

# КАК ПОСТРОИТЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ДОМ?

РУКОВОДСТВО ДЛЯ СЕЛЬСКИХ МАСТЕРОВ



geres

# КАК ПОСТРОИТЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ДОМ?

## РУКОВОДСТВО ДЛЯ СЕЛЬСКИХ МАСТЕРОВ



# СОДЕРЖАНИЕ



ВВЕДЕНИЕ.....	5
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ДОМ?.....	6
ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ.....	7

## ПАССИВНЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ ДИЗАЙН

СБОР СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ.....	8
КАК ОПРЕДЕЛИТЬ ЮГ? .....	12
КОМПАКТНОСТЬ ЗДАНИЯ .....	14
ПЛАНИРОВКА КОМНАТ.....	15
ПРЯМОЙ ОБОГРЕВ.....	16
КОСВЕННЫЙ ОБОГРЕВ.....	18
ОЦЕНКА ПРЕПЯТСТВИЙ.....	19
ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕГРЕВА ЛЕТОМ.....	20
ВЕНТИЛЯЦИЯ.....	21
ПРАВИЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ.....	22

## ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

ЗАЧЕМ НУЖНА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ?.....	26
КАКУЮ ЧАСТЬ УТЕПЛЯТЬ ПЕРВЫМ?.....	29
ЧАСТИЧНОЕ УТЕПЛЕНИЕ.....	30
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ СТЕНЫ.....	32
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ПЕРЕКРЫТИЯ.....	40
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ПОЛОВ.....	46
ИНФИЛЬТРАЦИЯ ВОЗДУХА .....	52
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ОКОН И ДВЕРЕЙ.....	53
ВЫБОР ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА.....	55

## МОДЕЛИ И ВАРИАНТЫ

3 КОМНАТНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ КОСВЕННОГО ОБОГРЕВА .....	56
2 КОМНАТНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ КОСВЕННОГО ОБОГРЕВА .....	60
МОДЕЛИ ДЛЯ ПРЯМОГО ОБОГРЕВА.....	64



Это руководство было разработано в рамках проекта «Пилотные инициативы для Зеленых Домов в Таджикистане», реализуемого организацией ГЕРЕС в г. Душанбе и прилегающих районах, в сотрудничестве с Научно-исследовательским институтом строительства и архитектуры Комитета по делам строительства и архитектуры Республики Таджикистан.

Цель руководства состоит в том, чтобы дать общие руководящие принципы для проектирования и строительства энергоэффективных индивидуальных жилых домов в сельской местности Таджикистана (за исключением высокогорных районов). Решения и модели, предложенные в данном руководстве, являются результатом работы международной команды, состоящей из архитекторов, инженеров-строителей, специалистов в области энергетики, местных мастеров и ремесленников. Они в основном базируются на сотрудничестве с местными сообществами районов Рудаки

и Гиссар, в районах республиканского подчинения Республики Таджикистан. Методы и решения, предложенные в данном руководстве, направлены на повышение эффективности использования энергии и теплового комфорта зимой и летом, обеспечивая при этом устойчивость здания и затраты на строительство как можно ниже.

Каждый дом имеет специфические потребности, которым могут потребоваться другие методы и решения, поэтому консультации с инженером, архитектором, опытным мастером, настоятельно рекомендуется,

## Вы планируете построить дом?

Позвоните в Информационный Центр по Энергоэффективности | **98 700 52 52**  
Специалисты ГЕРЕС предоставят Вам бесплатные консультации по строительству энергоэффективного дома и помогут:

- при составлении чертежей и планов жилого дома;
- советы по выбору эффективных материалов;
- в составлении сметы затрат на строительство;
- тренинги по технологиям энергоэффективного строительства;
- предоставлением информации об энергоэффективных решениях.



Технологии и решения, предложенные в данном руководстве разработаны с учетом удовлетворения потребностей жителей сельских регионов.



## **Низкая потребность в энергии**

*(за счет пассивных солнечных технологий и теплоизоляции)*



## **Тепловой комфорт**

*(через выбор эффективных изоляционных материалов)*



## **Пожаробезопасность и сейсмостойкость**

*(посредством применения огнестойких материалов и конструктивных решений)*



## **Естественное освещение и оптимальная планировка**

*(через эффективную компактную планировку)*



## **Качественный воздух внутри помещений**

*(благодаря сквозной естественной вентиляции)*



## **Эффективное использование средств**

*(Исходя из вашего бюджета предоставлены наилучшие решения)*

Все рекомендации этого руководства разработаны на основе строительных норм и правил Республики Таджикистан: МҚС ЧТ 23.02-2009 «Тепловая защита зданий», МҚС ЧТ 23-01-2007 «Строительная климатология», МҚС ЧТ 22-07-2007 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования», МҚС ЧТ 50-01-2007 «Основания и фундаменты зданий и сооружений. Нормы проектирования».

Хорошая ориентация фасада здания **на юг**, но возможно **отклонение угла до 20 °** на юго-восток или на юго-запад, которое дает возможность обогревать и освещать жилой дом, естественным солнечным светом в зимний период.



Длина выступа крыши рассчитана таким образом, чтобы максимизировать **доступ тепла в зимний период** и снизить риск **перегрева в летний период**.



Гостиная и спальни окружены **буферными зонами**: с севера **ванной комнатой** и **кухней**, а с юга верандой. Это обеспечивает компактность здания и увеличивает его способность сохранять тепло.



4 см **внешней изоляции** на стенах, утепленные потолки и окна со стеклопакетами имеют важное значение для ограничения потери тепла и обеспечат **тепловой комфорт** внутри дома в зимний период.



**Окна со стеклопакетами** и **герметичные двери** ограничивают доступ холодного воздуха в зимний период и **поддерживают тепло внутри дома**.



Окна с юга и фрамуги с севера расположены таким образом, что позволяют естественную сквозную вентиляцию в доме. Целью является **повышение теплового комфорта** в летнее время и уменьшение влажности воздуха в доме.



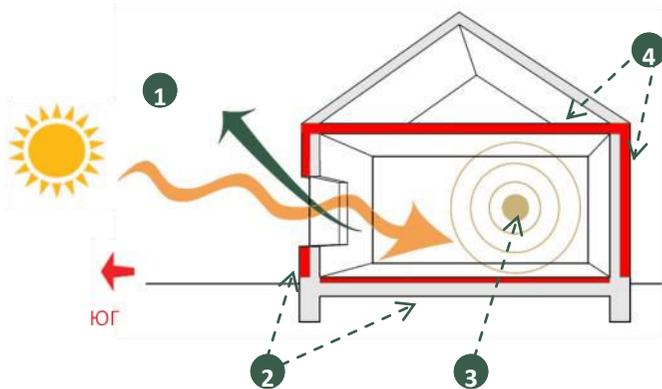
Усиление ответственных конструкций жилого дома: фундаментов, стен, простенков и элементов чердачного покрытия **увеличивает сейсмостойкость здания**.





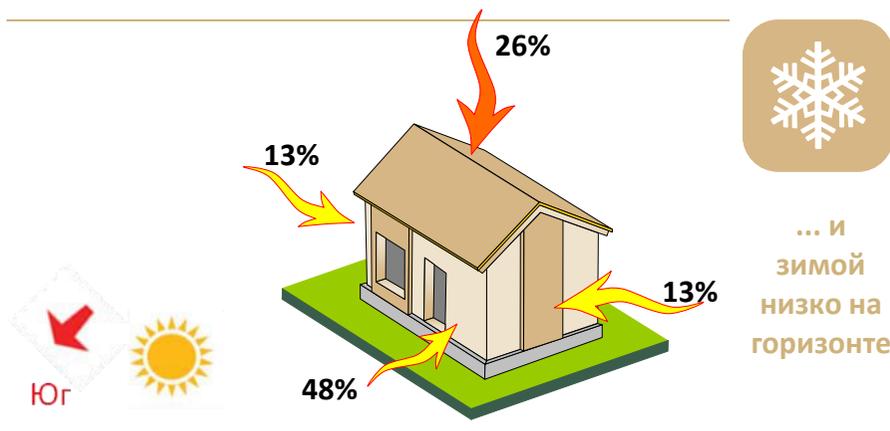
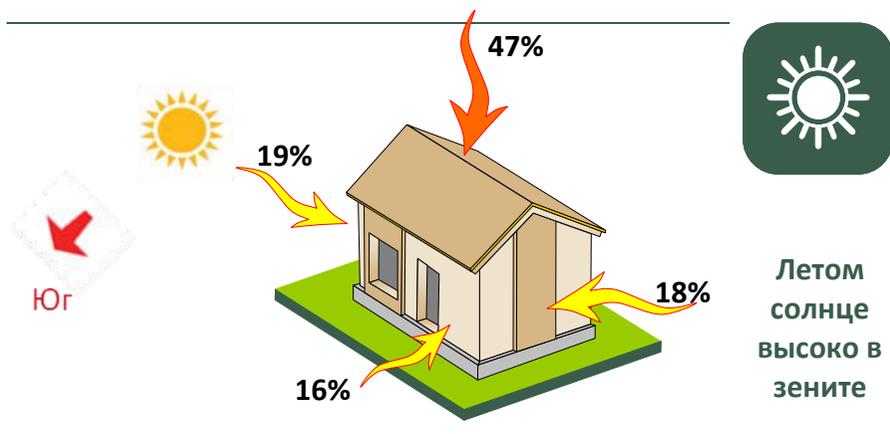
Солнечная радиация может быть преобразована в полезную энергию, и использована для отопления дома. Пассивные методы солнечного отопления могут легко применяться к новым зданиям, можно использовать окна и застекленную веранду, стены и полы для сбора, аккумуляции с последующим выделением тепловой энергии. В первой части приведены основные методы для

Элементы, которые следует учитывать включают размещение и размер окна, тип остекления, утепление, тепловую массу и затенение



1. Сбор максимального количества солнечной радиации в течение дня.
2. Аккумуляция тепла в стенах и полах.
3. Выделение тепла в помещении в ночное время.
4. Теплоизоляция стен, потолка, пола и окон для сокращения тепловых потерь.

В зависимости от времени года и ориентации, Солнечная энергия в разном количестве попадает на поверхности здания.



Поэтому, ориентация здания очень важна для оптимизации сбора солнечной энергии.



*Южную ориентацию можно определить с помощью компаса, или же с помощью Солнца.*

Чтобы максимально эффективно использовать солнечную энергию для обогрева помещений, большие окна должны быть сориентированы строго на юг! Если поставить окна на север тогда Солнце вообще не будет поступать в помещение, а если на запад и восток, то зимой будет мало пользы от Солнца а летом будет проблема с перегревом.



**Фасад с окнами на юг**



**Задний фасад на север**



**Фасад с окнами на север**



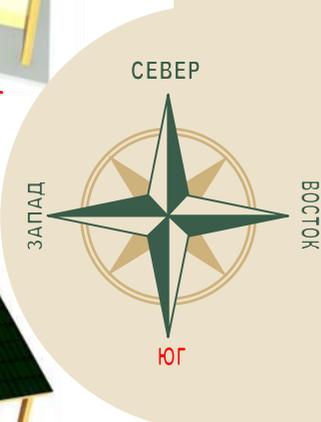
**Фасад с окнами на запад**



**Фасад с окнами на восток**



Иногда строительный участок не позволяет построить здание фасадом строго на юг. В таких случаях с целью эффективного использования земли допускается отклонение на юго-запад или юго-восток от солнечного юга.



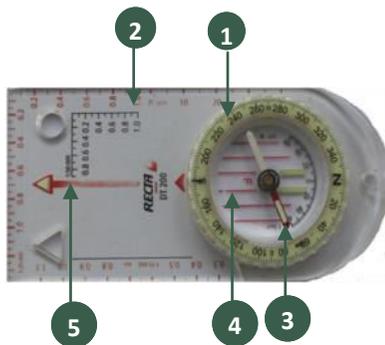
Максимальный угол отклонения от юга на юго-запад или юго-восток должен составить 20°.



## 1-й способ – с помощью компаса



1. Шкала градусов;
2. Корпус компаса;
3. Стрелка компаса;
4. Ориентирующие линии;
5. Стрелка



В компасе стороны света обозначены следующим образом: N – Север; S – Юг; E – Восток; W – Запад.

# 1

Совместить «Юг» шкалы на компасе со стрелкой на линейке компаса;



# 2

Положить компас на ровную поверхность, подождать, когда стрелка остановится;



# 3

Поворачивая корпус совместить «Север» шкалы с направлением красной стрелки компаса. Стрелка корпуса укажет южное

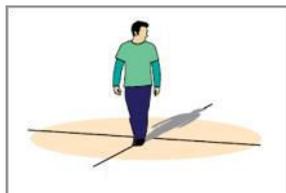


При измерении, компас должен находиться как можно дальше от магнитов, телефона и металлических предметов

## 2-й способ – с помощью Солнца

Для г. Душанбе время когда Солнце в зените:

- в феврале – 12 часов 40 минут,
- в октябре – 12 часов 10 минут.
- в другие месяцы между ними.



Когда солнце находится в зените (в полдень), то оно показывает строго на юг и тени от предметов самые короткие.

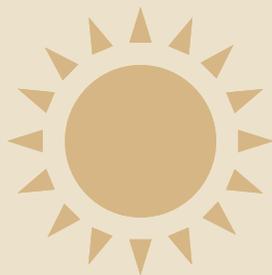


Конец тени будет указывать на север. Противоположная сторона и будет ЮГ.

*Самая короткая тень от штыря в полдень*



Для сравнения использованы тень штыря и компас, когда солнце находилось в зените, в точности совпадает.



1

2

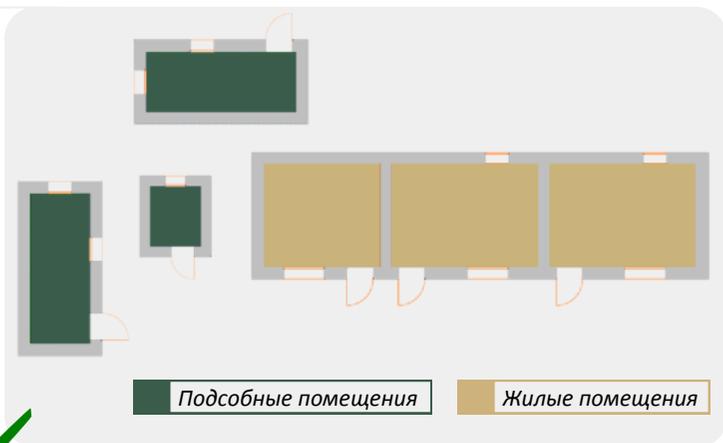
3



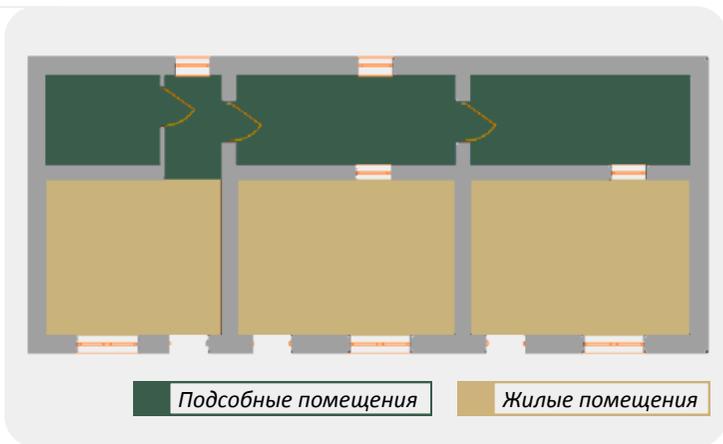
При проектировании дома следует обратить внимание на возможность объединения комнат.



Раздельное  
расположение  
отдельных  
строений  
на  
земельно



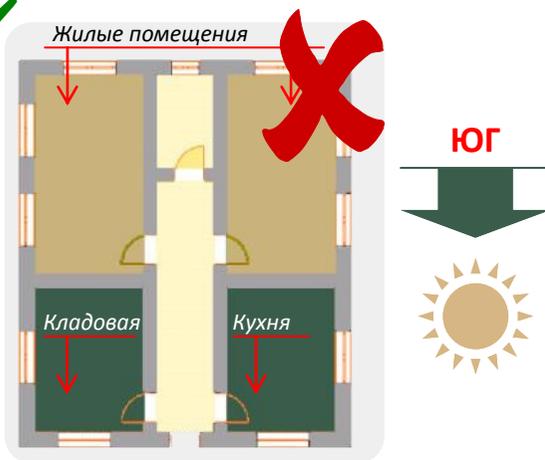
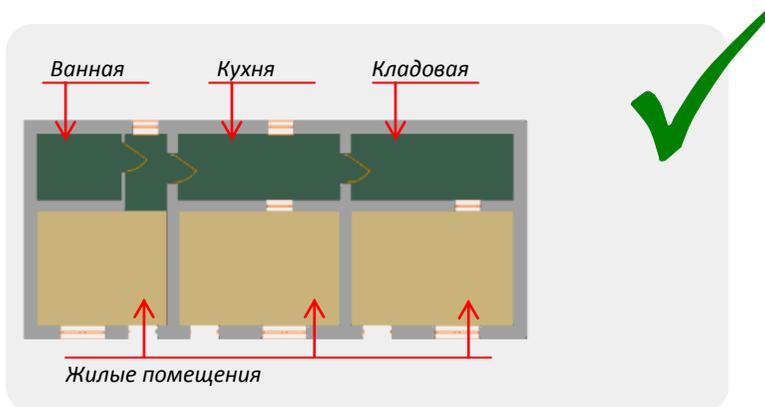
Компактно  
расположение  
жилых и  
вспомогательных  
помещений



**Объединение помещений с собственными источниками тепла приведет к уменьшению расхода топлива. Например, баню и кухню можно пристроить к жилым помещениям.**

# ПЛАНИРОВКА КОМНАТ

Правильное расположение комнат обеспечивает поступление тепла от Солнца зимой в комнатах, которые нуждаются в этом больше всего. Кроме того, тамбур предотвращает вход потока холодного воздуха когда дверь



**Жилые помещения располагайте с южной, а подсобные с северной стороны.**

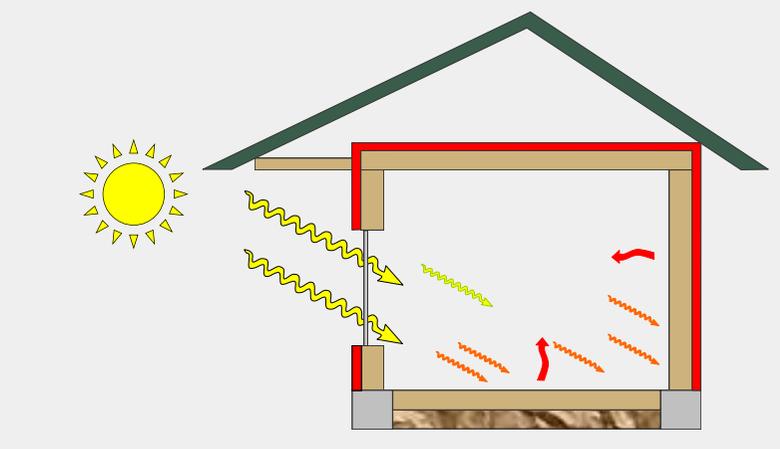


Имеются 2 основных пути получения солнечной энергии: прямой и косвенный обогрев.

**Прямой обогрев:** Солнечные лучи попадая прямо в комнату через окна южной ориентации обогревают его. Часть теплоты используется немедленно, другая часть аккумулируется внутренними стенами, полом, мебелью и выделяется позже

Пол является основным аккумулятором, так как солнечные лучи прямо попадают на него. Но из-за того, что полы традиционных домов покрыты ковром, это снижает их аккумулирующую способность.

Для того, чтобы ночью меньше тепла уходило через окно, рекомендуется закрыть его толстой



 Солнечная радиация    
  Аккумуляция тепла в солнечные часы  
 Непосредственный обогрев    
  Выделение тепла в ночное время

Для того чтобы аккумулировать больше тепла, стены и полы должны быть

## Преимущество и недостатки

### Преимущество

Дешевизна

Эстетический вид

Быстрый обогрев если ЮВ

Применимо для ЮВ-20° до ЮЗ- 20°

### Недостатки

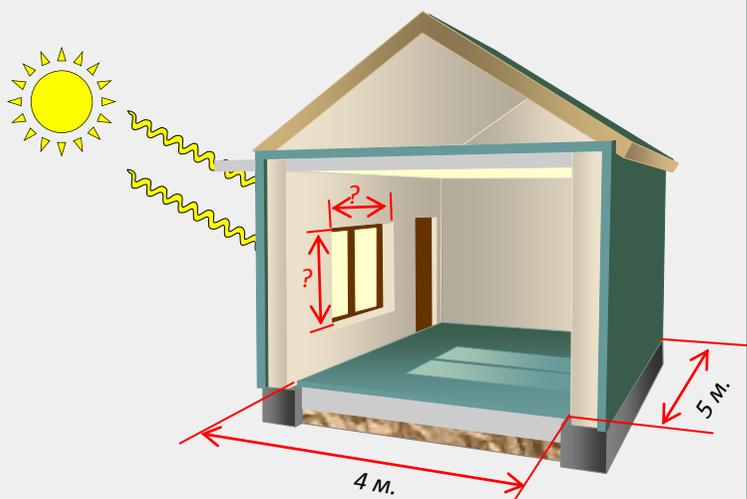
Поздний обогрев если ЮЗ

Холодно в пасмурные дни

Если нет термической массы, то холодно ночью

Площадь окна играет большую роль для прямого обогрева. Для этого стекла окон южной ориентации должны иметь определенную площадь по отношению к площади пола. Для жилых помещений это соотношение колеблется от 0,12 до 0,17\* (оптимальный 0,15). Площадь стекла в среднем составляет 60% от общей площади окна.

*Для помещений которые используются только днем, (например, школа) это соотношение колеблется от 0,17 до 0,22 (среднее 0,19)*



**Пример:**

Рассчитаем необходимую площадь окна  $S_{ок}$  для солнечного обогрева комнаты с размерами 4м x 5м.

$$S_{ок} = 15\% * 4м * 5м / 60\% = 5 м^2$$

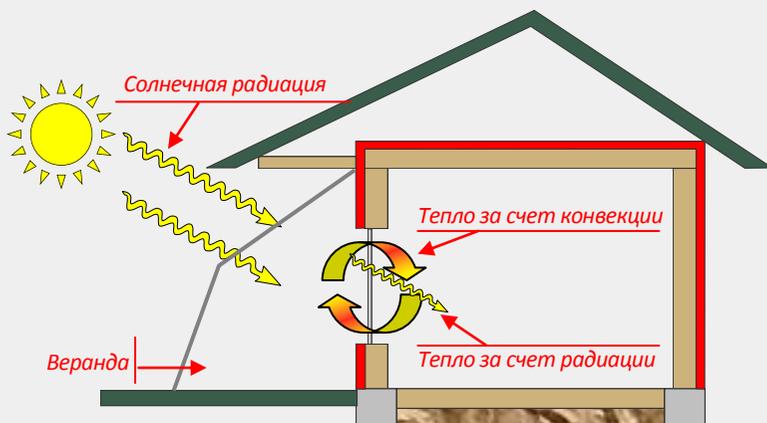
→ можно установить два окна с

**Табл.1. Площадь и размеры окон для прямого обогрева**

Площадь комнаты	Требуемая площадь окна	Стандартное количество окон	Площадь комнаты	Требуемая площадь окна	Стандартное количество окон
(3x3,5) 10,5м <sup>2</sup>	2,62м <sup>2</sup>	1,5x1,7 (1шт) или 1,5x 0,9 (2шт)	(3,5x4) 14м <sup>2</sup>	3,5м <sup>2</sup>	1,5x1,15 (2шт)
(3x4) 12м <sup>2</sup>	3м <sup>2</sup>	1,5x2 (1шт) или 1,5x1 (2шт)	(3,5x5) 17,5 м <sup>2</sup>	4,37м <sup>2</sup>	1,5x1,5 (2шт)
(3x5) 15м <sup>2</sup>	3,75м <sup>2</sup>	1,5x1,25 (2шт)	(4x5) 20м <sup>2</sup>	5м <sup>2</sup>	1,5x1,7 (2 шт)
(3x6) 18м <sup>2</sup>	4,5м <sup>2</sup>	1,5x1,5 (2шт)	(4x6) 24м <sup>2</sup>	6м <sup>2</sup>	1,5x2 (2шт)



**Косвенный обогрев:** Косвенный обогрев происходит, когда с южной стороны имеется теплица (солнечная веранда). Солнечные лучи попадая в веранду нагревают ее. Когда температура воздуха достаточно теплая, окна комнаты открываются и теплый воздух заходя в комнату обогревает ее. Если веранда из полиэтиленовой пленки, тогда часть солнечной энергии попадает непосредственно в комнату и происходит ее обогрев. Если веранда имеет крышу, то происходит только косвенный обогрев комнаты.



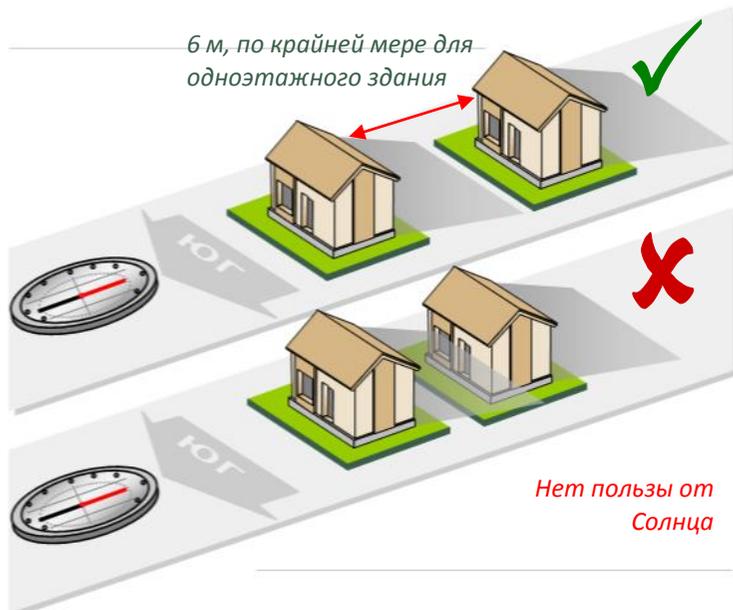
## Пример солнечной веранды

Стоимость  
постройки  
солнечной  
веранды  
колеблется от  
100 до 150  
сомони на 1м<sup>2</sup>.



Для предотвращения повышенной влажности, веранда должна часто вентилироваться

Днем, зимой в помещение должны поступать солнечные лучи. Дома соседей, большие деревья, заборы, холмы и т.д. могут препятствовать этому. Чтобы избежать этого необходимо оценить потенциальную тень от близких объектов. Результаты расчетов приведены в таблице.



**Табл.2 Расстояние от жилого дома до преграды**

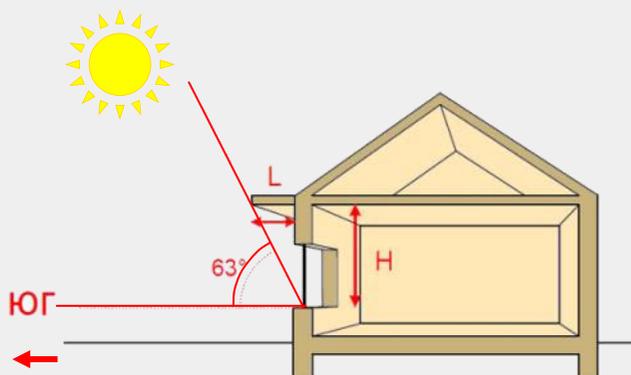
Высота преграды, м	2	3	4	5	6	7	8	9
Минимальное расстояние от преграды, м	2,2	4	6	8	10	12	14	16

Все расчеты приведены на декабрь месяц, когда Солнце находится низко на небе ( $28^\circ$ ) и когда тень от объекта наиболее длиннее.



Для того чтобы избежать летнего перегрева помещений от Солнца, необходимо установить горизонтальные выступы – карнизы. В зависимости от угла падения солнечных лучей рассчитывают длину карниза, а угол падения в свою очередь зависит от времени года.

**63°** — Угол падения лучей на горизонтальную поверхность в апреле.  
**H** — Высота от нижней части окна до низа карниза.  
**L** — Длина карниза



**В таблице приведены расчеты длины карниза  $L$  при разной высоте  $H$ :**

<b>H, м</b>	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
<b>L, м</b>	0,8	0,85	0,89	0,94	0,99	1,04	1,08

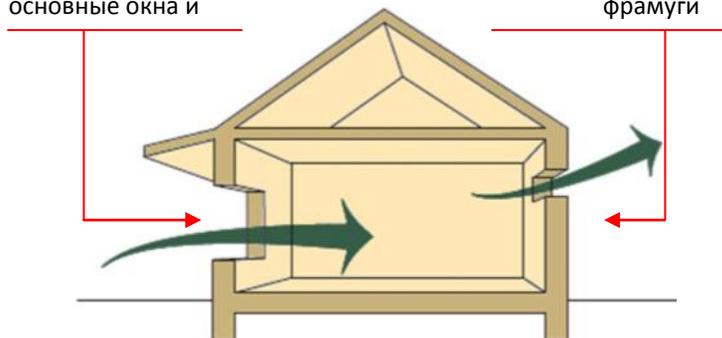
Угол падения солнечных лучей в апреле и августе одинаковы. Поэтому начиная с конца августа лучи Солнца проникают в помещения.

При наличии виноградной шпалеры возле фасада здания, нет необходимости в устройстве козырька, так как летом листья винограда будут препятствовать поступлению солнечных лучей в помещения.

Люди находящиеся в доме выделяют тепло, влагу и углекислоту. Кроме людей, в помещение поступает влага от чайника на печи. Поэтому необходимо удалить избытки этих вредностей. Для этого служит система вентиляции.

Приточный поток воздуха через основные окна и

Уходящий поток воздуха через фрамуги



Для вентиляц ии комнаты, открыть окна и фрамуги одновременно



ЗИМОЙ:

Утром: Открыть форточку на южной стороне и фрамугу на северной стороне минимум на 5 минут.

ЛЕТОМ:



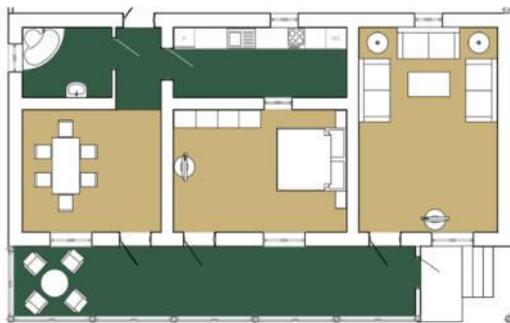
В летнее время требуется усиленная естественная вентиляция здания для защиты от перегрева. Открыв окна и двери на южной стороне и фрамугу на северной стороне на целую ночь, можно будет охладить помещение.



## Косвенный обогрев:

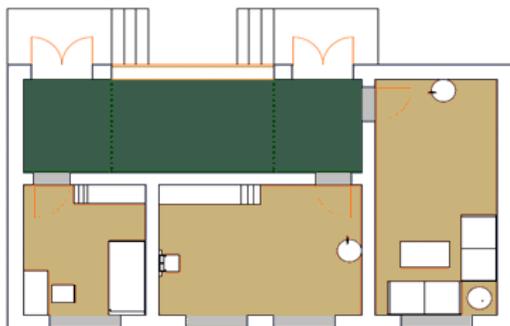
Если  
**ХОТИТЕ**  
иметь  
веранду,  
есть два  
варианта:

- ⇒ Веранда ориентирована на юг;
- ⇒ Окна жилых комнат тоже с южной стороны для естественного освещения и для получения тепла в течение дня от веранды;
- ⇒ Фрамуга на северной стороне для сквозной вентиляции.



## Прямой обогрев:

- ⇒ Веранда ориентирована на север;
- ⇒ Окна с южной стороны для получения непосредственного тепла от Солнца и освещения, размеры окон должны быть согласно таблице (см. стр. 17);
- ⇒ Открывание двери достаточно для сквозной вентиляции, нет необходимости ставить фрамугу с северной стороны.



### Комбинация Прямого/Косвенного обогрева (Тамбур)

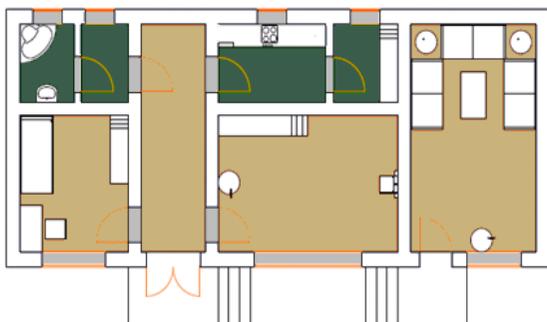
- ⇒ Тамбур ориентирован на юг;
- ⇒ Коридор возле тамбура для получения тепла в течение дня;
- ⇒ Окна с южной стороны для получения непосредственного тепла от Солнца и освещения, размеры окон должны быть согласно таблице (см. стр. 17);
- ⇒ Фрамуга на северной стороне для сквозной вентиляции.

Если  
**НЕХОТИТЕ**  
иметь  
веранду,  
есть два  
варианта:



### Прямой обогрев:

- ⇒ Окна с южной стороны для получения непосредственного тепла от Солнца и освещения, размеры окон должны быть согласно таблице (см. стр. 17)





## **Размер и положение окон:**

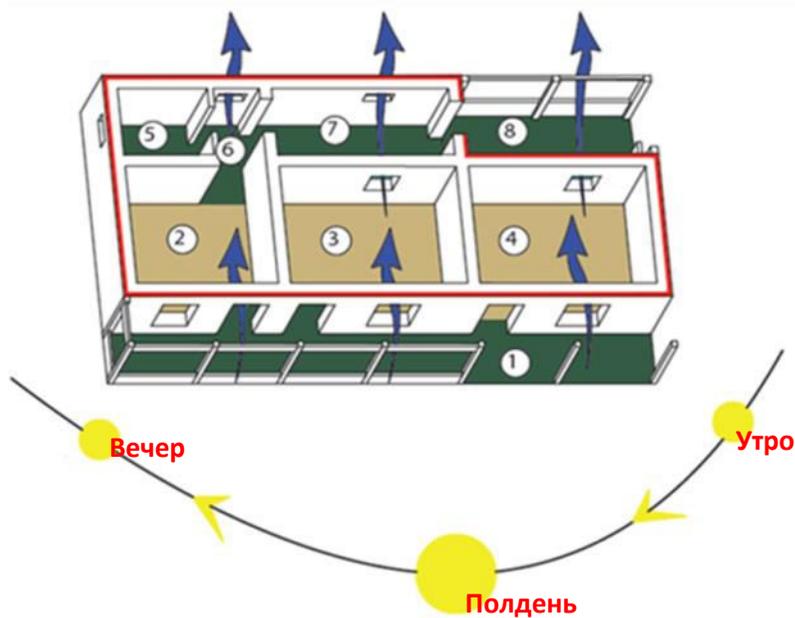
Окна играют очень важную роль в вашем доме:

- ⇒ Они могут позволить получить выгоду от солнечного излучения для обогрева помещения
- ⇒ Они могут принести свет в комнаты
- ⇒ Они позволяют получить хорошую вентиляцию
- ⇒ Они могут увеличить потери тепла в доме

### **Поэтому необходимо следовать следующим правилам:**

- ⇒ Никогда не ставьте большие окна на северном фасаде
- ⇒ Старайтесь ставить окна среднего размера (косвенный обогрев) или большие окна (прямой обогрев) на южном фасаде
- ⇒ Всегда ставьте окна или по крайней мере, проемов (дверей) на противоположных сторонах дома (север и юг)
- ⇒ Гостиная должна быть выровнена по восточно-западной оси со средними/большими окнами на южной стороне

## Пример эффективного дизайна



- |   |                                     |   |                 |
|---|-------------------------------------|---|-----------------|
|  | Буферные зоны                       |  | Веранда и навес |
|  | Жилые помещения с ориентацией на юг |  | Общая комната   |
|  | Наружная теплоизоляция              |  | Спальня         |
|  | Ориентация - Юг                     |  | Гостиная        |
|  | Сквозная вентиляция                 |  | Ванная          |
|   |                                     |  | Коридор         |
|   |                                     |  | Кухня           |
|   |                                     |  | Сарай           |



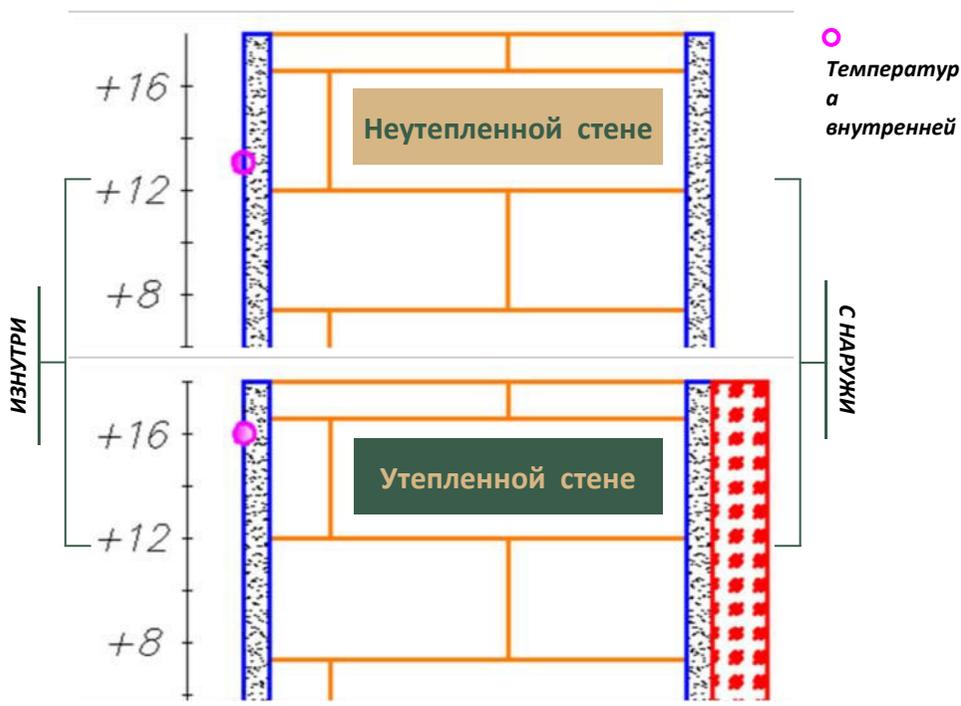
Согласно расчетам для отопления неутепленного 3х комнатного дома за один сезон потребуется 3240кг угля. А после утепления, тратится всего лишь 1160кг угля. Следовательно, экономия составляет 2080кг угля в сезон. Ниже приведены доли тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции неутепленного дома.



Хотя через стены и крышу теряется основная доля тепла, для теплового комфорта необходимо утепление окон и дверей.

В неутепленном доме, температура поверхности наружных ограждений ниже, и хотя температура внутреннего воздуха благодаря источнику тепла равна  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , комфортное состояние человека хуже, чем при той же температуре в утепленном доме.

**Температура внутренней поверхности наружной стены в:**

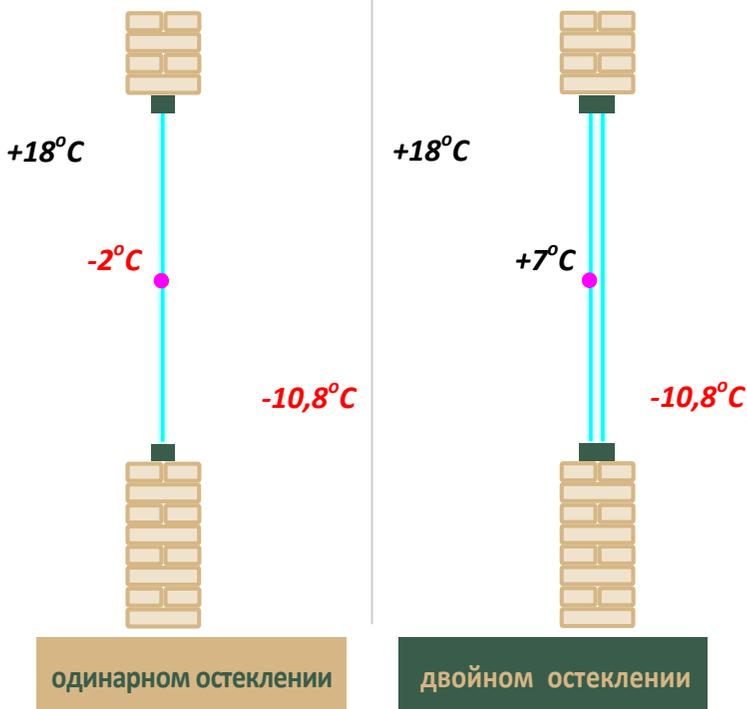


В утепленном доме температура поверхности стен повышается на  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  и человек чувствует себя комфортнее



Стоимость окна с двойным остеклением почти в два раза дороже чем с одинарным остеклением, но термическое сопротивление двойного окна намного выше и комфортные условия обеспечиваются лучше при двойном остеклении.

Температура внутренней поверхности окна при:



При использовании окон с двойным остеклением температура внутренней поверхности окна повышается на  $9^{\circ}\text{C}$



**Не всегда получается утеплять сразу дом целиком.** В таких случаях необходимо выбрать какую часть утеплять первой. Согласно рисунку на странице 26, через стены теряется почти половина тепла. Поэтому, утеплив наружные стены, можно экономить основную долю тепла, но затраты на утепление стены тоже большие и следовательно, эти затраты окупаются дольше.

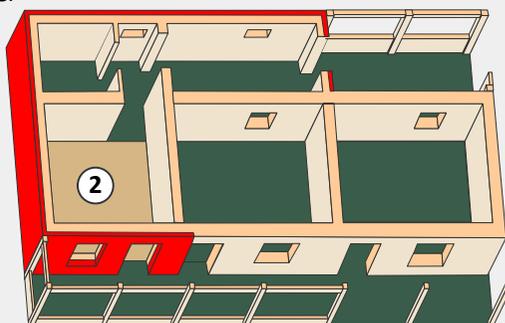
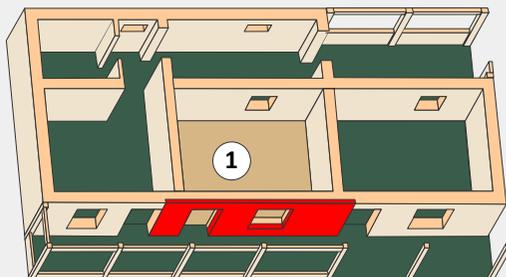
**Таблица 3. Результаты расчета срока окупаемости мероприятий по теплоизоляции (на примере левой комнаты, бани и кухни)**

Наименование утепляемой конструкции	Материал для теплоизоляции	Площадь, м <sup>2</sup>	Стоимость теплоизоляции, в сомони	Экономия угля, кг	Срок окупаемости, лет
Наружная стена	Минеральная вата	50.1	4208.4	380	24.6
Перекрытие	Камышь	32.1	385.2	305	2.8
Окна и двери	Стеклопакет и уплотнитель	5.4	720	155	10.3
Наружная стена + окна и двери		55.5	4928.4	535	20.5
Перекрытие + окна и двери		37.5	1105.2	501	4.9

Минимальные затраты и большой эффект дает утепление чердачного перекрытия, а при комбинации с заменой окон можно получить хороший результат.

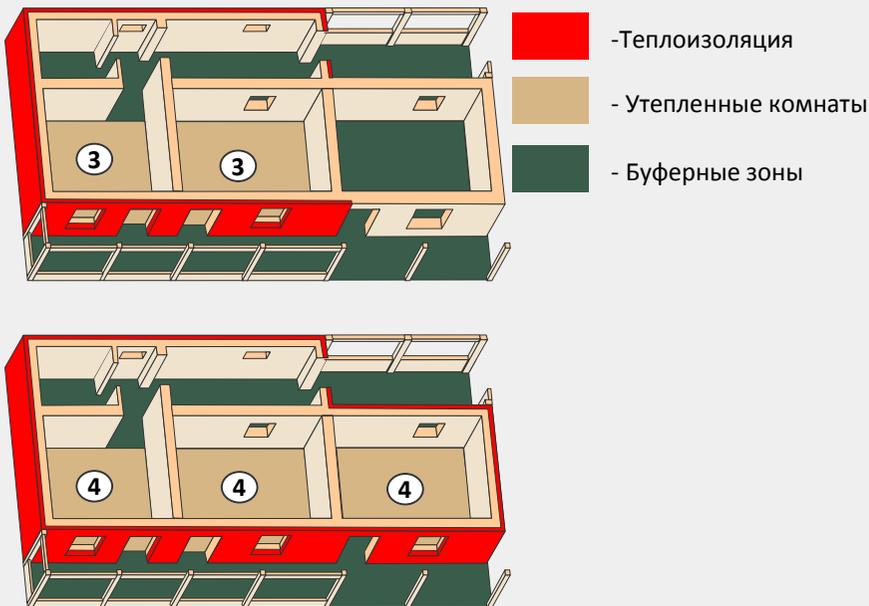


- Теплоизоляция
- Утепленные комнаты
- Буферные зоны



**\* В стоимость теплоизоляции включены утепление перекрытия, наружных стен, окон и дверей.**

Варианты утепления	Теплоизоляция			
	Общая стоимость *, сомони	Стоимость за 1м <sup>2</sup> площади пола, сомони	Экономия угля за сезон, кг	Срок окупаемости, лет
1. Одна средняя комната, 17,5 м <sup>2</sup>	1839.6	105	344	8
2. Одна угловая комната с буферными зонами, 32,1 м <sup>2</sup>	5640	176	836	11



Варианты утепления	Теплоизоляция			
	Общая стоимость *, сомони	Стоимость за 1м2 площади пола, сомони	Экономия угля за сезон, кг	Срок окупаемости, лет
3. Две комнаты с буферными зонами, 49,6 м2	7320	148	1023	10
4. Дом целиком, 67,1м2	14149	211	2137	13

*\* В стоимость теплоизоляции включены утепление перекрытия, наружных стен, окон и дверей.*



*Необходимая  
толщина для  
утеплителя,  
если толщина  
стены 38см*



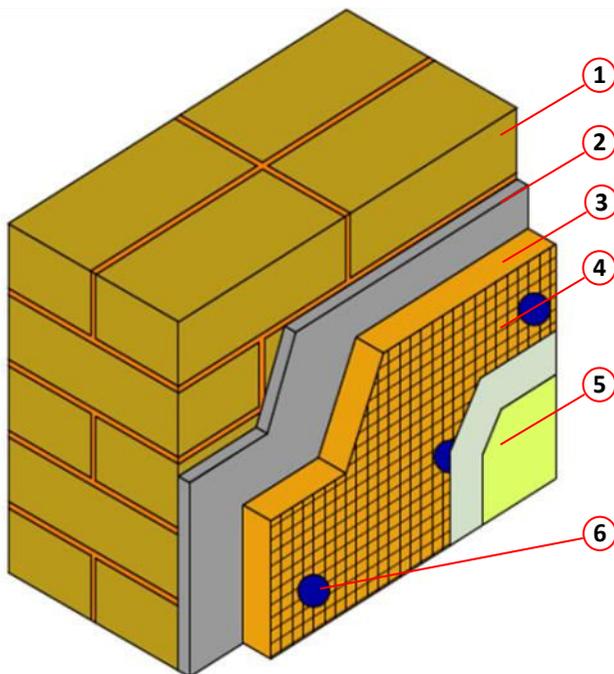
**Полистирол – 3см**



**Минеральная вата—4 см**



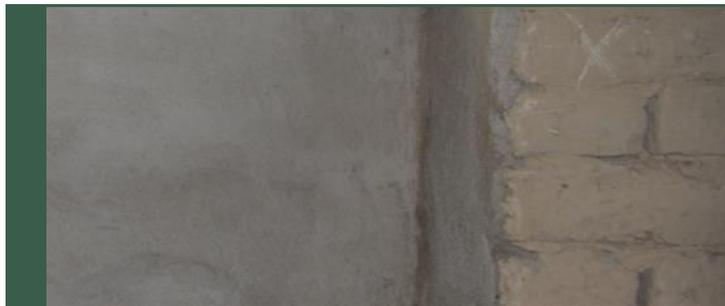
**Камыш – 8см**



1. Кирпичная наружная стена
2. Цементно-песчаная штукатурка
3. Утеплительные блоки из базальтового волокна
4. Стекловолоконная сетка на клею
5. Декоративно отделочный слой
6. Пластмассовые крепления

Теплоизоляционные материалы для наружных стен выбирают исходя из бюджета застройщика и цен на различные теплоизоляционные материалы.

## Пошаговое утепление стен



**Шаг 1.**  
Выравнивание  
и  
наружной  
поверхности  
и стен и  
нанесение  
облицовочного  
слоя  
штукатурки



**Шаг 2.**  
Приготовление  
раствора  
клея. В  
качестве  
клея можно  
использовать  
сухую  
смесь  
«Ceresit CT



**Шаг 3.**  
Резка плит  
по  
предварительным  
замерам.

Монтаж волоконных базальтовых плит выполнять соблюдая технологию монтажа.

**Шаг 4.**  
Нанесение  
клея на  
плиту  
зубчатым  
шпателем;



**Шаг 5.**  
Монтаж  
(приклеива-  
ние)  
теплоизоля-  
ционной  
плиты на  
стенку;



**Шаг 6.**  
Закреплен-  
е  
теплоизоля-  
ционных  
плит  
пластиков-  
ыми  
дюбелями к  
стене;



Плита из минеральной ваты имеет значительную массу. Клеящий раствор должен наноситься сплошную. Расход пластиковых дюбелей 5 – 7 штук на 1 м<sup>2</sup>



**Шаг 7.**  
Наклеивани  
е полоски  
шириной 20  
см в  
угловых  
соединения  
х;



**Шаг 8.**  
Нанесение  
клея на  
пластиков  
ый уголок;



**Шаг 9.**  
Наклеивани  
е полосы  
сетки  
шириной 20  
см на  
пластиков  
ый уголок;

Наклеивание сетки на пластиковый уголок можно осуществлять клеем марки «Мастер» или «Момент».



**Шаг 10.**  
Нанесение  
клея на  
откосы;



**Шаг 11.**  
Приклеить  
пластмассо  
вый уголок  
с сеткой к  
углам  
откосов и  
утопить  
сетку в  
клей;



**Шаг 12.**  
Усилить  
верхние  
углы  
полосками  
сетки;



Стекловолоконная сетка в упаковке рассчитана на 70 м<sup>2</sup>.  
Расход клея для приклеивания сетки 3 кг на 1 м<sup>2</sup>



**Шаг 13.**  
Разрезать сетку по размеру высоты стены;



**Шаг 14.**  
Нанесение клея на поверхность теплоизоляционных плит и утопление сетки в клей, кромку сетки шириной 10 см



**Шаг 15.**  
Нанесение защитного декоративного слоя.

При наклейки стекловолоконной сетки стыки сеток выполнять внахлест шириной 10 см.



Поверхность должна быть очищена от пыли и других загрязнений



Внешние откосы окон и дверей должны быть утеплены утеплителем меньшей толщины.



Для предотвращения помехи в последующей отделке, шляпка дюбеля должна быть «утоплена» в



При монтаже утеплительных плит следить за вертикальностью и горизонтальностью с помощью



При  
необходим  
ости  
зазоры  
между  
плитами  
при  
монтаже  
заполнить  
остаткам  
и  
минеральн  
ой ваты



В нижней  
части  
стены при  
отсутств  
ии цоколя  
должен  
быть  
установле  
н  
направляю  
щий  
профиль  
под



Во  
избежание  
теплового  
моста,  
утеплите  
ли стены  
должны  
перекрыт  
ь  
утеплите  
ль  
перекрыт

**В стыковых соединениях минеральных плит и пересечениях с конструкциями, не должно быть щелей.**



**Необходимая  
толщина  
местных  
теплоизоляцион  
ных материалов**

Перекрытия в жилых домах можно утеплять двумя способами:  
 ⇒ в чердачном помещении над перекрытием по черному потолку;  
 ⇒ под черным потолком между балками перекрытия.



**Солома -12см**

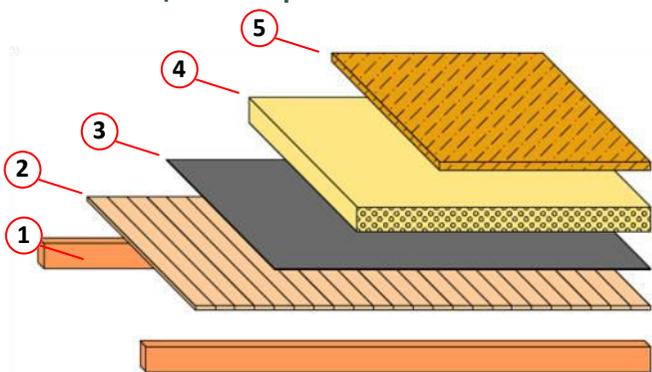


**Камыш-15см**



**Опилка-12см**

## Утепление перекрытия в чердачном помещении с применением местных



1 – Балка перекрытия; 2 – Доски черного потолка; 3 – Пароизоляция; 4 – Утеплитель камыш; 5 – Глино-соломенная обмазка.

Обмазка саманом

Гидроизоляция

Утеплитель

Пароизоляция



**Для пожарной безопасности местные материалы следует обработать антипиреном, а в качестве антисептика можно использовать молотый негашеный известь**

## Пошаговое утепление перекрытия сверху



**Шаг 1.**  
Высушенный и очищенный камыш связать пучками или плотными



**Шаг 2.**  
Разбавить антипирен соблюдая пропорции и набрать в опрыскиватель;



**Шаг 3.**  
Обработать готовые пучки или маты антипиреном и перед укладкой антисептиком;

Соотношение антипирена: 2 столовой ложки на 1 л воды

**Шаг 4.**  
Уложить  
поверх  
черного  
потолка  
слой  
пароизоляц  
ии и  
произвести  
укладку  
камышовых  
пучков или  
матов и  
произвести  
обработку  
антисепти

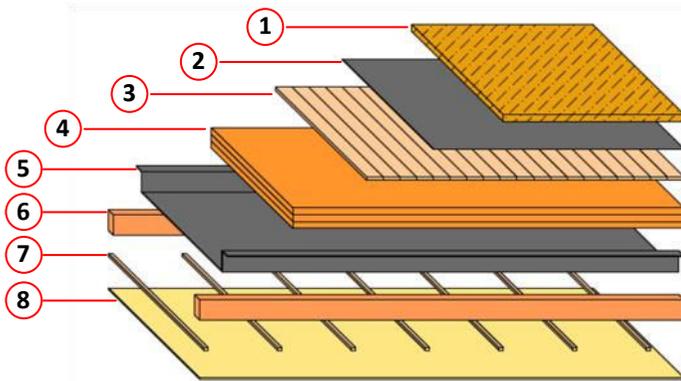


**Шаг 5.**  
Произвести  
соломенно  
глиняную  
обмазку  
толщиной  
5 см;



Расход негашеной извести 500г на 1м<sup>2</sup>.

## Утепление перекрытия под черным потолком между балками перекрытия



- 1 – Глино-соломенная обмазка; 2 – Гидроизоляция; 3 – Доски черного потолка; 4 – Три слоя утеплителя; 5 – Пароизоляция; 6 – Деревянные балки; 7 – Направляющие рейки; 8 –

### Варианты утепления и необходимая толщина утеплителя



Минеральной ватой—7см



Соломой – 12 см



Пенополиуретаном – 5 см

При применении пенополиуретана или соломы в качестве утеплителя, в использовании паро и гидроизоляционного слоя нет необходимости

## Пошаговое утепление перекрытия снизу

**Шаг 1.**  
Измерить  
расстояния  
между  
балками;



**Шаг 2.**  
Проложить  
пароизоляц  
ионный  
слой;



**Шаг 3.**  
Разрезать  
по размеру  
минеральну  
ю вату;



Между элементами конструкции и утеплителем не должно оставаться щели



**Шаг 4.**  
Установит  
ь  
утеплитель  
ь между  
балками и  
временно  
закрепить;



**Шаг 5.**  
Проложить  
пароизоляц  
ионный  
слой и  
закрепить;



**Шаг 6.**  
Произвести  
монтаж  
потолка по  
направляю  
щим;

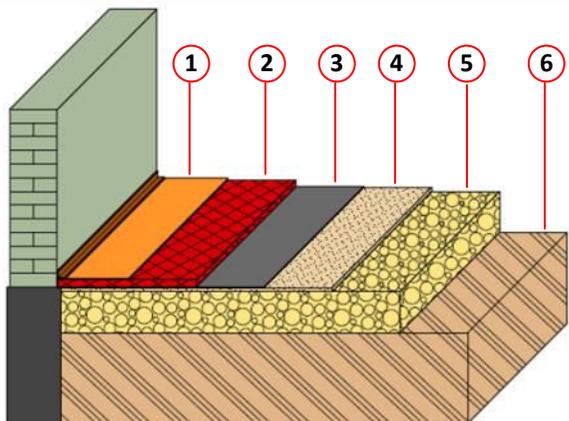
При выборе утеплителя необходимо уделить внимание на плотность, пожаростойкость и экологичность материала



При строительстве энергоэффективных домов в основном выбирают два вида полов:

- ⇒ полы на грунте;
- ⇒ полы на лагах.

**1** – пол из ламината или линолеума; **2** – слой теплоизоляции из самана; **3** – гидроизоляция; **4** – выравнивающий слой песка; **5** – засыпка под полы из щебня и глины; **6** –



## Варианты утепления



Полистиролом



Соломенной обмазкой



Керамзитом

Полы на грунтах не требуют массивной теплоизоляции, но необходима хорошая гидроизоляция

## Пошаговое утепление пола на грунте



**Шаг 1.**  
Уплотнить  
грунт  
основания  
под полы;



**Шаг 2.**  
Произвести  
обратную  
засыпку  
смесью  
щебня и  
глины;



**Шаг 3.**  
Выполнить  
выравнива  
ющий слой  
из мелкого  
сухого  
песка;

**Мелкий песок перед укладкой необходимо высушить**



**Шаг 4.**

Проложить гидроизоляционный слой из полиэтиленовой пленки;



**Шаг 5.**

Выполнить соломенноглиняную обмазку толщиной 5 см;



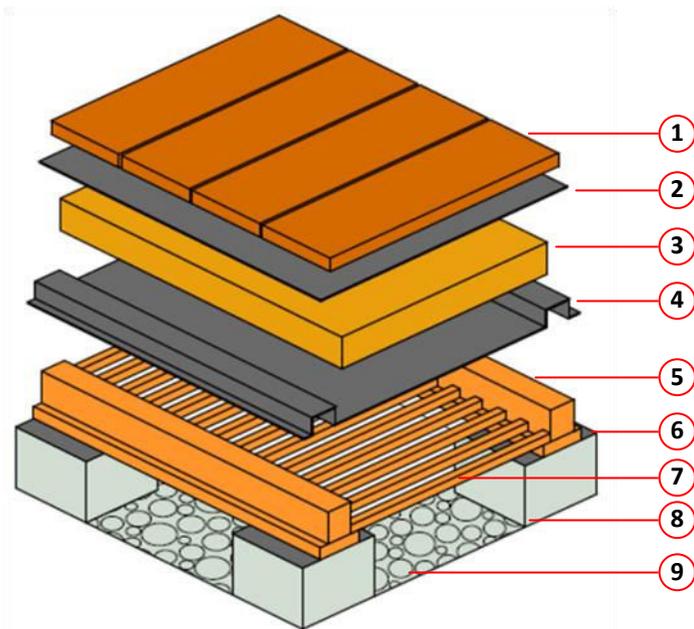
**Шаг 6.**

Выполнить покрытие пола из ламината или линолеума



Для предотвращения появления трещин на поверхности самана после высыхания, рекомендуется при выполнении обмазки проложить слой марли.

## Вариант пола на лагах



1. Настил пола; 2. Пароизоляция; 3. Теплоизоляционные блоки; 4. Гидроизоляционный слой; 5. Деревянная лага; 6. Гидроизоляция; 7. Черновой пол; 8. Бетонные или кирпичные тумбы; 9. Уплотненный грунт основания.



Утепление соломой



Утепление минеральной ватой

**Вариант  
ы  
утеплени  
я**

Утепление между лагами производится в приподнятых полах и при наличии цокольного этажа

## Пошаговое утепление пола на лагах

### **Шаг 1.**

Уплотнить  
грунт  
основания  
под полы;



### **Шаг 2.**

Возвести  
бетонные  
или  
кирпичные  
столбики;



### **Шаг 3.**

Уложить  
на  
столбики  
слой  
гидроизоля  
ции и  
произвести  
монтаж  
деревянных



При применении гидрофобных материалов  
гидроизоляционный и пароизоляционные слои



**Шаг 4.**  
Выполнить черновой пол из реек по направляющим лаги;



**Шаг 5.**  
Проложить гидроизоляционный слой и монтировать плиты теплоизоляции;



**Шаг 6.**  
Проложить пароизоляционный слой и произвести монтаж настила пола.

Утеплитель между лагами укладывается по высоте без зазоров и щелей.



Перетекание холодного воздуха происходит в основном через щели притворов, но инфильтрацию условно относят к площади окон и дверей, а ее интенсивность за счет разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения.



*Окно с щелями*

*Неплотно закрывающиеся дверное полотно*



**Щели окон и дверей – это основной источник температурного дискомфорта в помещении!**



## С помощью самоклеящейся резины



**Уплотнение оконной рамы**



**Уплотнение дверной рамы**



**Виды полимерных уплотнителей**

### Пошаговая инструкция:

1. Снимите постепенно (чтобы клей не успевал высыхать) защитную пленку
2. Приклейте липким краем по периметру окна или двери

*Нельзя заниматься наклейкой, когда на улице низкая температура. Лента не приклеивается или плохо приклеивается и*

## Теплоизоляция окон и дверей с помощью поролона

Наружные двери можно дополнительно утеплять поролоном толщиной в 3см.

### Для этого:

1. Режьте поролон на 1 см меньше кромки дверного полотна
2. Дерматин режется с запасом 5см по периметру двери.
3. Заворачивайте концы дерматина с учетом 1см выступа
4. Готовьте из дерматина ремешки и вставляйте по контуру двери и закрепляйте декоративными



Утепленная входная дверь

Двухслойные окна (стеклопакеты) в 2 раза больше сохраняют тепло чем окна с одинарным остеклением



Двухслойное окно

**Помните!** Срок службы дешевых пластиковых окон ограничен. Рекомендуется использование деревянных окон со стеклопакетом и обязательно с наличием форточки



Теплоизоляционный материал	Теплопроводность	Стоимость	Пожаробезопасность	Влагостойкость	Срок службы	Сжатие	Экологичность
Минеральная вата	Хороший	Плохой	Хороший	Средний	Хороший	Средний	Средний
Стекловата	Хороший	Средний	Хороший	Плохой	Хороший	Плохой	Средний
Вспененный пенополистирол (EPS)	Хороший	Средний	Плохой	Хороший	Хороший	Средний	Средний
Экструдированный пенополистирол (XPS)	Хороший	Плохой	Средний	Хороший	Хороший	Хороший	Средний
Солома	Средний	Хороший	Средний	Средний	Средний	Средний	Хороший
Камыш	Средний	Хороший	Средний	Средний	Средний	Хороший	Хороший
Шерсть	Средний	Хороший	Средний	Плохой	Средний	Средний	Хороший

Хороший      Средний      Плохой

При покупке теплоизоляционного материала необходимо обратить внимание на сертификат качества или технический паспорт, где показан коэффициент теплопроводности материала. Чем меньше этот коэффициент, тем лучше теплоизоляционный материал.

Также обратите внимание на **плотность** теплоизоляционного материала, например если стены утеплять минеральной ватой, минимальная плотность утеплителя должна быть 130 кг/м<sup>3</sup>.



Фасад с юга



Фасад с севера



Высота фасада с юга

Общая стоимость дома | 86 000 сомони

Общая площадь | 96м<sup>2</sup> Площадь обогрева | 68 м<sup>2</sup>

Стоимость 1 м<sup>2</sup> - 900 сомони

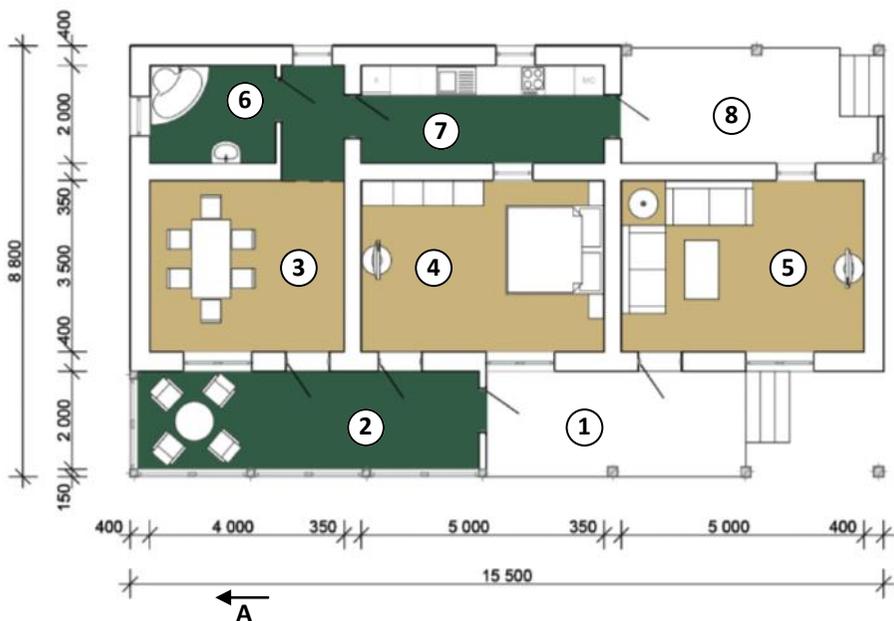
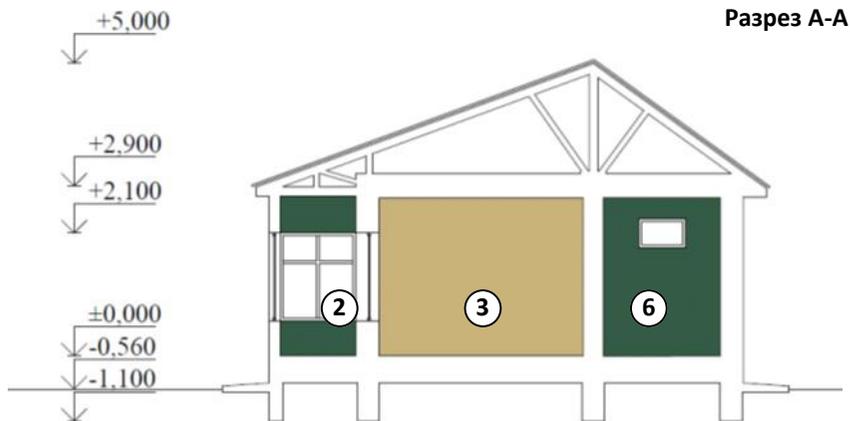
Энергопотребление | 57,5 кВт \* ч / м<sup>2</sup> \* год (класс C)

1 160 кг угля / в сезоне (для отопления всего дома)

Сумма сэкономленная на отопление - 935 сомони/год

Согласно принятым строительным нормам и правилам нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление отдельно стоящих одноквартирных жилых домов принят 57,8 кВт\*час/м<sup>2</sup>\*год с коэффициентом разности 9%.

Этот дом, в год потребляет 1160 кг угля (для полного отопления дома), в то время когда традиционный дом потребляет в 3 раза больше: 3240 кг за сезон. Если дом фасадом ориентирован на север чем на юг, расход угля увеличивается до 16%



- |  |                                      |   |                             |
|--|--------------------------------------|---|-----------------------------|
| ① Открытая веранда<br>8,1 м <sup>2</sup> | ③ Общая комната<br>17 м <sup>2</sup> | ⑤ Гостиная<br>комната 17,5 м <sup>2</sup> | ⑦ Кухня 10 м <sup>2</sup>   |
| ② Закрытая веранда<br>9,5 м <sup>2</sup> | ④ спальня<br>17,5 м <sup>2</sup>     | ⑥ Ванная комната<br>5,1 м <sup>2</sup>    | ⑧ Сарай 10,5 м <sup>2</sup> |



Предлагаемые строительные материалы были выбраны на основе следующих критериев: доступность на местном уровне, цены и техническая эффективность материала. В то же время, принимая во внимание бюджетные возможности и особенности дома, могут быть предложены другие решения.

Наименование работ и стройматериалов	Единица измерения	Общая стоимость	Расход для 1м <sup>2</sup> строительных работ
Бутобетонные Фундаменты	29 м <sup>3</sup>	5 410	74,6
Стены из кирпича	53,5м <sup>3</sup>	5 710	25
Деревянный потолок	4,6 м <sup>3</sup>	7 485	70
Утепление наружных стен минеральной ватой	130 м <sup>2</sup>	9 045	68
Утепление потолка камышом	126 м <sup>2</sup>	1 854	15
Крыша	130 м <sup>2</sup>	7 045	54
Полы из самана	52 м <sup>2</sup>	3 634	70
Окна	7,1 м <sup>2</sup>	2 892	420
Двери	13,6 м <sup>2</sup>	3 400	250
Антисейсмические мероприятия	Общая площадь	4 097	90
Другие материалы	Общая площадь	7 176	107
<b>Всего за материалы</b>		<b>57 748*</b>	
<b>Транспортировка + работа</b>		<b>28 252</b>	
<b>ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЯ</b>		<b>86 000 сомони</b>	

*\*Цены на строительные материалы могут измениться в зависимости от рыночных цен*



## Вариант А-2

Тамбур заменяет закрытую веранду. Недостатком, в отличие от веранды, является отсутствие места для установки топчана и других аксессуаров. Однако, его преимуществом является то, что он не препятствует



## Вариант А-3

В этом варианте было решено с северной стороны пристроить кладовую с проходом через коридор. Веранда с южной стороны может быть сплошной по всей длине здания или сплошным открытым навесом.



## Вариант А-4

Входы в комнаты будут обеспечены через северный коридор. Площадь окон комнат с южной стороны можно увеличить. В этом случае повышается концентрация солнечного тепла в комнатах, но прямой вход с юга будет



Фасад с юга



Фасад с севера



Высота фасада с юга

**Общая стоимость дома | 75 000 сомони**

**Общая площадь | 58 м<sup>2</sup> - Площадь обогрева | 33 м<sup>2</sup>**

**Стоимость 1 м<sup>2</sup> - 1300 сомони**

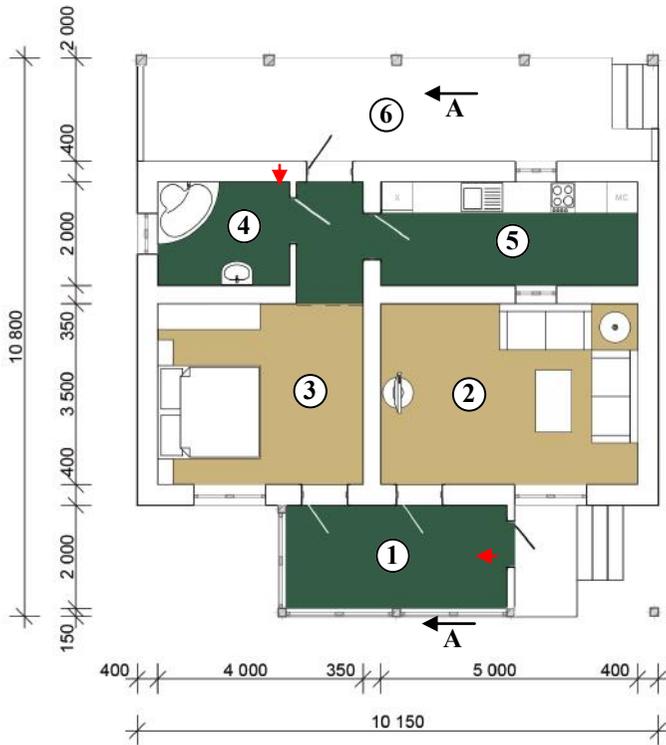
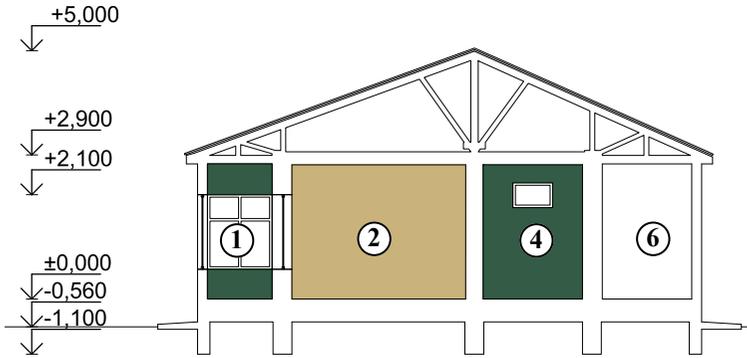
**Энергопотребление | 61,3 кВт \* ч / м<sup>2</sup> \* год (класс C)**

**913 кг угля/сезона (для отопления)**

**Сумма сэкономленная на отопление - 674 сомони в год**

С помощью предлагаемого проекта жилого дома расход угля для полного отопления за сезон составляет 913 кг, что в 3 раза меньше чем в традиционных домах. При использовании энергоэффективной печи в «Зеленом Доме», использование топлива уменьшится до 640 кг за отопительный сезон. Общая стоимость строительства двухкомнатного «Зеленого Дома» около 75000 сомони, традиционный дом стоит дороже, на 20%. Вместо тамбура в южной части здания можно построить веранду. В этом случае будет возможность для установки топчана, но уменьшается накопление солнечного тепла внутри

## Разрез А—А



- |                                   |                                     |                             |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| ① Тамбур—8 м <sup>2</sup>         | ③ Спальня—17,5 м <sup>2</sup>       | ⑤ Кухня—10 м <sup>2</sup>   |
| ② Общая комната—17 м <sup>2</sup> | ④ Ванная комната—5,1 м <sup>2</sup> | ⑥ Сарай—17,3 м <sup>2</sup> |



Наименование работ и стройматериалов	Единица измерения	Общая стоимость*	Расход для 1м <sup>2</sup> строительных работ
Бутобетонные фундаменты	19 м <sup>3</sup>	2 600	74,6
Стены из кирпича	47м <sup>3</sup>	5 323	25
Деревянный потолок	4,13м <sup>3</sup>	6 822	70
Утепление наружных стен минеральной ватой	95 м <sup>2</sup>	6 748	68
Утепление потолка камышом	80 м <sup>2</sup>	2 989	15
Крыша	128 м <sup>2</sup>	6 912	54
Полы из самана	34,5 м <sup>2</sup>	2 415	70
Окна	5,1м <sup>2</sup>	2 495	420
Двери	12,2 м <sup>2</sup>	3 050	250
Анטיсейсмические мероприятия	Общая площадь	3 747	90
Другие материалы	Общая площадь	10599	132
<b>Всего стоимость материалов</b>		<b>53 700*</b>	
<b>Транспортировка + работа</b>		<b>21 300</b>	
<b>ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЯ</b>		<b>75 000 сомони</b>	

\*Цены на строительные материалы могут измениться в зависимости от рыночных цен



## Вариант Б-2

В южной части здания вместо тамбура спроектирована веранда. Такое изменение даёт возможность установить топчан, но является барьером для



## Вариант Б-3

Кухня и ванная комната расположены между двумя комнатами и связаны с общим



## Вариант Б-4

Кухня связывает сарай на северной стороне и веранду с южной стороны.



Фасад с юга



Фасад с севера



Высота южного фасада

**Общая стоимость дома | 53535 сомони**

**Общая площадь | 46 м<sup>2</sup> Площадь обогрева | 35 м<sup>2</sup>**

**Стоимость 1 м<sup>2</sup> - 1150 сомони**

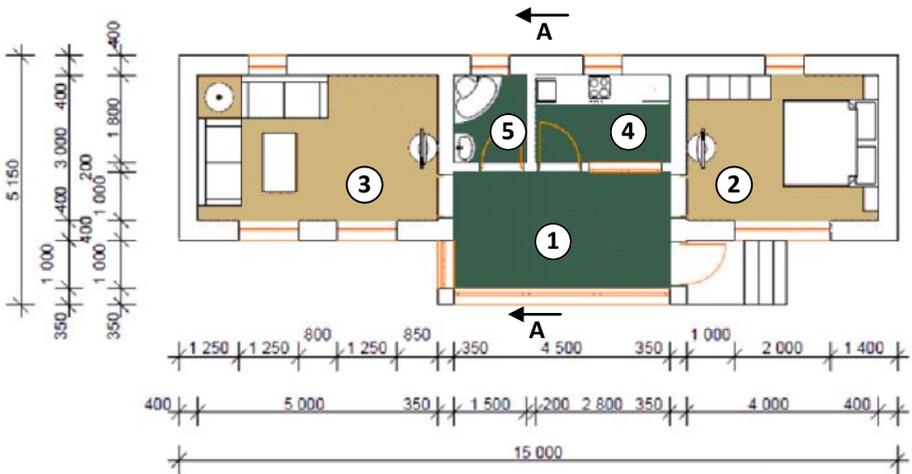
**Энергопотребление | 43 кВт \* ч / м<sup>2</sup> \* год (класс B)**

**460 кг угля / сезон (для отопления)**

**Сумма сэкономленная на отопление- 560 сомони/ год**

В предлагаемом варианте жилого дома солнечная энергия максимально используется для обогрева комнат в зимнее время. Для уменьшения инфильтрации воздуха через двери имеется застекленная веранда. Днем веранда также обогревается за счет Солнца и открыв двери коммат и кухни нагретый воздух поступает в них и дополнительно обогревает. Также днем веранда может быть использована как дополнительное помещение. Для защиты от перегрева в летнее время предусмотрены горизонтальные козырьки

## Разрез А-А



- ① Веранда—8 м<sup>2</sup>
- ③ Гостевая комната—17,5
- ⑤ Ванна—2,7 м<sup>2</sup>
- ② Спальня— 12 м<sup>2</sup>
- ④ Кухня—5,1м<sup>2</sup>

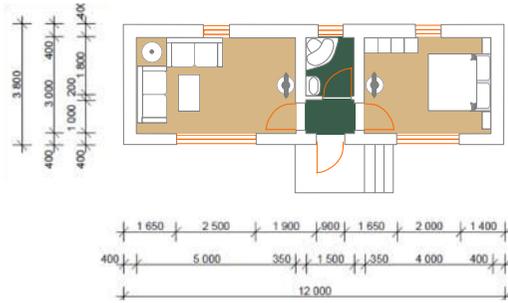


Наименование работ и стройматериалов	Единица измерения	Общая стоимость	Расход для 1м <sup>2</sup> строительных работ
Бутобетонный фундамент	22 м <sup>3</sup>	1 641	74.6
Стены из кирпича	31 м <sup>3</sup>	775	25
Деревянный потолок	46 м <sup>2</sup>	3 220	70
Утепление стен минеральной ватой	85 м <sup>2</sup>	5 780	68
Утепление потолка камышом	63 м <sup>2</sup>	945	15
Крыша	107 м <sup>2</sup>	5 778	54
Полы из самана	46 м <sup>2</sup>	3 220	70
Окна	24 м <sup>2</sup>	10 080	420
Двери	10 м <sup>2</sup>	2 500	250
Антисейсмические мероприятия	Общая площадь	4 140	90
Другие материалы	Общая площадь	10 000	158
<b>Всего стройматериала</b>		<b>48 079*</b>	
<b>Перевозка + услуги мастеров</b>		<b>15 456</b>	
<b>ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЯ</b>		<b>63 535 сомони</b>	

\*Цены на строительные материалы могут измениться в зависимости от рыночных цен

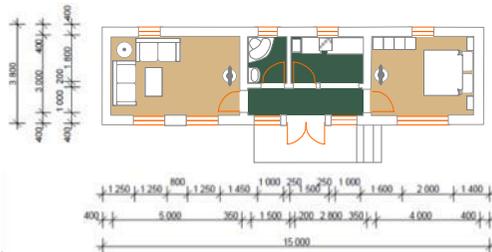


# ВАРИАНТЫ



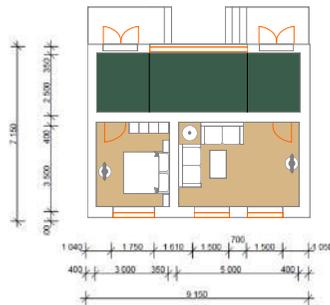
## Вариант В-2

Отличается от варианта В-1 тем, что отсутствуют веранда и кухня. Вместо веранды имеется маленький коридор.



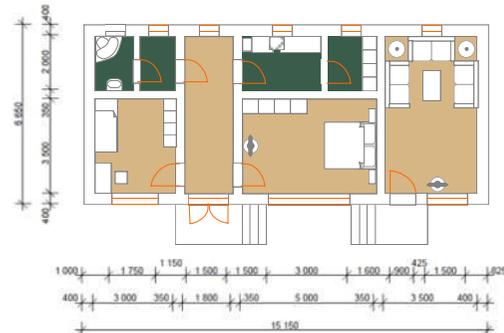
## Вариант В-3

Отличается от варианта В-1 тем, что вместо веранды имеется коридор и в гостиной, вместо одного окна, предусмотрены два окна



## Вариант В-4

Вход в здание с северной стороны через веранду. Веранда играет роль буферной зоны. Отсутствуют ванная и кухня. Комнаты отдельные.



## Вариант В-5

Трехкомнатный дом. Вход в две комнаты, кухню и ванную через коридор. Гостиная имеет отдельный вход. Ванная снабжена раздевалкой, а кухня



## Информационный Центр по Энергоэффективности

Вы планируете строить дом?

**Позвоните: 98 700 52 52**

Посетите: г. Душанбе, ул. Хусейнзода 34  
[www.infoenergy.tj](http://www.infoenergy.tj)



*Бесплатные советы и консультации со стороны  
квалифицированного специалиста по  
энергоэффективному*

**Руководство**  
**«КАК ПОСТРОИТЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ДОМ?»**  
**разработан:**



*Группой по возобновляемым  
источникам энергии, окружающей  
среды и солидарности*

**Авторы:**

*Мирзокурбон Поччоев  
Фаридун Базаров*

**с участием:**

*Арманд Блондо  
Констант Жаннер*

**Дизайн:**

*Алишер Махмадаминов*

**при технической поддержке**



*Научно – Исследовательского  
Института Строительства и  
Архитектуры (НИИСА)*



*Таджикского Технического  
Университета*

**при финансовой поддержке**



*Французского Агентства по  
Развитию*



*Фонд Абе Пер*



*Организации по  
безопасности и  
сотрудничеству в Европе*



## **GERES - ТАДЖИКИСТАН**

Адрес: Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Ак. Раджабовых-7

Телефон: (+992) 98 700 52 52

E-mail: [tajikistan@geres.eu](mailto:tajikistan@geres.eu)

Web: [www.geres.eu](http://www.geres.eu)

Декабрь 2016

