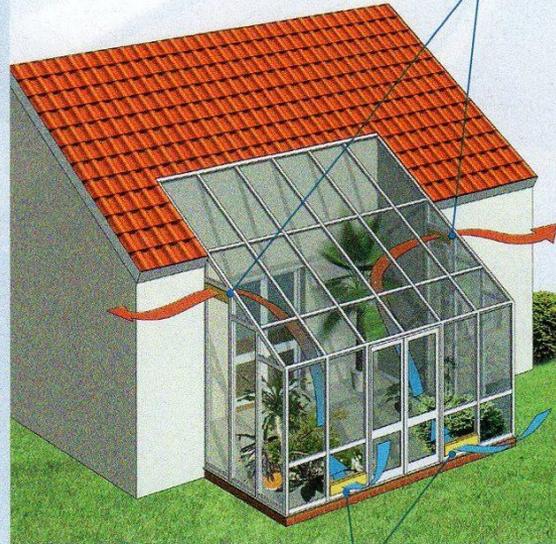


## Вентиляция зимнего сада

**Л**етом вентиляция нужна для того, чтобы поддерживать постоянную температуру в помещении. Зимой она служит для вывода

излишка влаги. Если от нее отказаться, летом внутри сада температура может достигать даже +70°C, а зимой с потолка начнет капать вода.

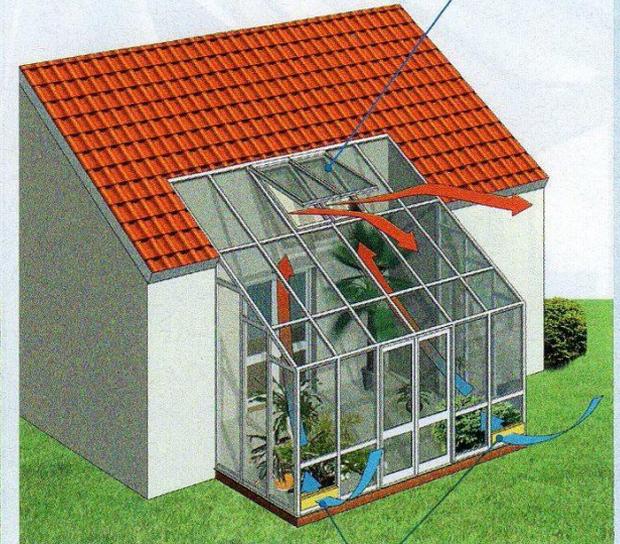
вентиляционные решетки  
расположены в верхней части стены



приточные вентиляционные  
отверстия

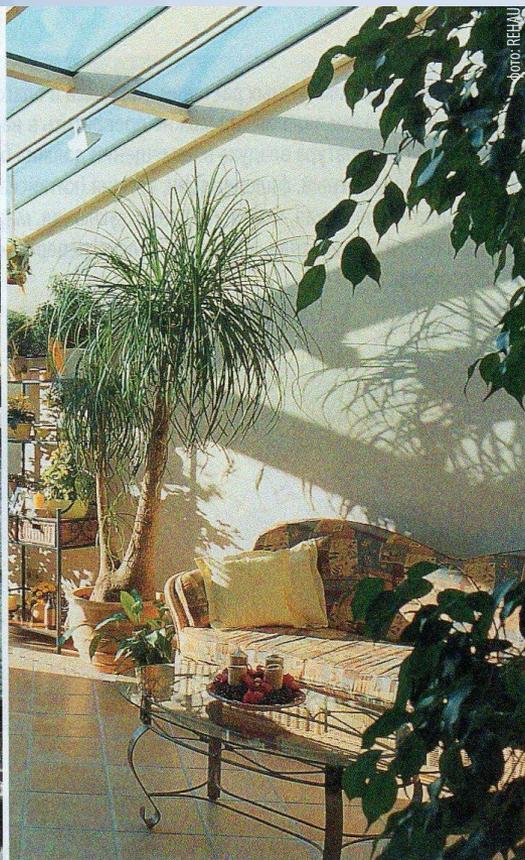
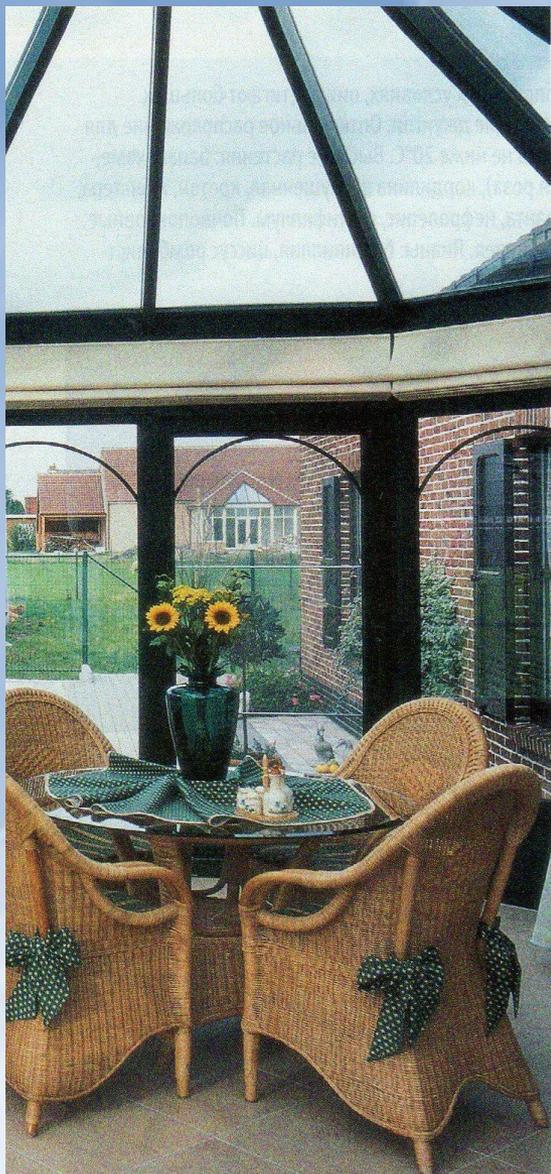
**↑** Воздух выводится через вытяжные отверстия,  
расположенные в верхней части стен

открывающиеся элементы крыши



приточные вентиляционные  
отверстия

**↑** Воздух выводится через открывающиеся  
элементы крыши



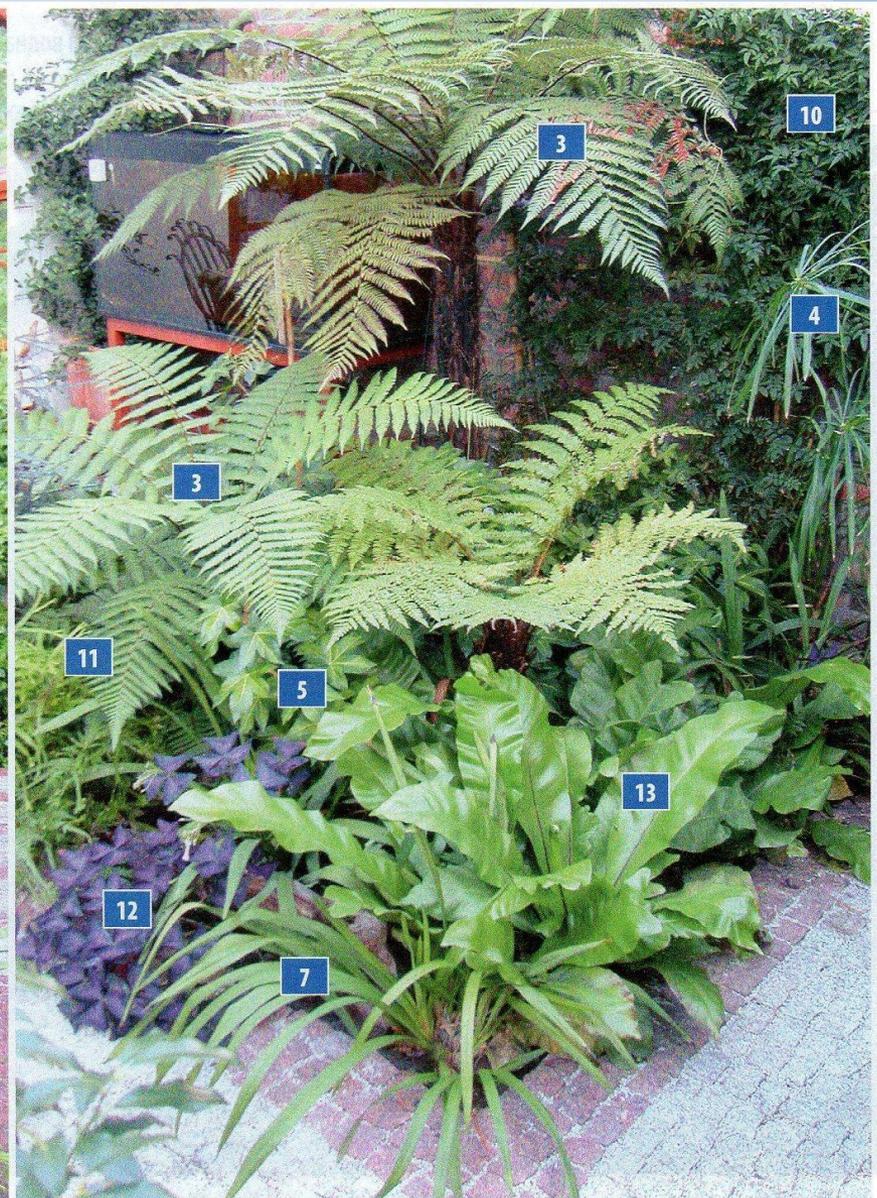
↑ Растений не обязательно должно быть много. В данном случае декоративный эффект достигнут за счет их величины

← В зимнем саду-столовой можно наслаждаться природой за окном в любое время года



↓ Растения на опорах хорошо разрастаются. Привлекают внимание высокий бамбук, фикус Беджамина и диксония антарктическая

фото: Бартош Далевайт



Неожиданностью для владельцев стала реакция растений на новые условия обитания. Болея в доме, в зимнем саду буйно растут бамбук (1), фикус Бенжамина (2), древовидный папоротник (3), папирус (4), фатсхедера Лизе (5), дизиготека (6), орхидеи (7), гардения (8), бугенвиллея гладкая (9), жасмин (10), орляк обыкновенный (11), кислица бразильская (12), асплениум (костенец) гнездовой (13)

## Какими бывают зимние сады?

**Теплый.** В таком саду хорошо себя чувствуют большинство популярных комнатных растений. Находясь в благоприятных условиях, они достигают больших размеров и растут намного лучше, чем в других помещениях. Таким образом зимний сад можно превратить в настоящие джунгли. Оптимальное расположение для такого сада – восточная, западная или южная стороны дома. Зимой температура воздуха в помещении должна быть не ниже 20°C. Высокие растения: банан, хамедорея, диффенбахия, финик, драцена, фикус Бенджамина, фикус каучуконосный, филодендрон, кетмия (китайская роза), кордилина верушечная, кротон, монстера, папирус, шеффлера. Средние: аглаонема, ананас, антуриум, бегония королевская, эхмея, гардения, гусмания, маранта, нефролепис, спатифиллум. Почвопокровные: адриантум, циссус ромболистный, фикус пумила, фиттония, сенполия фиалкоцветная, каладиум, колеус, пеперомия, пилея. Лианы: бугенвиллия, циссус ромболистный, хойя, пассифлора, филодендрон лазающий, сциндапус, сингониум.



↑ Сенполия (фиалка)  
Saintpaulia



↑ Диффенбахия  
Dieffenbachia



↑ Бегония  
Begonia

**Сад-пустыня.** В освещенном солнцем зимнем саду, особенно если он находится у южной стороны дома, можно создать полупустынный пейзаж из суккулентов – растений, которые накапливают воду в мясистых побегах или листьях. Суккуленты очень выносливы, легко переносят недостаток влаги. Зимуют они при невысоких температурах – 10–15°C. Во время холодной зимовки многие суккуленты и кактусы красиво цветут. Растения для сада-пустыни: агава, алоэ, эхеверия, толстянка (денежное дерево), каланхоэ, молочай Милля и кактусы.



↑ Гастерия  
Gasteria



↑ Кактус  
Cactus



↑ Алоэ  
Aloe

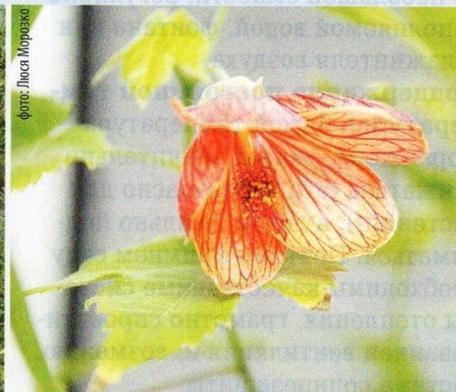
**Прохладный.** В помещении с невысокой температурой воздуха хорошо растут виды, происходящие из средиземноморской климатической зоны. Кроме того, в прохладном зимнем саду могут зимовать уличные растения в контейнерах. Невысокие температуры зимой хороши для цитрусовых, многие из которых в таких условиях плодоносят. Лучшими местами расположения прохладного зимнего сада считаются восточная или западная стороны дома. Зимой в таком помещении рекомендуют поддерживать температуру 5–15°C. Высокие растения: араукария, датура, цитрусы, финик, фатсия японская, гранат, юкка, камелия, кордилина, олеандр, диксония антарктическая, саговник (цикас). Средние: абутилон, агалант, аспарагус, аспидистра, аукуба, кливия, каллистемон, пеларгония, хризантема. Почвопокровные: плющ, будра плющевидная, фикус карликовый, птерис, традесканция, хлорофитум. Лианы: актинидия деликатесная (киви), плющ, циссус, жасмин, тунбергия, виноградовик (ампелопсис).



↑ Апельсин сладкий  
Citrus sinensis



↑ Аспарагус (спаржа)  
Asparagus



↑ Абутилон (клен комнатный)  
Abutilon

**Тенистый.** Интересный зимний сад с экзотической растительностью можно создать и с северной стороны дома. В рассеянных лучах солнца прекрасно растут такие виды, которые в естественной среде находятся на низших ступенях лесной иерархии. Теневыносливые растения: адиантум, антуриум, бегония королевская, пеллея, диффенбахия, фикус Бенджамина, фикус каучуконосный, филодендрон, фиттония, каладиум, маранта, монстера, нефролепис, птерис, диксония антарктическая, спатифиллум, костенец (аспленium).



↑ Фикус Бенджамина  
Ficus benjamina



↑ Монстера  
Monstera

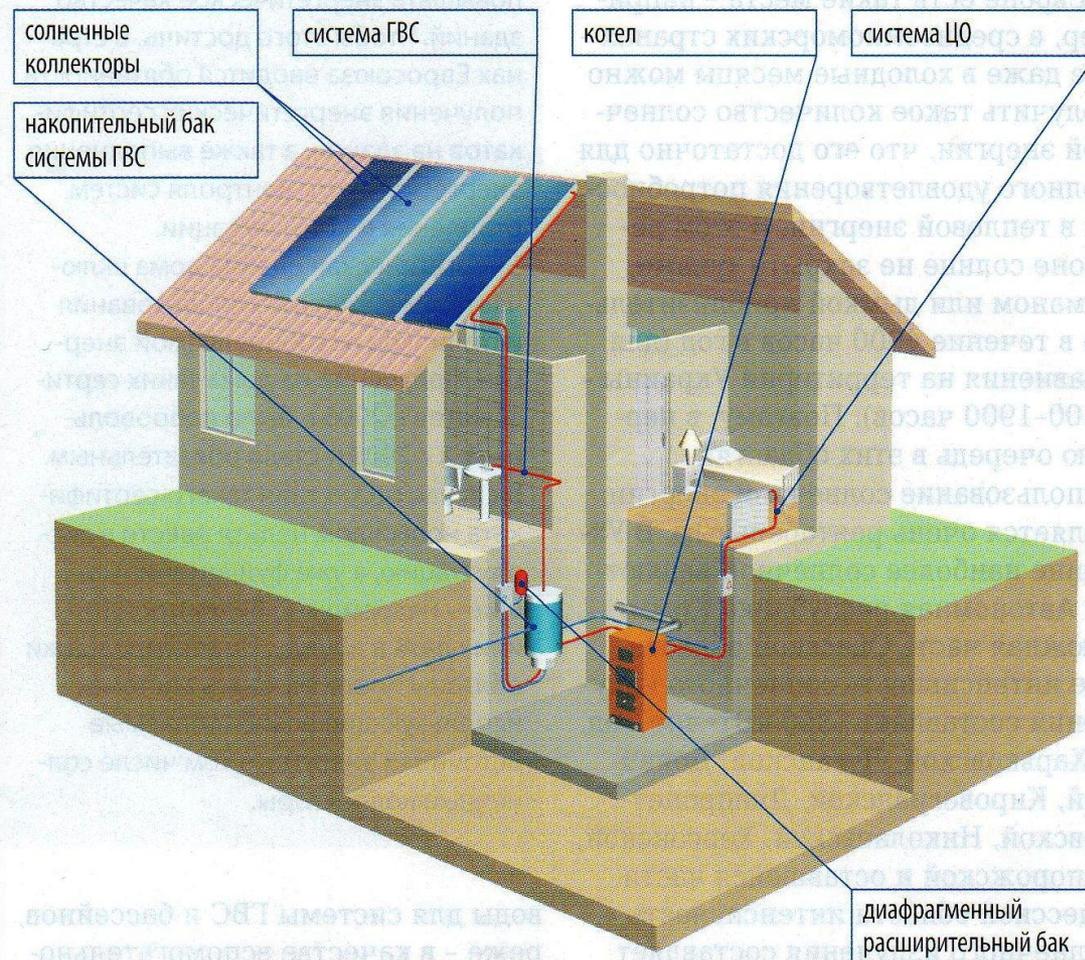


↑ Фикус каучуконосный  
Ficus elastica

# Солнечные коллекторы

## Система солнечных коллекторов в доме, предназначенном для одной семьи

В климатической зоне, в которой находится Украина, наиболее оптимальным является использование коллекторов в системах для нагрева воды ГВС и поддержки работы системы ЦО.



## Плоские и трубчатые коллекторы

В нагревательных системах используются плоские или трубчатые (вакуумные) коллекторы.

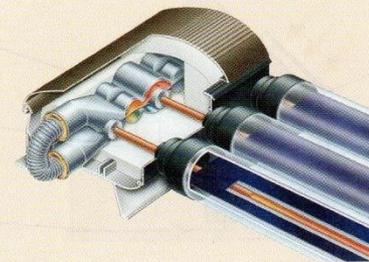


↑ В плоском коллекторе абсорбер, окрашенный в черный цвет, поглощая солнечное излучение, нагревается и нагревает теплоноситель, протекающий по медным трубкам

фото: WIESSMANN

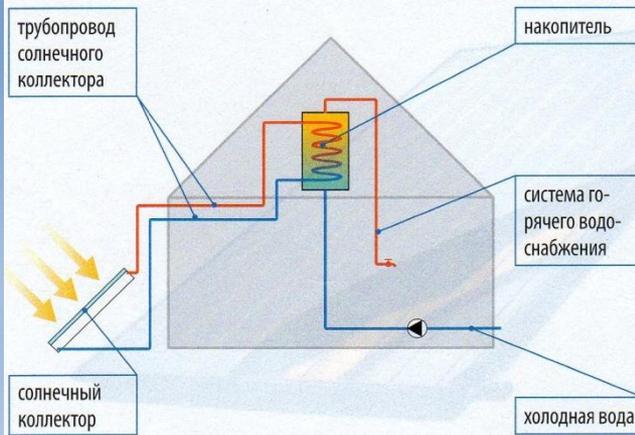


↑ Коаксиальная трубка с теплоносителем, соединенная с абсорбером, расположена внутри стеклянной трубы. В трубе создан вакуум, благодаря этому значительно снижаются теплопотери, а эффективность – возрастает

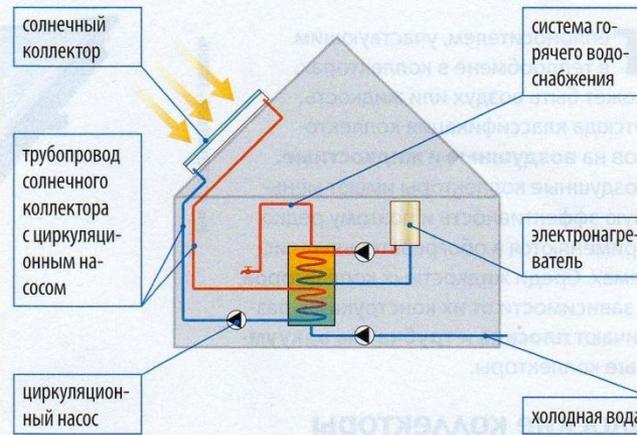


↑ Еще более эффективны, особенно в пасмурную погоду, вакуумные трубчатые коллекторы на тепловых трубках

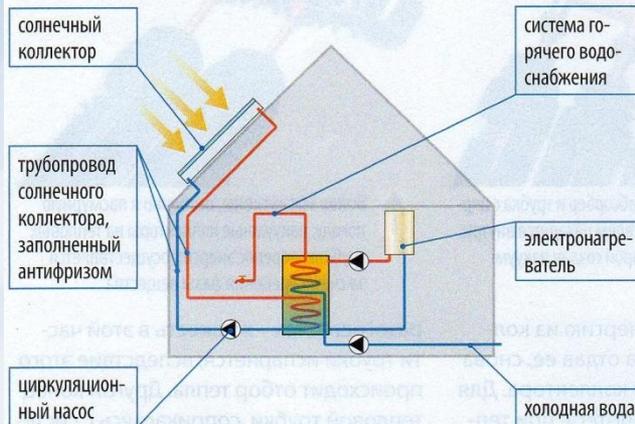
## Варианты выполнения систем солнечных коллекторов для приготовления горячей воды



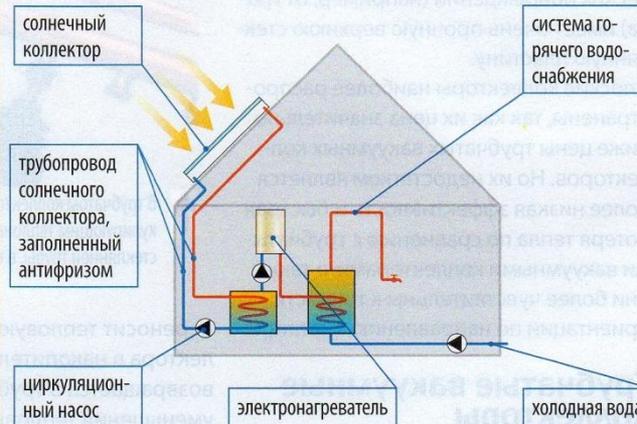
**1 Коллектор без циркуляционного насоса.** Это самое дешевое решение, идеальное для летних домиков. Систему нужно делать из трубопроводов большого диаметра и, по мере возможности, с минимальным количеством колен, чтобы гидравлическое сопротивление также было минимальным. Циркуляция воды в системе вызвана разницей ее плотности при разных температурах. Накопитель должен находиться выше коллектора



**2 Система «коллектор с водой + котел».** Благодаря применению циркуляционного насоса, диаметр трубопроводов невелик. Чтобы зимой вода в коллекторе не замерзла, ее еще до наступления морозов необходимо слить из системы



**3а Система «коллектор с антифризом + котел».** Благодаря соответствующей конструкции накопителя потоки антифриза и горячей воды разделены (имеются отдельные змеевики). В случае повреждения змеевика коллектора горячая вода не подвергнется загрязнению



**3б Система «коллектор с антифризом + котел».** Теплообменник коллектора расположен в накопителе, включенном в обратный трубопровод котла. Это позволило разделить систему горячего водоснабжения и систему, заполненную антифризом

## Где можно установить коллектор

Коллектор не обязательно должен быть установлен на покатой крыше. Важно, чтобы он был установлен под соответствующим углом к горизонту и на максимально освещенной солнцем стороне участка.



↑ Широко распространено размещение коллекторов на скате крыши. Оно не требует дополнительного места на участке. Коллекторы монтируют над покрытием крыши или как фрагмент покрытия крыши



↑ Подобная опорная конструкция нужна для установки коллектора на земле...

↑ ...и если скат крыши, на которой он должен быть установлен, не ориентирован на солнце

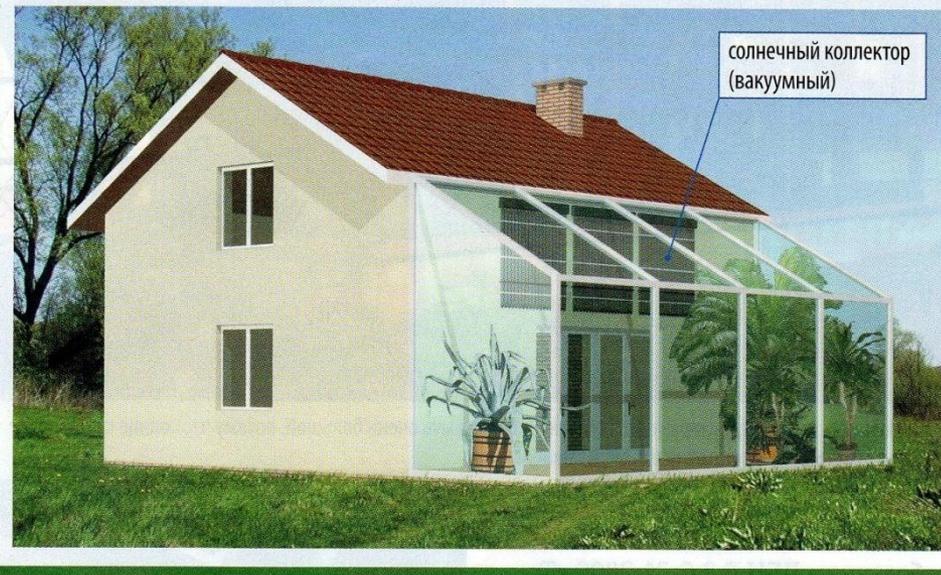


Для монтажа трубчатого коллектора с непосредственной циркуляцией теплоносителя может быть достаточно стены дома, сильно освещенной солнцем (по крайней мере, в течении шести часов в день)



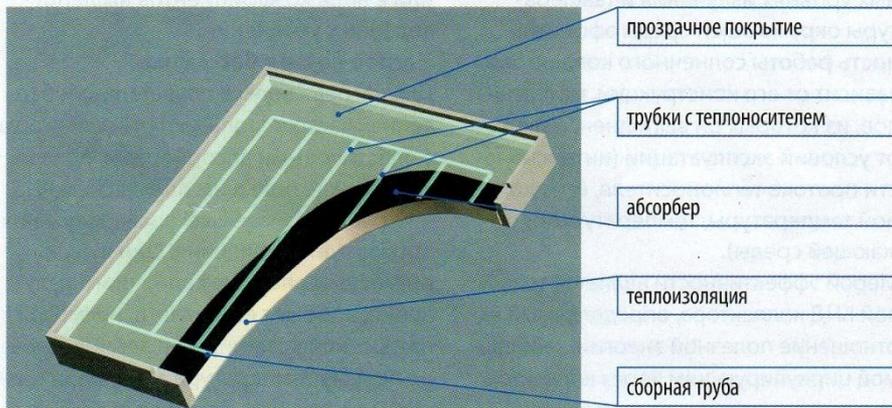
## Солнечные коллекторы

Зимний сад – хорошее место для установки солнечных коллекторов; в таком месте увеличивается эффективность их использования. Утечка тепла через корпус коллектора в этом случае меньше, потому что меньше разница между температурами внутри коллектора и окружающего его воздуха, а это значит, что в отопительную систему дома попадет больше тепла, полученного с помощью коллектора.



## Плоский проточный солнечный коллектор

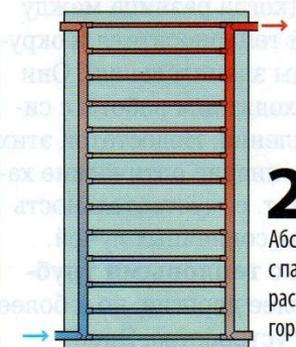
Это простое и эффективное устройство для преобразования солнечного излучения в тепловую энергию. Оно используется в тех случаях, когда температура теплоносителя ниже 100°C. Такие коллекторы давно используются для нагрева воды для системы ГВС, а в последнее время их все чаще стали использовать для отопления помещений, подогрева воды в плавательных бассейнах и даже в прудах для разведения рыбы.



**1** Устройство плоского коллектора

## Расположение проточных каналов в абсорбере

Абсорбер с вертикально расположенными каналами, которые имеют одинаковое гидравлическое сопротивление, наиболее подходит для различных вариантов устройства системы (с естественной циркуляцией или с циркуляционным насосом). У коллекторов с одним проточным каналом, при таких же общих потоках теплоносителя, как у многоканальных – возникает турбулентный поток, что благоприятно влияет на теплообмен и несколько повышает энергетическую эффективность, но они имеют значительно выше гидравлическое сопротивление. Это обстоятельство следует учитывать при подборе циркуляционного насоса для систем из нескольких коллекторов.



# Солнечные батареи

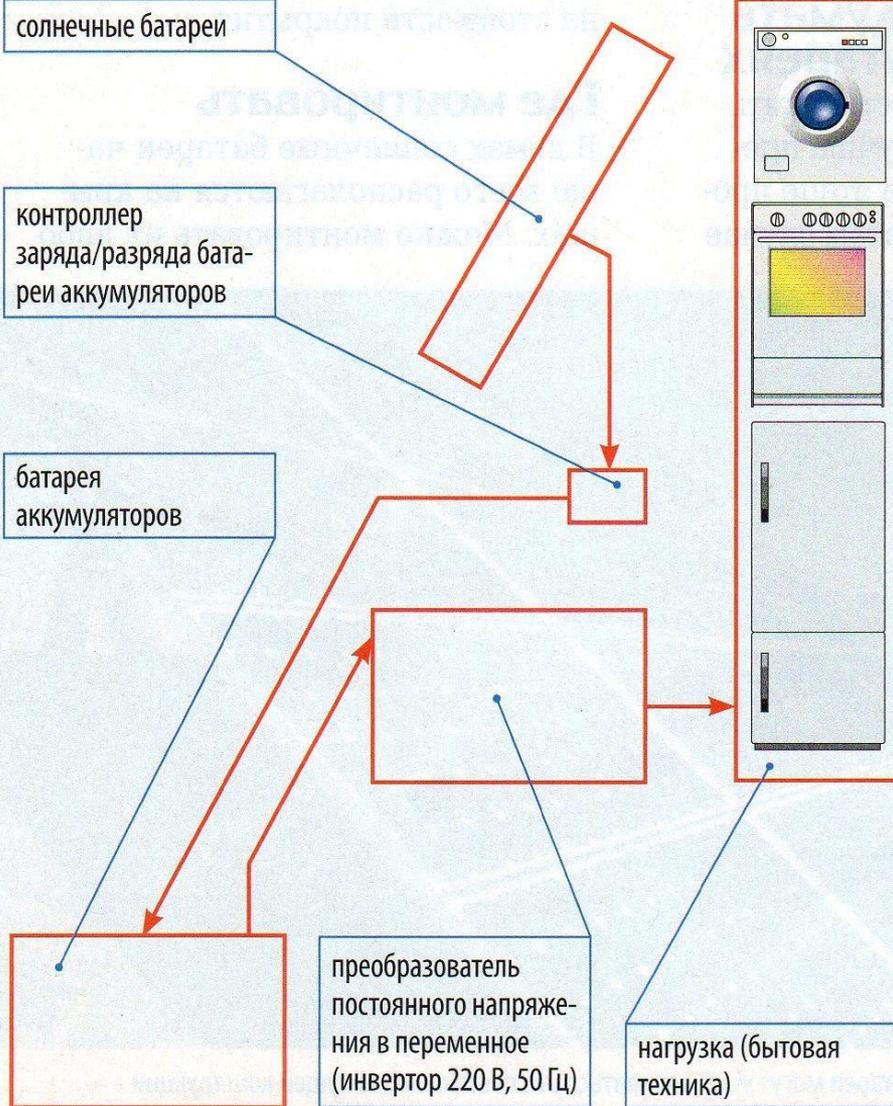


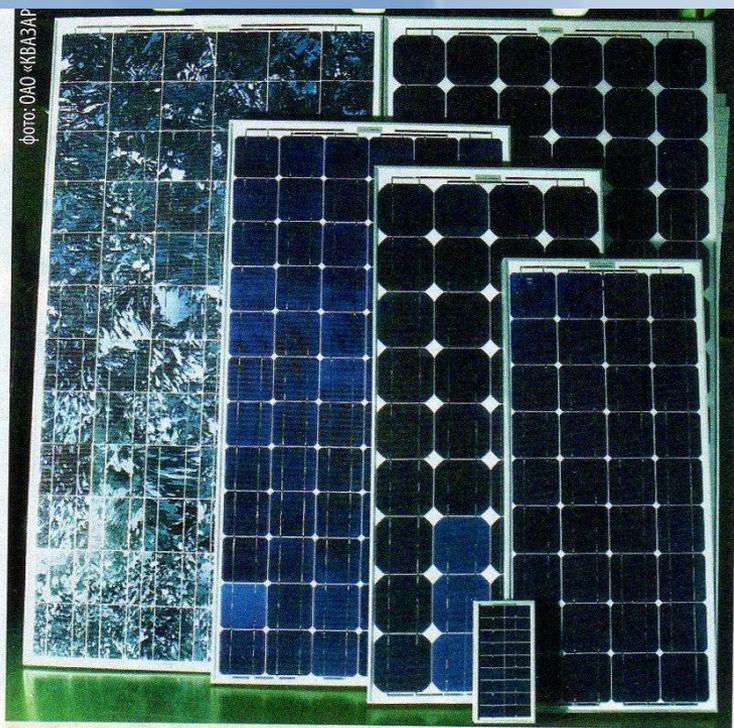
↑ Наиболее часто солнечные батареи устанавливают на крыше дома

↓ На крыше, кроме солнечных батарей, обеспечивающих дом электричеством, установлены также солнечные коллекторы для покрытия потребностей дома в горячей воде



## Система с солнечными батареями





↑ В зависимости от назначения солнечные батареи могут состоять из разного количества фотоэлементов



↑ Солнечные батареи могут устанавливаться на специальной несущей конструкции

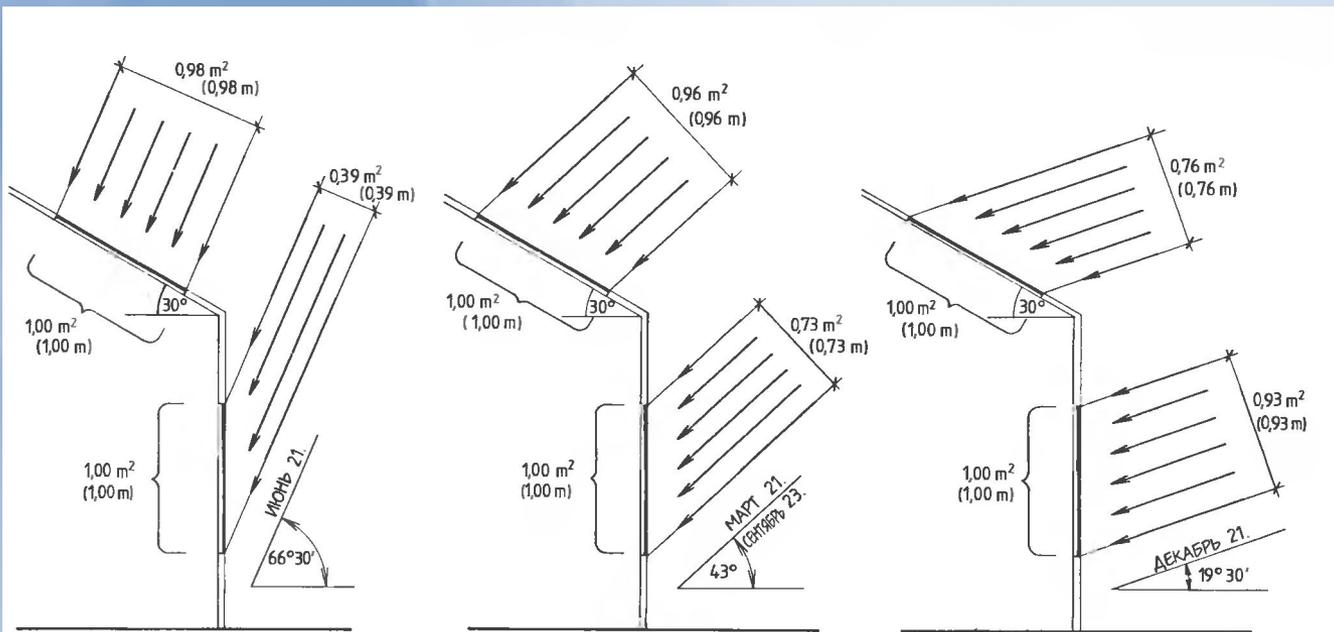
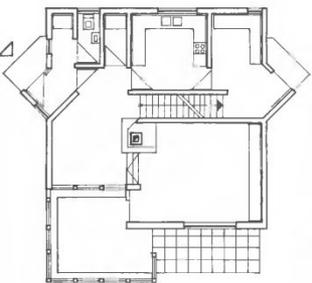


Рис. 4.3. Угол падения солнечных лучей, попадающих на стены и крышу здания в разные времена года  
 а) летом; б) осенью и весной; в) зимой



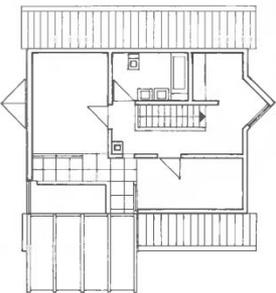


a)



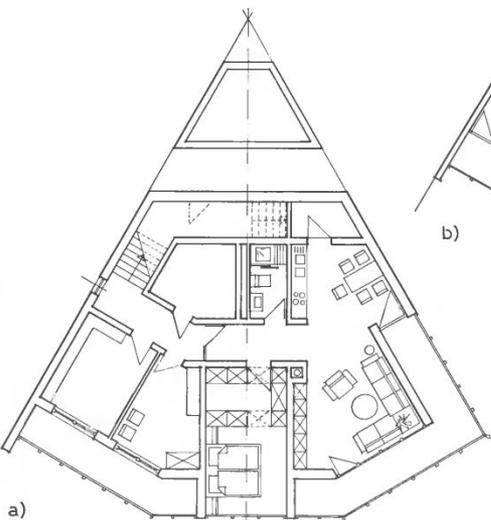
Двухэтажный коттедж с пристроенным зимним садом (см. также рис. 4.27)

Рис. 4.28. Экспериментальный энергосберегающий «солнечный дом» середины восьмидесятых годов  
а) первый этаж, вид сверху; б) второй этаж, вид сверху; с) схема действия



b)

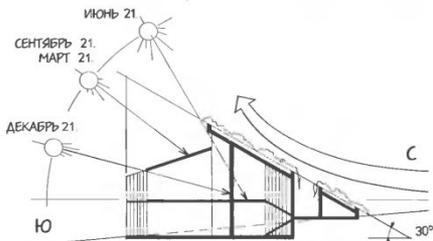
Рис. 4.27. Жилой дом с пристроенным зимним садом  
а) первый этаж, вид сверху; б) чердак



a)



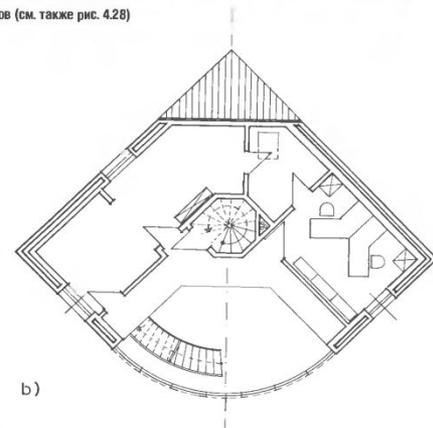
b)



Экспериментальный солнечный дом в Центральной Европе восьмидесятых годов (см. также рис. 4.28)



a)



b)



Рис. 4.29. Экспериментальный солнечный дом середины девяностых годов с аккумуляторами (теплоаккумуляторами) в центральной части  
а) первый этаж, вид сверху; б) второй этаж, вид сверху; с) вид фасада (фотография макета)

тительнее более уплотненной массы, когда каждая отдельная квартира ориентирована только на одну фасадную стену. Ведь в этом случае ориентирование всего здания заведомо сводится к вынужденному варианту – в данном случае вместо ориентировки стен на С-Ю они будут обращены на В-З – при этом образуются внутренние зоны, искусственная вентиляция и освещение которых потребует большого количества дорогой электроэнергии, что превысит экономию, полученную от компактной формы. При формировании планировки строения большего размера вынужденная ориентация помещений и создание внутренних зон будут почти неиз-