



Ассоциация устойчивого развития населенных пунктов

## **Экодом в Сибири**

обзор литературы, оригинальные разработки, рекомендации специалистов

Новосибирск, 2000

---

Авторы признательны многим специалистам, которые в течение 12 лет, сотрудничая с ЗАО ЭКОДОМ, содействовали развитию экологического домостроения. Выход в свет данной книги - один из результатов этого сотрудничества.

Отдельная благодарность: Ю.В. Ажичакову, А.И. Яворскому и В.А. Огородникову.

Благодарим Сибирский экологический центр за техническую поддержку в издании сборника.

Авторы и редакторы: И.А. Огородников, О.Н. Макарова, Е.С. Дубынина.

Дизайн, макет, обложка, иллюстрации и электронная версия: А.Д. Клещев.

**Экодом в Сибири.** *Обзор литературы, оригинальные разработки, рекомендации специалистов. - Исар-Сибирь, Новосибирск, 2000.*

---

# СОДЕРЖАНИЕ

## Введение

### Глава 1. Краткая информация о Сибири

1.1. Что такое Сибирь

1.2. Потребность в жилье

1.3. Как люди решают жилищную проблему

1.4. Как люди решают проблему питания

### Глава 2. Климат Сибири

2.1. Сибирь - суровый край

### Глава 3. Что такое "экодом"?

3.1. Условия в Сибири для экодома

3.2. Образ жизни

3.3. Так что такое "экодом"?

3.4. Требования к экодому

### Глава 4. Архитектура экодома

4.1. Солнечная архитектура

4.2. Архитектура экодома-коттеджа и экодома-подворья

4.3. Интерьер

4.4. Ландшафтная архитектура

### Глава 5. Как устроен корпус экодома

5.1. Как должен быть утеплен экодом

5.2. Тепловая инерция экодома

5.3. Фундаменты для экодомов

5.4. Дренажная система при устройстве фундамента

5.5. Узел состыковки фундамента, перекрытия и стены

5.6. Мостики холода

5.7. Перекрытие первого этажа

5.8. Стены

5.9. Перекрытие второго этажа

5.10. Крыша

5.11. Окна

5.12. Входной тамбур

5.13. Подвал и техническое подполье

### Глава 6. Обогрев экодома

6.1. Система воздушного солнечного обогрева

6.2. Воздушный солнечный коллектор

6.3. Каталитическая печь медленного горения

6.4. Система приготовления горячей воды

6.5. Жидкостный солнечный коллектор

6.6. Суточный водяной аккумулятор тепла

6.7. Другие аккумуляторы тепла

## [Глава 7. Система хладообеспечения](#)

[7.1. Встроенный в стену зимний холодильник](#)

[7.2. Погреб](#)

[7.3. Ледник](#)

## [Глава 8. Система вентиляции](#)

[8.1. Естественная вентиляция](#)

[8.2. Рекуперация тепла в системе вентиляции](#)

[8.3. Удаление пыли и очистка воздуха](#)

## [Глава 9. Система водоснабжения](#)

[9.1. Система сбора и накопления дождевой воды](#)

## [Глава 10. Электрообеспечение](#)

[10.1. Электрическая энергия от сети](#)

[10.2. Солнечная электроустановка](#)

## [Глава 11. Биопереработка твердых органических отходов](#)

[11.1. Однокамерный безводный биотуалет непрерывного действия \(Кливус-Мультрум\)](#)

[11.2. Двухкамерный безводный биотуалет](#)

[11.3. Комбинированный биотуалет со смывом и фильтрацией стоков](#)

[11.4. Летние биотуалеты на приусадебном участке](#)

## [Глава 12. Переработка и утилизация бытовых стоков](#)

[12.1. Простейшая система накопительного типа](#)

[12.2. Система раздельной очистки бытовых сточных вод с использованием компостирующего биотуалета](#)

[12.3. Система раздельной очистки бытовых сточных вод с использованием смывного туалета](#)

[12.4. Основные элементы систем переработки и утилизации стоков](#)

## [Глава 13. Приусадебный участок](#)

## [Глава 14. Строительные материалы для экоддома, технологии их производства](#)

## [Глава 15. Технология строительства](#)

[Заключение](#)

[Словарь терминов](#)

[Литература](#)

[Послесловие](#)

[Сведения об авторах](#)

## **ВВЕДЕНИЕ**

На вопрос: "Довольны ли вы своим жильем?", - большинство читателей ответит отрицательно. У кого-то его и нет - своего, собственного - очень многие жилье снимают, живут в общежитиях или с родителями.

Кого-то не устраивают его размеры - площадь, количество комнат. Не нравится неудачная планировка. Часто квартира плохо сориентирована, - в некоторые комнаты никогда не заглядывает солнце, зато в других невозможно укрыться от его жаркого света. Замучили сквозняки, - сколько не затыкай щели в рамах, все равно - дует. В квартире слишком сухой (или наоборот - слишком влажный) воздух. Стены дома не удерживают тепло, зимой в нем холодно, а летом - жарко, много электроэнергии, а следовательно - денег - уходит на вентиляцию и отопление. Ведь и батареи - еле теплые. И воду горячую отключают регулярно. И лифт постоянно сломан. И ребенку погулять негде. И еще эти соседи сверху - мало того, что за десять лет тридцать раз залили, еще и ночами шумят регулярно...

Так ответят жильцы благоустроенных квартир. А у владельцев частных домов - свои жалобы. В основном - на отсутствие удобств - теплого туалета, водопровода (горячей воды), душа-ванной. На ежегодные проблемы с дровами или углем (если дом большой или печь "жаркая" - не напасешься). На то, что такой дом требует постоянного ухода, заботы, внимания (т.е. - много времени хозяев). Такой дом не оставишь без "догляда", особенно - зимой, не отлучишься от него даже на несколько дней.

Возможно ли построить себе жилье, соединяющее в себе достоинства городской квартиры и благоприятный микроклимат и "независимость" индивидуального дома? Если представить себе стоимость подведения коммуникаций (канализации и отопления), то такое жилище не по карману большинству наших земляков.

А если сделать такой дом, который настолько хорошо "держал тепло", что не нуждался бы в дополнительном подогреве? В котором, при теплом туалете, отсутствовала бы внешняя система канализации и очистки, а отходы превращались бы в "доходы"? Который был бы построен из экологически чистых материалов, но не изъятых из дикой природы? Который настолько "вписался" бы в окружающую природную среду, что не противостоял бы ей, а сохранял и даже восстанавливал? Дом, который при небольшой себестоимости требовал бы минимальных расходов средств и времени на свое содержание?

И такой дом-мечту, экологический дом, "дом домов", экодом, можно построить уже сейчас - и строятся такие дома по всему миру.

Если вы решите построить именно такой дом, то эта книга станет вам хорошим пособием, позволит избежать ошибок при строительстве либо правильно сформулировать свои требования для проектировщика и строителей.

Итак, что такое - экологическое жилье? Это - дружелюбные окружающей природной среде, комфортабельные, очень теплые индивидуальные или сблокированные дома с приусадебными участками. Экодома оборудованы собственной системой отопления, использующей, в дополнение к обычному, солнечный обогрев дома и солнечный нагрев воды для бытовых нужд. Все органические отходы экодома в простейших биореакторах перерабатываются в удобрение и используются на приусадебном участке.

Благодаря экодому вы будете независимы от надвигающегося энергетического кризиса, роста цен на жилье и коммунальные услуги, вам будет обеспечено качественное питание.

**При строительстве экодома возможный вред природной среде сведен к минимуму. А при его эксплуатации происходит максимальное улучшение природной среды. Критериями нагрузки (вреда) на природную среду служат количество энергии, изъятая у природы в виде невозобновимых энергоресурсов и затраченной в целом на жилье (включая энергозатраты на добычу материалов, их производство, транспортировку, строительство, последующий демонтаж и утилизацию, а так же количество вредных выбросов в окружающую среду, сопровождающее эти процессы).**

Многое, что описано в этой книге, широко применяется в других странах и у нас в России. Не все из зарубежного оборудования мы можем эффективно использовать в наших домах, так как оно рассчитано на

более мягкий климат. Но строить теплые дома, - основу любого экодому, - мы можем уже сейчас. Важно только предусмотреть при проектировании то оборудование, которое будет постепенно установлено в теплом доме, тем самым превратив его в экодом.

## **Глава 1 КРАТКАЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СИБИРИ**

### **1.1. Что такое Сибирь**

Сибирь охватывает территорию от Урала до Тихого океана площадью 12,7 млн. кв. км (рис.1.1). Около 65 % территории относится к районам крайнего Севера. Она территориально разделена на три экономических района: Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальневосточный.



Рис. 1.1. Схематическая карта Сибири с разделением на экономические районы.

#### **Западная Сибирь**

Западно-Сибирский экономический район занимает территорию 2,4 млн. кв. км (14 % территории России), на ней проживает 15 млн. человек (10,2 % населения России). Средняя плотность - 6,2 человека на 1 кв. км. В состав района входят Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская и Тюменская области. В Западной Сибири 80 городов и более 100 небольших населенных пунктов.

#### **Восточная Сибирь**

Восточно-Сибирский экономический район занимает территорию 4,1 млн. кв. км (24 % территории России), где проживает 9,2 млн. человек (6,3 % населения России). Средняя плотность - 2,2 человека на 1 кв. км. В состав района входят Республика Бурятия, Республика Хакасия, Красноярский край, Иркутская и Читинская области. В Восточной Сибири 70 городов и более 100 небольших населенных пунктов.

## Дальний Восток

Дальневосточный экономический район занимает территорию 6,2 млн. кв. км (33,8 % территории России), где проживает 8,1 млн. человек (5,5 % населения России). Средняя плотность - 1,3 человека на 1 кв. км. В состав района входят Республика Саха (Якутия), Приморский и Хабаровский края, Амурская, Сахалинская, Камчатская и Магаданская области. На Дальнем Востоке 70 городов и примерно такое же количество небольших населенных пунктов.

В Сибири сосредоточены основные запасы невозпроизводимых ресурсов России. По оценкам Госкомстата к настоящему времени израсходовано не более 5-7 % этих запасов. Большинство месторождений расположено в труднодоступных местах, но даже в активно освоенной зоне их запасы превосходят ресурсы Европейской части России.

В целом население Сибири насчитывает 30,4 млн. человек, это пятая часть населения России. В основном, оно сосредоточено в Южной части региона вдоль Транссибирской железнодорожной магистрали. Здесь же расположены все наиболее крупные города. На рис. 1.2 показана схема расселения России.



Рис. 1.2. Схема расселения России.

## 1.2. Потребность в жилье

В Сибири жилищная проблема стоит куда острее, чем в остальной жилищно-неблагополучной России, причем она усугубляется проблемами эксплуатации из-за сурового климата.

Регион	Жилых ячеек/домохозяйств на 1000 человек населения		
	Всего	Города	Села
Россия	340/351	322/352	387/350
Европейская часть РФ	345/355	323/354	405/357
Сибирь	321/338	319/342	325/326
Новосибирская область	316/349	300/351	361/344

Таблица 1.1. Обеспеченность жильем ячейками. Источник: Ежегодный справочник Госкомстата, 1998.

Жилая ячейка - отдельное жилье, домохозяйство - отдельная семья, в том числе, состоящая из одного человека.

Уровень обеспеченности Сибири составляет 89% от уровня Европейской части РФ (94 % в городах, 79 % в селах).

В Сибири низка комфортность жилья, его качество. Городские индивидуальные дома зачастую не имеют большинства коммунальных удобств. Показатели по всем видам удобств Сибири приведены в таблице 1.2.

Доля квартир (%), имеющих:	в целом по Сибири	городские поселения	сельская местность
Водопровод	73,9	86,7	31,1
Канализацию	69,5	83,8	21,8
Центральное отопление	72,5	86,3	26,3
Горячее водоснабжение	58,1	72,6	9,5
Ванну или душ	65,3	79,3	18,4
Газ или электроплиту	74,7	77,8	64,4

Таблица 1.2. Комфортность и качество жилья. Источник: Ежегодный справочник Госкомстата, 1998.

В таблице 3 приведены оценки современной потребности населения Сибири в дополнительном жилье, необходимом для ликвидации абсолютного дефицита.

Регион	Числитель - тыс. жилых ячеек, знаменатель - млн. кв. м. общей площади жилища		
	Всего	Города	Села
Сибирь	673-2102	570-1685	103-417
	43,7-136,4	37,1-109,4	6,6-27,0
Новосибирская область	103-193	103-186	0-7
	6,7-12,5	6,7-12,1	0-0,4

Таблица 1.3. Потребности в жилье. Источник: Ежегодный справочник Госкомстата. 1998.

Для удовлетворения потребности нынешнего населения Сибири в жилье, необходимо ввести в действие 43,7 млн. кв. м общей площади жилых домов (без учета компенсации выбытия жилищного фонда).

Миграции населения из северных районов Сибири в южные также увеличивают дефицит жилья. Если исходить из прогноза увеличения численности населения за счет мигрантов на 2 млн. человек, и учитывать дефицит жилья для коренного населения, то к 2005 году в Сибири нужно построить 2,1 млн. индивидуальных домов и квартир современного уровня (средняя площадь дома принята 74 м кв.) При среднем размере домохозяйства 2,6 человека, 5,4 млн. человек нуждаются в новом жилье. Это 16 % населения Сибири.

### 1.3. Как люди решают жилищную проблему

В политике государства в качестве приоритетного направления принято развитие индивидуального домостроения за счет средств населения. С 1992 года малоэтажное строительство развивается быстрыми темпами. В настоящее время по объемам оно превышает строительство за счет бюджетных средств (рис. 1.3).

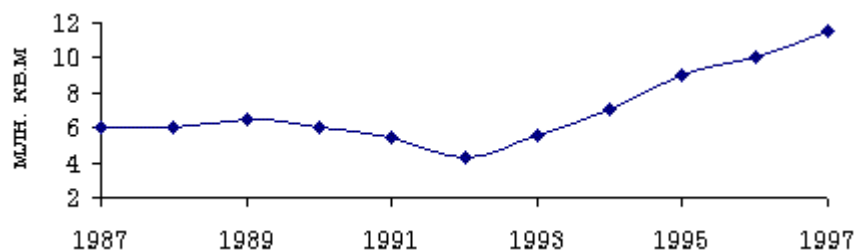


Рис. 1.3. Ввод жилья в России силами населения. Источник: Федеральные программы "Жилище", "Свой дом".

## 1.4. Как люди решают проблему питания

Для того, чтобы дом удовлетворял требованиям большей части населения, он должен обеспечивать им привычный образ жизни. Одной из характерных особенностей России, в частности Сибири, является высокая активность людей в самообеспечении продуктами питания за счет приусадебных, садово-огородных земельных участков. Об этом свидетельствуют приведенные ниже графики (рис. 1.4, 1.5).

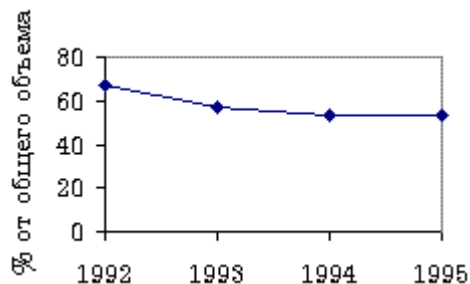


Рис. 1.4. Производство сельскохозяйственной продукции коллективными хозяйствами (используется 500 млн.га или 70 % угодий). Источник: Ежегодный справочник Госкомстата, 1996.

Практически половину валового объема сельскохозяйственной продукции в стране производит 60 % населения в своих личных хозяйствах. В том числе, на долю фермерских хозяйств, приходится ~2 % продукции. На селе население активизировало на своих подворьях откорм скота на мясо и молоко.

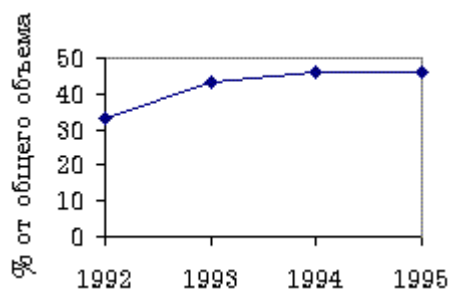


Рис. 1.5. Производство сельхозпродукции на приусадебных, дачных участках фермерскими хозяйствами (используется 1,1 % от общей площади сельхозугодий). Источник: Ежегодный справочник Госкомстата. 1996.

Садоводством и огородничеством занимаются городские жители разных профессий, не имеющие аграрной подготовки, но обучившиеся на практике работе на земле и добившиеся высокой эффективности выращивания продукции на приусадебных и садово-огородных земельных участках.

46 % валовой сельскохозяйственной продукции России производится на 1,1 % от всех сельскохозяйственных угодий.

Основой такого успеха являются глубокие земледельческие традиции российского населения, взаимное обучение людей, обмен опытом, наличие в домашних библиотечках и в продаже простых и удобных для пользования книг и пособий для садоводов-любителей. Основная часть населения занимается этим по необходимости. Но существует категория людей с устойчивым финансовым положением, стремящаяся личным трудом для своих семей производить экологически чистые продукты питания.

Коллективные хозяйства страны производят преимущественно зерно, молоко и, в основном, обеспечивают потребности страны в этих видах продукции. В худшем положении находится коллективное животноводство. Недостаточное внутреннее производство мясных продуктов покрывается закупками их за рубежом.

## Выводы

В Сибири необходимо решить проблему обеспечения жильем практически для пятой части населения.

Из-за того, что государство приняло политику решения жилищной проблемы за счет самого населения, постепенно сформировалась устойчивая тенденция строительства индивидуального жилья. Причем несколько последних лет строительство стало развиваться очень быстрыми темпами.

Другой очень важной тенденцией стал рост развития производства продуктов питания силами населения, основой чего является многовековая российская традиция.

Принимая во внимание эти положительные тенденции, задача государственных, научных и общественных учреждений - всячески поддержать этот процесс, обеспечить его законодательной, научно-технической, нормативной, технологической, организационной и учебной базами, способствовать внедрению энергоэффективных и экологически чистых технологий в практическое строительство.

## Глава 2 КЛИМАТ СИБИРИ

Всем известно, что практически на всей территории Сибири континентальный и резкоконтинентальный климат. Исключение составляют территории, расположенные на побережье Тихого океана. В течение большей части года практически во всех районах Сибири имеется существенный недостаток тепла для комфортного проживания людей и выращивания сельскохозяйственных культур. Поэтому население Сибири сосредоточено преимущественно в южной ее части. Ниже приводятся данные по климату на примере городов Томск (северная граница расселения), Новосибирск (средняя часть), Барнаул (южная граница).

### 2.1. Сибирь - суровый край

Ярко выраженный континентальный климат Сибири характеризуется суровой продолжительной зимой, коротким, жарким, часто засушливым, летом. Температура зимой на поверхности земли (снега) опускается до - 49 - - 59 °С, а летом на почве, не покрытой растительностью, достигает + 45 - + 50 °С. Экстремальные и близкие к ним значения максимальной и минимальной температур отмечались несколько раз за столетний период наблюдений.

Часто встречающиеся максимальные температуры длятся от нескольких дней до двух-трех недель и обеспечивают перепад от 80 до 90 °С между летом и зимой. Такие колебания температуры в течение года предъявляет особые требования к строительным материалам, конструкциям и системам жизнеобеспечения зданий.

В сибирском климате необходимы соответствующие инженерные и технические решения, чтобы обеспечить их долговечность, экономию энергии, комфортные условия и доступность по ценам для населения.

Изменение температуры воздуха в течение года определяет время и характер теплопотерь в доме. В таблице 2.1 дано распределение среднемесячной температуры в Барнауле, Томске и Новосибирске.

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Средне- годовая
Томск	-9,4	-16,9	-9,9	0	8,7	15,4	18,3	15,1	9,3	0,8	-10,1	-17,3	-0,5
Новоси- бирск	-18,8	-17,3	-10,1	1,5	10,3	16,7	19,0	15,8	10,1	1,9	-9,2	-16,5	0,2
Барнаул	-17,5	-16,1	-9,1	2,1	11,4	17,7	19,8	16,9	10,8	2,5	-7,9	-15,0	1,3

Таблица 2.1. Среднемесячные температуры воздуха, t оС. Источник: Научно-прикладной справочник по климату СССР, 1993.

Среднегодовая температура для Новосибирска и Барнаула имеет небольшие положительные величины, а для Томска - отрицательные. Такое состояние температуры не типично. За столетие в Новосибирске многократно отмечено отрицательное значение среднегодовой температуры. Зимний период, длящийся 5 месяцев, имеет большие отрицательные значения среднемесячной температуры. Это характерно для большинства населенных пунктов вдоль транссибирской железнодорожной магистрали, а к северу от нее среднегодовая температура постоянно отрицательная. В весенний период, в начале лета и ранней осенью имеют место регулярные ночные заморозки.

В этих условиях население Сибири прилагает значительно больше усилий, чем жители центральной России, на создание себе приемлемого жилья, его эксплуатацию, обеспечение себя продуктами питания. В таблице 2.2 приведено количество безморозных дней.

	среднее	наименьшее	наибольшее
Томск	115	88	155
Новосибирск	108	78	141
Барнаул	120	77	158

Таблица 2.2. Количество безморозных дней в течение года. Источник: Научно-прикладной справочник по климату СССР 1993.

Несмотря на холодный климат, Сибирь характеризуется обилием солнечных дней. Продолжительность солнечного сияния составляет четверть года. Этот фактор является благоприятным для создания экодомов и использования солнца в качестве альтернативного источника тепла и электроэнергии. В таблице 2.3 приведены данные по распределению солнечного сияния по месяцам.

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	за год
Томск	52	96	163	223	256	292	309	242	172	79	42	32	1958
Новосибирск	70	112	168	215	273	298	311	247	185	93	60	51	2083
Барнаул	66	102	156	203	260	290	292	253	186	106	61	50	2025

Таблица 2.3. Продолжительность солнечного сияния, часы. Источник: Научно-прикладной справочник по климату СССР, 1993.

Согласно многолетним наблюдениям, в зоне расселения солнце полностью закрыто облаками от 66 до 83 дней в году.

Важным параметром является количество солнечной энергии падающей на 1 м. кв. Эти данные приведены в таблице 2.4.

Основное поступление солнечной энергии приходится на летние месяцы. С ноября по февраль наблюдается существенный дефицит солнечной энергии.

Несмотря на это, общего количества солнечной энергии достаточно для ощутимой экономии других видов топлива (таблица 2.4).

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	за год
Барнаул	178	282	512	665	874	937	902	757	532	363	188	161	6371
Новосибирск	128	223	453	652	820	880	859	720	503	312	178	89	5815
Томск	72	171	408	647	832	905	878	711	430	210	98	35	5397

Таблица 2.4. Максимальный приход солнечной радиации при средней прозрачности атмосферы, МДж/м<sup>2</sup>. Источник: Научно-прикладной справочник по климату СССР, 1993.

Для Сибири характерен преимущественно сухой климат (таблица 2.5). Основные осадки выпадают в конце весны и летом в виде дождя. Наибольшее количество осадков (60 - 80 мм) выпадает в июле, часто в виде сильных ливневых дождей.

На зимний период приходится 17 - 20 % годовой нормы осадков. Снежный покров обычно формируется в конце октября - начале ноября и полностью сходит в апреле. Толщина его в Новосибирской области варьируется от 35 - 55 см до 100 - 130 см и держится 165 - 175 дней.

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	за год
Томск	34	23	28	31	51	67	77	76	49	55	58	42	591
Новосибирск	19	14	15	24	36	58	72	66	44	36	32	24	442
Барнаул	26	25	26	37	56	66	75	64	48	56	50	38	569

Таблица 2.5. Количество осадков (мм). Источник: Научно-прикладной справочник по климату СССР. 1993.

Так как сибиряки живут в самом холодном климате, то здесь надо очень сильно утеплять дома, чтобы их можно было отапливаться круглый год только за счет солнца. А так как от солнца много энергии поступает летом, а холодно зимой, - нужно научиться аккумулировать тепло летом, а расходовать зимой. В конце зимы и весной в дневное время много солнечной энергии, так что ее может хватить на обогрев днем и на ночь, а значит надо научиться накапливать ее днем для использования ночью.

Летом влаги мало, меньше, чем необходимо для полива сада и огорода, поэтому весеннюю талую и летнюю дождевую воду надо тщательно собирать и рационально использовать.

Наш Сибирский климат существенно суровее по сравнению с Европой, Канадой и США. Поэтому мы можем использовать накопленный там и адаптированный для нас опыт в строительстве энергоэффективного, экологического жилья, но мы должны найти свои решения, которые приводят к тем же результатам, но в наших сибирских климатических условиях.

Так какое же жилье мы должны строить, чтобы жить как в Европе или в другом, более мягком, чем у нас, климате?

У нас нет выбора. Мы не можем больше себе позволить строить привычные дома или просто копировать дома, разработанные для более мягкого климата. Мы должны строить только разработанные здесь экодому, а другие, "чужие" проекты обязательно адаптировать к условиям Сибири.

## Глава 3 ЧТО ТАКОЕ "ЭКОДОМ" ?

### 3.1. Условия в Сибири для экодому

Итак, в Сибири суровый климат. Отопительный сезон около семи месяцев. С другой стороны в Сибири много солнечных дней и высокий уровень солнечной энергии. Летом часто бывают засухи - отсюда дефицит воды для ведения приусадебного хозяйства. Особенности климата приводят к определенному образу жизни, сильно различающемуся между зимой и летом. В проекте дома очень важно предусматривать существенную разницу летнего и зимнего сезонов и соответствующего образа жизни типичной сибирской семьи.

### 3.2. Образ жизни

Коротким летом значительная часть населения Сибири (но не вся) по многовековой традиции выращивает сельхозпродукцию на своих земельных участках и заготавливает их на зиму. Поэтому дом и подворье должны предоставить человеку максимум удобств: подсобные помещения для хранения огородного инвентаря, выращивания рассады, приготовления удобрений, накопления и хранения воды для полива, обработки и хранения продуктов и т.д.

Зимний образ жизни требует минимума подсобных помещений в отапливаемой части дома (стенные шкафы для белья и одежды, хранения небольшой доли продуктов). Большинству людей нужна просто комфортабельная квартира городского типа.

### 3.3. Так что такое "экодом"?

Необходимое условие выживания человека - сохранение не тронутой и восстановление нарушенной человеком природной среды, в том числе и улучшение здоровья человека как части этой среды. Для кардинального уменьшения нагрузки на природную среду от жилищно-коммунального хозяйства в целом (включая производство строительных материалов, само строительство жилья и его эксплуатацию) жилье должно постепенно стать экожилем.

*Экодом - это система с положительным экологическим ресурсом. Она состоит из дома нулевого энергопотребления и приусадебного участка. Участок предназначен для биологической переработки и утилизации всех жидких и твердых органических отходов и выращивания сельхозпродукции с помощью биоинтенсивных методов и методов пермакультуры. Эти методы позволяют наращивать экологический ресурс приусадебного участка быстрее, чем в естественных природных условиях. Экодом должен быть доступен по цене большей части населения.*

В понятие экодом входит сам дом, надворные постройки, приусадебный участок с биоботанической площадкой, садом-огородом, системой накопления воды, местом отдыха.

Экодом может обеспечить такое качество жизни, при котором семья будет иметь возможность вырастить здоровое следующее поколение. При массовом строительстве экожилия можно надеяться на качественное воспроизводство человеческой популяции в целом и восстановление нарушенного экологического ресурса в населенных пунктах.

### 3.4. Требования к экодому

Для воплощения определения экодома в практику необходимо выполнить следующие требования:

*Первое. Экодом должен обеспечиваться теплом, горячей водой и электричеством только за счет солнечной энергии и являться домом нулевого энергопотребления (не использующим невозобновимые источники энергии). Получение тепловой энергии из солнечного излучения осуществляется в солнечных (воздушных или жидкостных) коллекторах, а электрической энергии - в солнечных батареях. Избытки тепловой энергии накапливаются и хранятся в сезонных и суточных аккумуляторах тепла. Длительному сохранению тепла в доме способствуют также архитектурные и конструкторские решения, эффективные утеплители. При недостатке "солнечного" тепла и электроэнергии в экодоме используются другие генераторы тепла на возобновимом топливе, а так же централизованная энергосистема.*

*Второе. Для строительства экодома должны использоваться местные строительные материалы, малозатратные по способу добычи, переработке, перевозке, позволяющие применять технологии строительства дома без тяжелой техники. После окончания эксплуатационного цикла экодома материалы естественным образом утилизируются на месте. Применение таких материалов делает экодом доступным малообеспеченным слоям населения.*

*Третье. При эксплуатации экодома необходимо применять естественные биоинтенсивные технологии для переработки и утилизации органических отходов (твердых, жидких) и для повышения плодородия почвы, выращивания сельхозпродукции. Это можно обеспечить ведением органического земледелия и выращивания компостных культур для удобрения сада-огорода без привоза удобрений извне. Экодом должен обеспечить накопление экологического ресурса участка, на котором он построен.*

## Выводы

Массовое строительство экодомов может сделать жилищное строительство средством решения многих экологических проблем, стоящих перед человечеством. При эксплуатации дома человек своей жизнедеятельностью должен способствовать преобразованию солнечной энергии в живую биомассу эффективнее, чем это происходит при естественном развитии экосистемы, превышая величину естественного воспроизводства среды в естественном состоянии.

Экодому нельзя построить (и людям там жить не желательно) севернее той широты, за которой невозможно обеспечить солнечное отопление дома из-за недостатка солнечной энергии даже при экономически разумном утеплении дома.

## Глава 4 АРХИТЕКТУРА ЭКОДОМА

Экодом должен быть эстетически привлекательным. Однако его архитектура в первую очередь обеспечивает оптимальную работу основных биоэнергетических систем. Поэтому при проектировании экодому учитываются следующие факторы:

- (\* минимизация отапливаемой (зимней) части дома с возможным ее зонированием на постоянно отапливаемую и периодически отапливаемую части (при меняющемся составе семьи)
- (\* оптимизация взаимного расположения отапливаемой части дома и элементов подворья для уменьшения потерь тепла зимой в отапливаемой части и при переходах из одной части в другую, и максимального удобства летом при ведении подсобного хозяйства
- (\* обеспечение достаточного освещения основного (зимнего) помещения при условии большого количества буферных зон
- (\* обеспечение возможности поэтапного строительства и оснащения дома инженерным оборудованием, в том числе строительства первого отапливаемого блока за один строительный сезон, чтобы застройщик, начав строительство весной, осенью мог вселиться в дом
- (\* обеспечение возможности будущего расширения (блокирования) дома без его существенной реконструкции (растущий дом)
- (\* обеспечение установки инженерного оборудования экодому без дополнительной реконструкции и для удобной его эксплуатации
- (\* обеспечение естественной вентиляции в связи с повышенной герметичностью дома
- (\* оптимальное расположение экодому на участке с учетом особенностей ландшафта и методов ведения работ на приусадебном участке.

Большое влияние на архитектуру и планировку экодому оказывают инженерные системы, выполняющие те же функции, что и в обычном доме. Они обеспечивают обогрев, снабжение холодной и горячей водой, электроэнергией для освещения и работы бытовой техники, вентиляцию дома и удаление всех отходов. В отличие от оборудования обычного дома, подключенного к централизованным коммуникациям все это оборудование автономное.

Главные требования к инженерным системам - функциональность и простота, возможность самостоятельного изготовления большей их части, простота и удобство для профилактических и ремонтных работ, возможность замены без реконструкции дома.

Говоря о дополнительных особенностях архитектуры экодому и планировки приусадебного участка, необходимо сказать о ее "солнечной" и "ландшафтной" составляющих.

## 4.1. Солнечная архитектура

Используя приемы солнечной архитектуры, дом можно спроектировать с пассивными и активными элементами поглощения и использования энергии.

Современный "солнечный" дом строится и оборудуется так, чтобы максимально поглощать и использовать солнечное излучение на обогрев, приготовление горячей воды и электрообеспечение. Экодом, спроектированный по принципам солнечной архитектуры выглядит практически как обычный дом со всеми атрибутами современного, хорошо спланированного дома, требующего минимум обслуживания. В отличие от обычного дома экодом эффективно аккумулирует в себе солнечную энергию. Главными инженерными элементами солнечной архитектуры экодома являются расположенные на крыше солнечные коллекторы для нагрева воздуха и воды, солнечные батареи и пристроенная с юга теплица (Рис. 4.1.). Выгода использования солнечной энергии будет максимальной, если дом еще и эффективно утеплить.

Пассивная солнечная технология - давно известный способ проектирования и строительства зданий и тысячелетиями используется людьми, чтобы получить максимум преимуществ от солнечного излучения.

В Сибири много солнечных дней. Если расположить дом так, что его солнечные системы максимально воспримут солнечную энергию, хорошо его утеплить, то с февраля дом можно обогревать за счет солнца, а аккумулированного летнего тепла может хватить на всю зиму. "Правильное" расположение и строительство дома предполагает его южную ориентацию (для максимального съема солнечной энергии) и наличие буферных зон (теплица с юга, гараж с севера, веранды с запада или востока и т.д.).

В холодный период года солнце используется в пассивной системе отопления, снижая тем самым нагрузку на обогревающую систему. В тёплый период года энергия солнца используется для приготовления горячей воды, избавляя жильцов от необходимости специально ее подогревать.

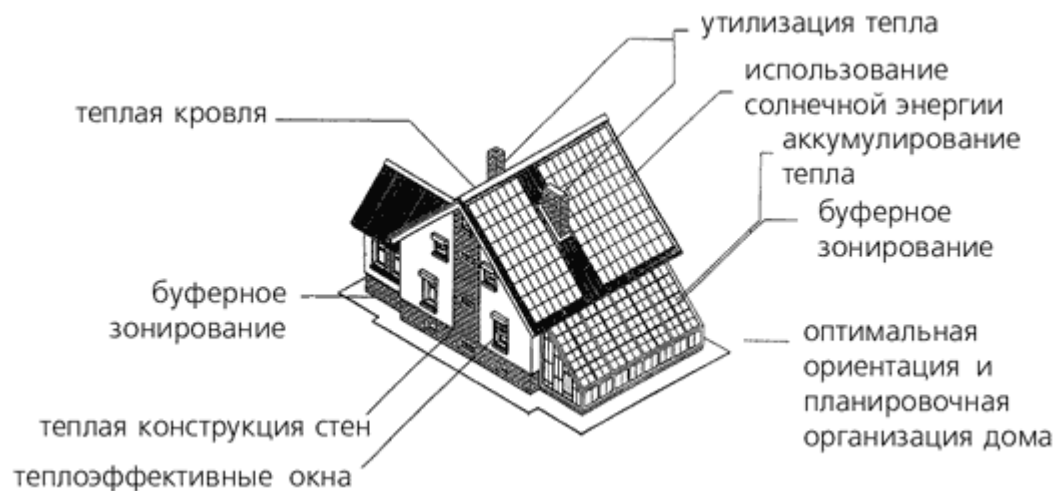


Рис. 4.1. Пример дома с элементами солнечной архитектуры.

## 4.2. Архитектура экодома-коттеджа и экодома-подворья

**Тип экодома.** Все строящиеся индивидуальные дома можно разделить на две группы. Это коттедж или подворье. Выбор определяется образом жизни, местом расположения, возможностями семьи. Для плотной городской застройки это - коттедж. В пригороде и сельской местности - это подворье.

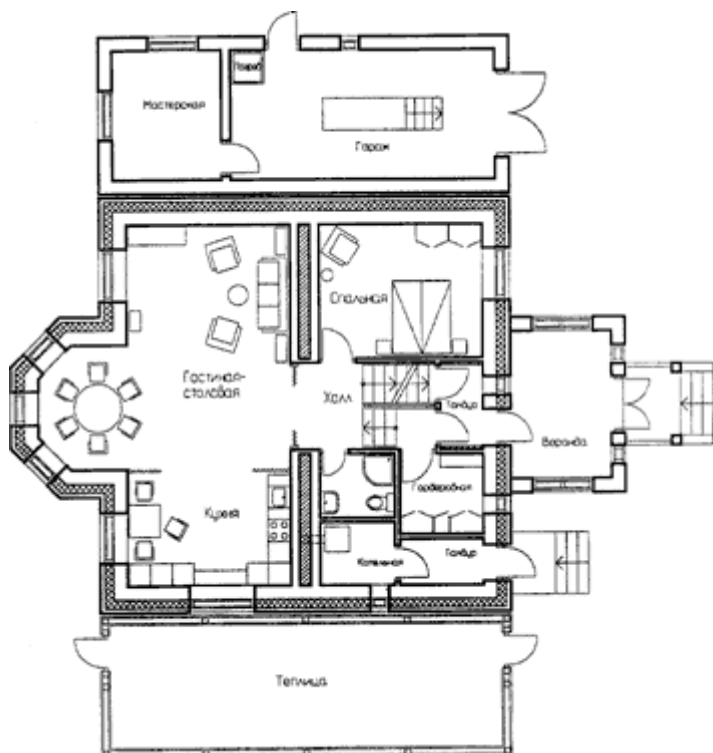
**Коттедж.** Жилой дом для людей, не предполагающих активное ведение садово-огородного хозяйства. Этот дом ограничивается основной конструкцией дома, техническим подвалом (или пристройкой), пристроенным гаражом, деревянным складом, системой сбора и накопления воды (бассейн, прудик) и внутренним двориком (по желанию).

**Подворье.** Подворье призвано обеспечить комфортное ведение приусадебного хозяйства в летнее время года. Подворье, как правило, включает в себя: летнюю кухню, веранду, летнюю спальню (не утепленную часть чердака), летний душ, баню, гараж,

внутренний дворик (желательно с навесом), пристроенную к дому теплицу, дровяной склад, погреб, ледник, систему сбора воды с территории участка с искусственным покрытием, бассейн.

### Экодом-коттедж

На Рис. 4.2. представлены основные элементы внешнего устройства экодома. К ним относятся: теплица с южной стороны, пристроенные с северной стороны технические помещения (гараж, мастерская), выполняющие дополнительную функцию тепловых буферных зон, остекленные веранды (с запада или востока). Экодом ориентирован на юг, с тем, чтобы максимально использовать пассивный солнечный обогрев. На крыше (или вне дома, в зависимости от конкретных условий) располагаются солнечные батареи, солнечные коллекторы (воздушные и водяные).



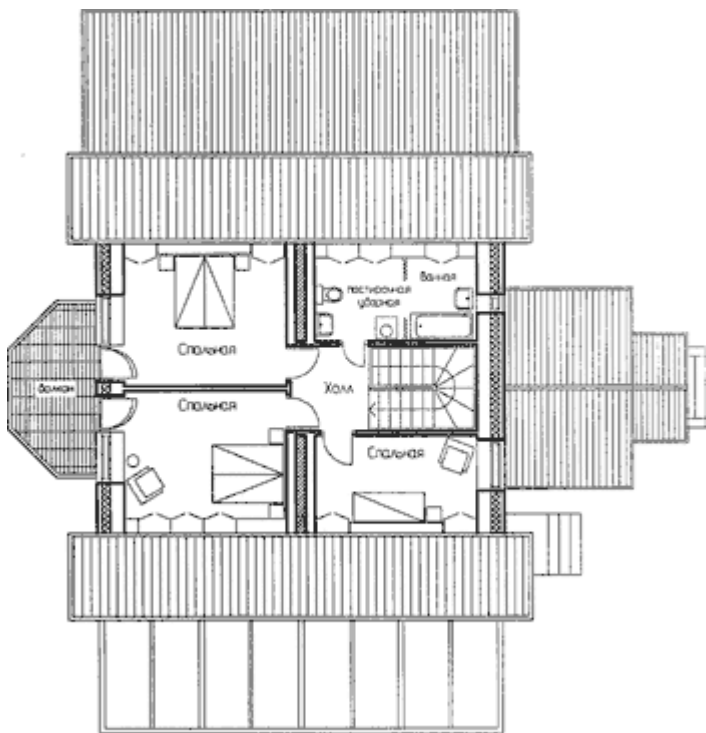


Рис 4.2. Архитектура экодома-коттеджа. Внешний вид и планировка. (Проект А. Никитина)

В экодоме-коттедже оборудована комфортабельная квартира городского типа с небольшим, но достаточным количеством холодных подсобных помещений. Так как энергоэффективность экодома - определяющий фактор, то в проектах уменьшен объем отапливаемых помещений (за счет подсобок). Наряду с утеплением обязательно буферное зонирование для снижения теплопотерь. Элементы системы солнечного инженерного оборудования размещаются на крыше дома (что предпочтительнее) или в пристройках, либо встраиваются в корпус дома.

Так как со всех сторон экодом имеет буферные зоны, то для эффективного освещения помимо окон специально устраиваются простые световые каналы.

Летний и зимний образ жизни семьи, предпочитающей коттедж, мало отличается.

Экодом по желанию владельцев проектируется в одном, двух или трех уровнях (большее число уровней не желательно). На планировку экодома существенно влияют инженерные системы, обеспечивающие жизнедеятельность дома. Состав помещений в экодоме общепринятый: гостиная, кухня-столовая, спальня, детская, ванная с туалетом (на 2-ом) и душ с туалетом (на 1-ом), зимний сад (по отдельному желанию), кладовая, прихожая, сени (веранда), мастерская (гараж), техническое помещение для размещения биотуалета, очистки стоков. Конструкция должна допускать разбивку на помещения после строительства дома и установки оборудования.

### **Рекомендации по строительству экодома-коттеджа**

Поскольку экодом-коттедж ориентирован на городской образ жизни, он должен представлять собой комфортабельную квартиру только с необходимым количеством отапливаемых подсобных помещений.

Учитывая, что жизнь в доме будет длиться долго, в устройстве дома необходимо предусмотреть возможность сжатия отапливаемого жилого объема на случай, когда дети вырастут и отселяются.

### **Экодом-подворье под единой крышей**

Экодом-подворье предпочитают люди, которые заниматься приусадебным хозяйством. Их образ жизни в летний период связан с работами на участке, заготовками на зиму. Для этого требуются специальные летние помещения и постройки.

Зимний образ жизни у таких семей ничем не отличается от семей, живущих в коттеджах (если это некрестьянское или фермерское хозяйство). Поэтому отапливаемая часть такая же, как в экодоме-коттедже.

Люди традиционно строят подворья двух типов: жилой дом и подворье под одной крышей, и жилой дом и подворье, состоящее из разных строений.

В экодоме-подворье под одной крышей увеличивается крытая часть, в которой размещаются помещения, необходимые для летних работ на приусадебном участке и другие подсобные помещения: летняя кухня, дровяной склад, баня, летний душ, сарай для инвентаря. Из не отапливаемой летней части целесообразно устроить вход в погреб и ледник.

Отапливаемая часть представляет собой тот же самый (описанный выше) экодом-коттедж.

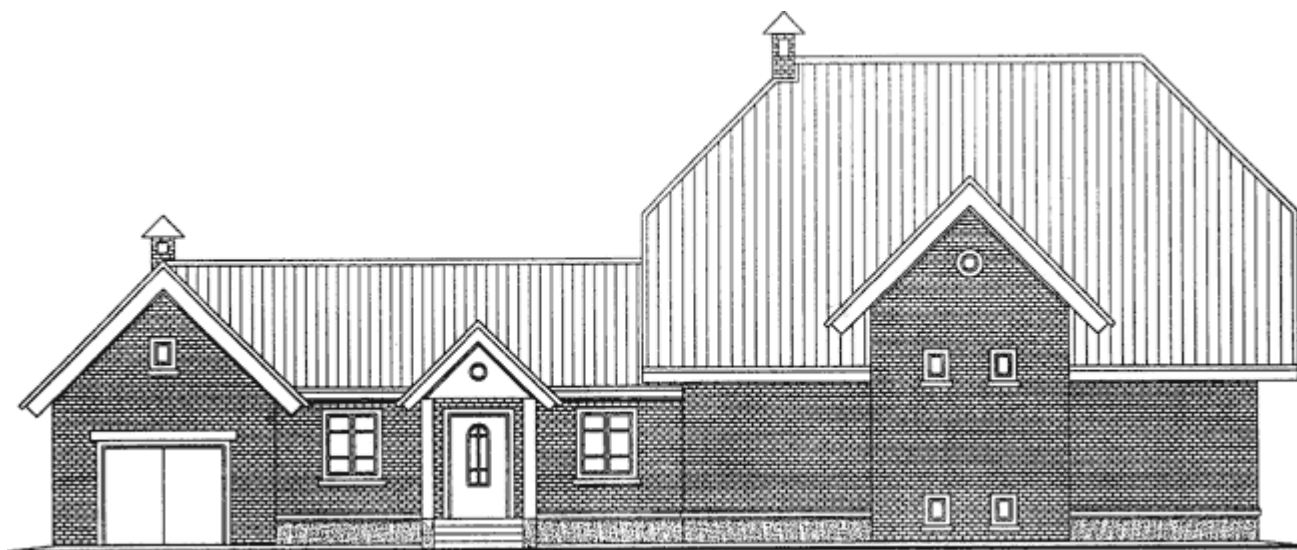
Когда жилая часть обстроена таким количеством буферных помещений, необходимо при проектировании очень внимательно отнестись к обеспечению инсоляции (солнечного освещения) жилых помещений, устраивая окна на крыше и оборудуя специальные световые окна. Для подворья есть смысл сделать летний компостирующий биотуалет на площадке (например, с контейнером с переставной будкой, заполняющимся в течение лета).

Существенно расширяется не отапливаемая летняя часть. Здесь же может располагаться баня, летняя кухня, веранда-гостиная, дровяной склад, помещение для инвентаря, летний душ.

### **Экодом-подворье из разных строений**

Экодом-подворье из разных строений обеспечивает те же условия для жизни и работы семьи, что и экодом-подворье под единой крышей. Выбор типа своего дома целиком определяется желанием хозяина. Отапливаемый жилой дом - это тот же экодом-коттедж.

Подворье организовано как набор отдельных строений, или единого дополнительного строения, в котором размещаются все подсобные помещения, необходимые для ведения приусадебного хозяйства. Набор помещений, их размер, удобство эксплуатации в зимний и летний период определяются пожеланиями хозяина. Надворные постройки включают дровяной склад, баню (по желанию), кладовую для инвентаря, летнюю кухню (по желанию), летний душ.



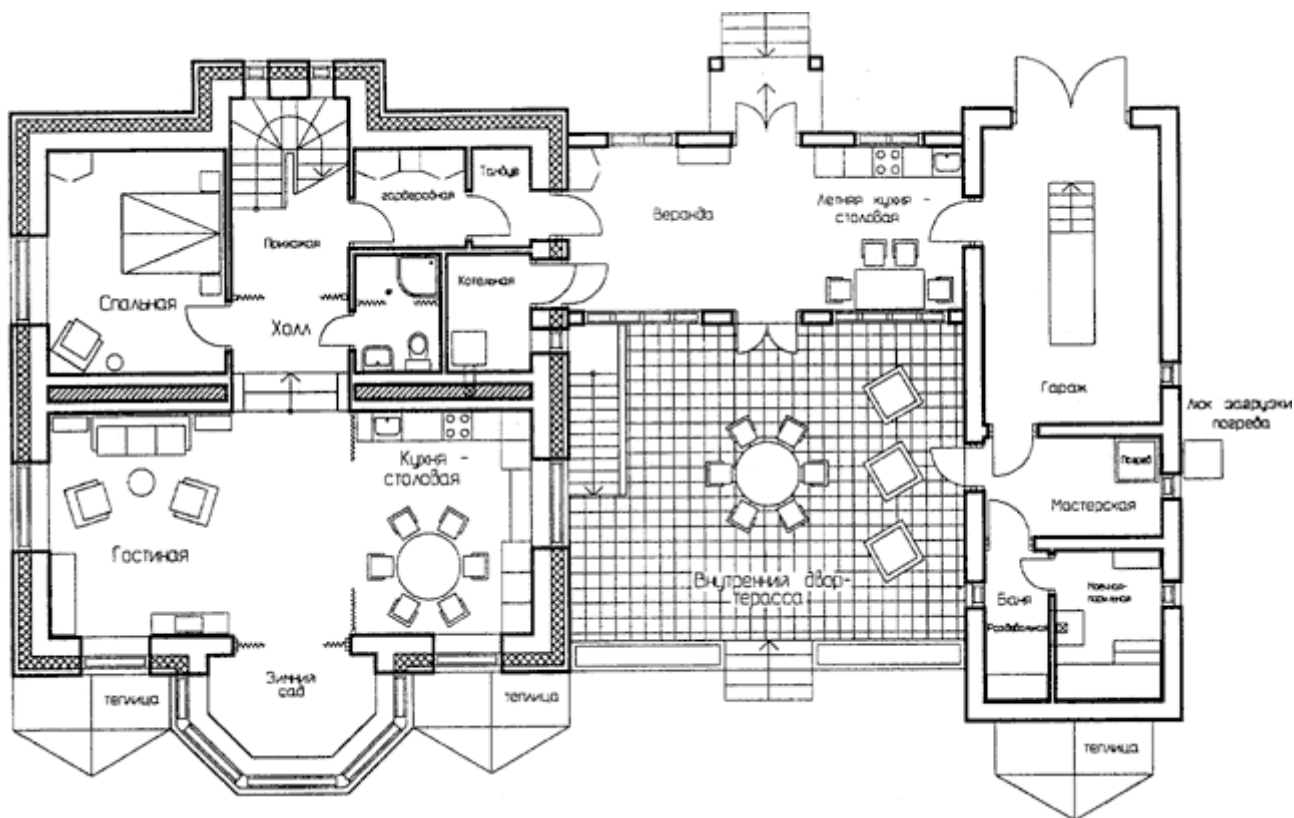


Рис. 4.3 Архитектура экоддома-подворья из разных строений. Эскиз. Планировка. (Проект А. Никитина)

### 4.3. Интерьер

При разработке и создании интерьеров экоддома главное - это использовать естественные, экологически чистые материалы для отделки. Это же относится к сантехническому, кухонному и другому инженерному оборудованию.

Планировочные решения экоддома имеют также свои особенности, обусловленные возможными вариантами размещения специального инженерного оборудования, а также рекомендуемой конструкцией внутренних (межкомнатных) стен, буферных зон, мансарды и т.д.

Рекомендуется встроенная мебель, причем шкафы желательно располагать вдоль северных стен, обеспечивая дополнительные буферные зоны, повышающие теплозащиту.

### 4.4. Ландшафтная архитектура

#### Участок и прилегающая территория

Рассмотрим два варианта с выбором земельного участка. В первом вы можете выбрать участок для строительства своего экоддома. Во втором - когда вам достался участок без выбора или вы традиционно владеете участком. Практически нет плохих участков земли (если только рядом нет трубы химзавода или чего-нибудь в этом роде). Просто каждый участок требует учета специфических особенностей при использовании для строительства экоддома.

Чтобы разместить экоддом на участке и сделать общую планировку, необходимо внимательно его изучить и после учесть все специфические особенности. Это означает такое размещение на участке самого дома и других сооружений, которое обеспечит эффективное использование природных процессов для поддержания жизнедеятельности экоддома. То есть будут учитываться возможности ландшафта, его благоприятные особенности и компенсироваться его недостатки (ориентация по сторонам света, естественные заграждения от ветра и т.п.).

## Выбор участка под застройку

На всю прилегающую территорию должно распространяться благоприятное воздействие экодому. С другой стороны, сама прилегающая территория может оказывать неблагоприятное воздействие на усадьбу экодому из-за повышенной техногенности. Окрестности могут включать магистральные и подъездные дороги, систему городского (поселкового) водосбора и другие особенности, которые надо учитывать при выборе участка, проектировании экодому и последующей эксплуатации. В каждом конкретном случае требуется сделать паспорт прилегающей территории, выявить все ее особенности и предложить "пермакультурный" план улучшения ее "экологического качества, ресурса".

## Рекомендации по использованию прилегающей территории при строительстве экодому

Прилегающая к участку территория является буферной между участком и внешней территорией. Обустройство прилегающей к участку территории существенно улучшает условия на самом приусадебном участке. Повысить его экологические характеристики можно за счет дополнительных посадок, увеличивающих ветрозащиту, замены старых и неподходящих деревьев, кустарников и др. растительности на более подходящие, улучшения качества ландшафта, строительства простейших, препятствующих эрозии, сооружений и других мероприятий.

## Генплан участка для экодому-коттеджа

Планировка участка - это очень важный этап, предшествующий строительству. Обязательными элементами застройки участка являются: экодому, система сбора и накопления поверхностных стоков, ботаническая площадка для утилизации органических отходов.

## Рекомендации по строительству экодому

При планировании надо стремиться к уменьшению размеров придомового участка, изымаемого из природы (площадь самого дома и площадок с твердым покрытием). Планировка участка предполагает оптимальное взаимное расположение дома, цветника, ботанической площадки с учетом естественного уклона, направления ветров, окружающей растительности, распределения грунтов.

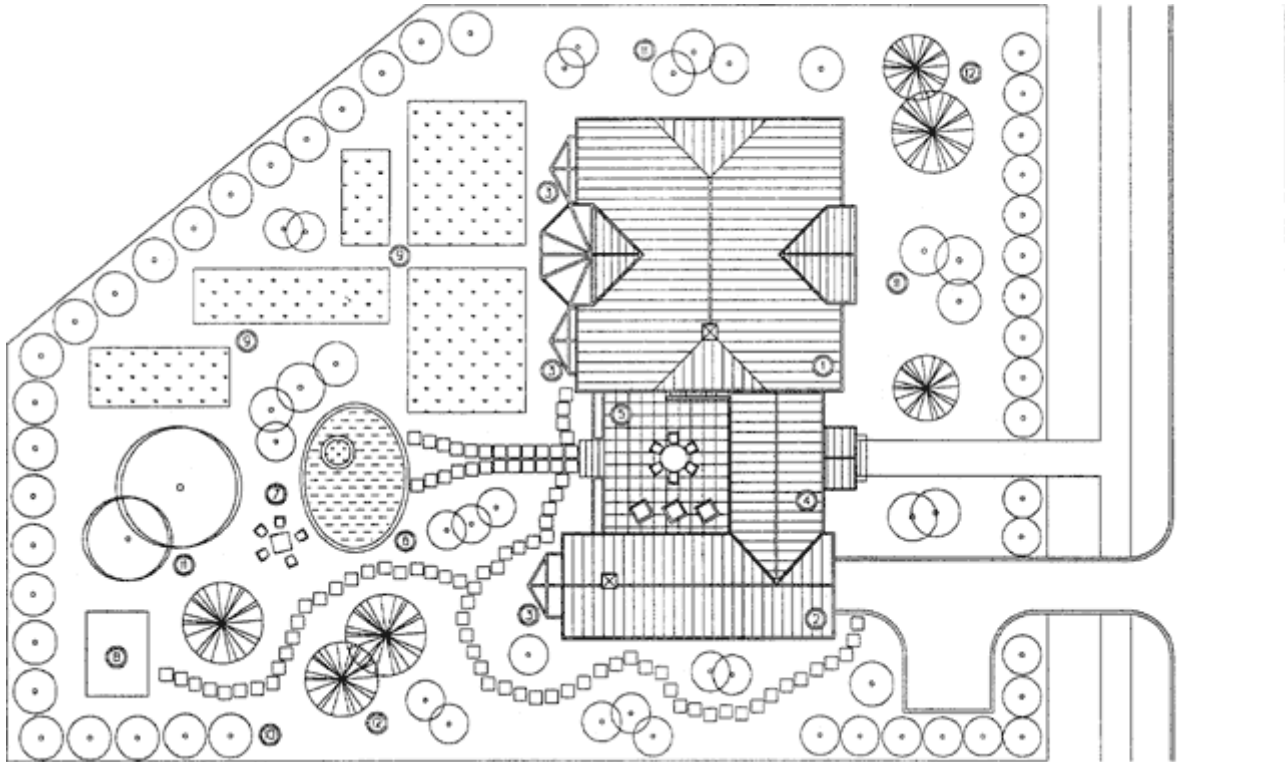


Рис. 4.4. Планировка участка и прилегающей территории для экодому с активным ведением на участке сельхоздеятельности. 1 - жилой дом; 2 - гараж; 3 - теплицы; 4 - веранда; 5 - внутренний дворик-терраса; 6 - пруд; 7 - место отдыха; 8 -

*биоботаническая площадка; 9 - посадки овощных культур; 10 - посадки ягодников; 11 - посадки плодовых деревьев; 12 - декоративные деревья и кустарники.*

Экодом не должен затеняться с восточной, особенно южной и западной сторон потому, что от этого зависит эффективность работы солнечных систем.

Необходимо устроить эффективный сбор дождевой и талой воды с нарушенной части участка. Стремитесь к тому, чтобы вся собранная вода накапливалась в специально устроенной емкости или небольшом пруде и затем использовалась для полива.

Планировки с минимальными надворными постройками предпочитают люди, ведущие городской образ жизни (участок используется как цветник и место отдыха). Коттедж рассматривается как комфортабельная городская квартира с минимально необходимым количеством отапливаемых (подсобные помещения в квартире) и не отапливаемых помещений (под единой с квартирой крышей).

Расположение дома на участке произвольное, но важно его не затенять в течение всего дня.

Участок имеет четыре функциональные зоны: лесозащитная полоса с севера, собственно экодом, система накопления дождевой воды и ботаническая площадка, парковая рекреационная зона.

Планировка экодома-подворья с активным ведением на участке сельхоздеятельности отличается только тем, что дополнительно выделяется место под сад, огород и выращивание компостных культур. То есть к четырем функциональным зонам для участка с экодомом-коттеджем добавляется пятая.

Вне зависимости от того занимается семья выращиванием сельхозпродукции на своем участке или нет, утилизация переработанных органических отходов осуществляется на собственной ботанической площадке в каждом экодоме. Кроме того, используемые биотехнологии и пермакультурные методы применяются не только на самом участке, но и на прилегающей территории.

Сад и огород, как и сам экодом, не должны затеняться.

Набор составных элементов планировки участка для любого подворья одинаков. На Рис. 4.4. приведен пример генплана прилегающей территории и самого участка, на котором предполагается ведение сельхоздеятельности.

Для того, чтобы приусадебный участок возделывался эффективно, работы по его формированию необходимо выполнять по единому проекту. В течение нескольких лет с помощью биоинтенсивных технологий и методов пермакультуры можно сбалансировать экосистему экодома так, что накопление "экологического ресурса" участка будет более эффективным, чем в природной среде.

## **Глава 5 КАК УСТРОЕН КОРПУС ЭКОДОМА**

При строительстве экодома можно использовать много традиционных конструктивных решений и материалов. В этой главе будут даны рекомендации по их выбору.

Главная часть дома - это его корпус. Основное предназначение корпуса дома - обеспечение достаточного жилого объема с комфортными условиями. Корпус должен быть механически прочен, долговечен и должен эффективно сохранять тепло в доме.

Отличительная особенность корпуса экодома состоит в существенно более высоких требованиях по сохранению тепла, чем в обычном доме. Поэтому корпус необходимо выполнить из таких материалов, которые максимально снизят потери тепла, чтобы накопленного летом (днем) тепла хватило на всю зиму (ночь). Для этого необходимо, чтобы тепловое сопротивление ограждающих конструкций экодома было не меньше  $R=6$ , (м. кв. гр. Цельсия/ватт). Для усиления эффекта теплозащиты корпуса устраиваются

буферные зоны из холодных помещений, расположенных по периметру: пристроенная теплица с южной стороны, веранда, гараж, мастерская, зимние кладовые или другие подсобные помещения.

Особое внимание для сохранения тепла в экодоме надо обращать на теплоэффективность конструкций окон, дверей и входного тамбура.

На рис 5.1 показано, как традиционный дом теряет тепло через разные элементы ограждающих конструкций.

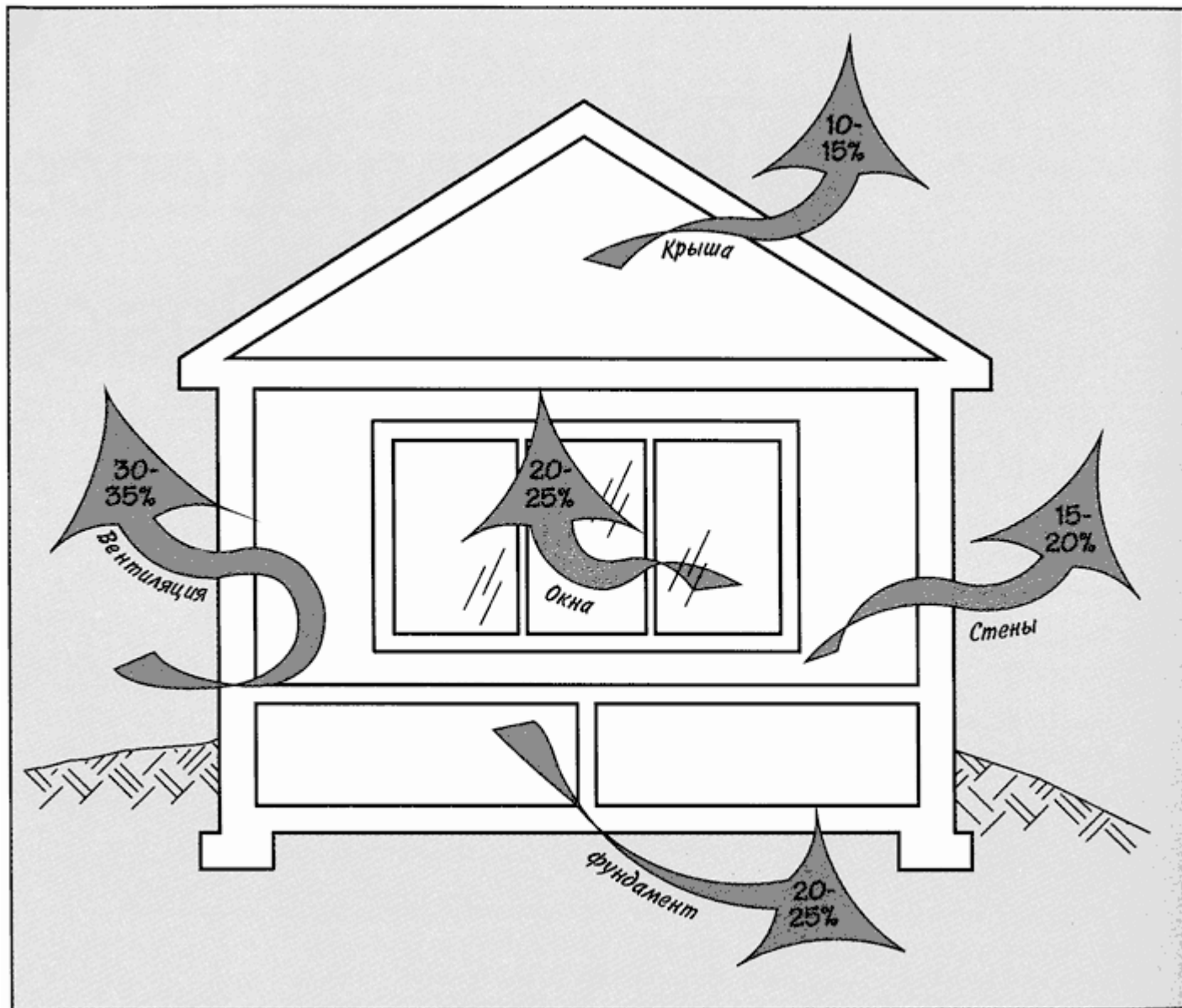


Рис. 5.1. Теплопотери через разные элементы ограждающей конструкции экодому.

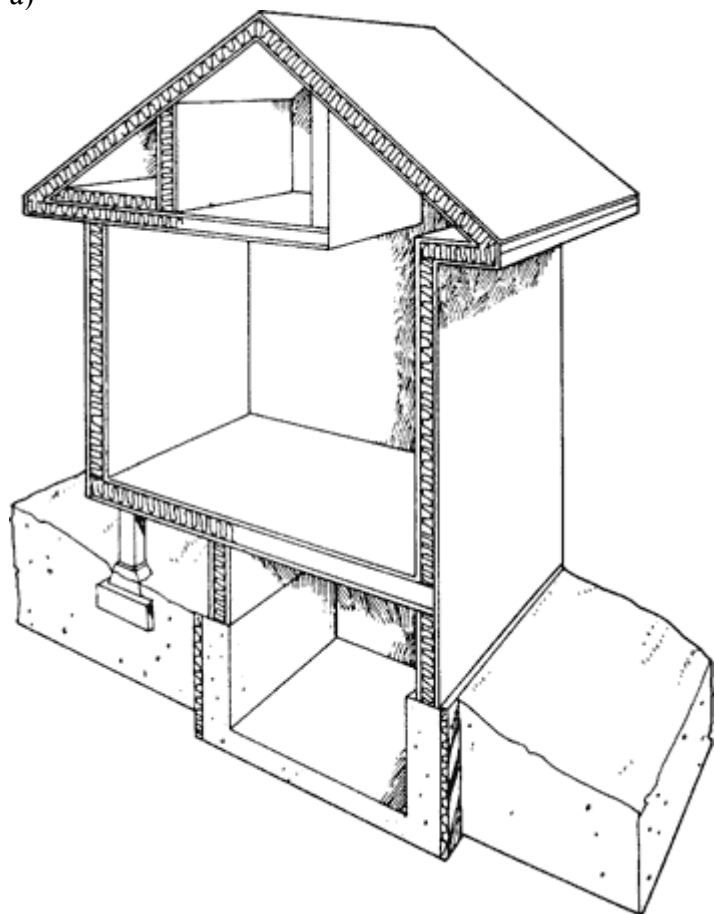
Так как отопление дома периодическое (солнце - днем, протопка печи один раз в сутки), то для обеспечения постоянной температуры в доме необходимы внутренние аккумуляторы тепла. Они забирают в себя избыточное тепло, сохраняют и отдают, когда его становится недостаточно, обеспечивая тепловую инерцию дома.

### 5.1. Как должен быть утеплен экодом

Все внутренние отапливаемые помещения в разных вариантах конструкции экодому должны быть так теплоизолированы от внешней среды, чтобы теплопотери за год были меньше, чем количество тепла, которое можно получить за год от солнца и аккумулировать в доме. Особое внимание следует обратить на то, чтобы в конструкции корпуса не было мостиков холода. На разрезе схемы дома (Рис. 5.2.) показаны

различные варианты теплоизоляции элементов корпуса дома. На Рис. 5.3 показаны схемы утепления разных конструкций корпуса экодома.

а)



б)

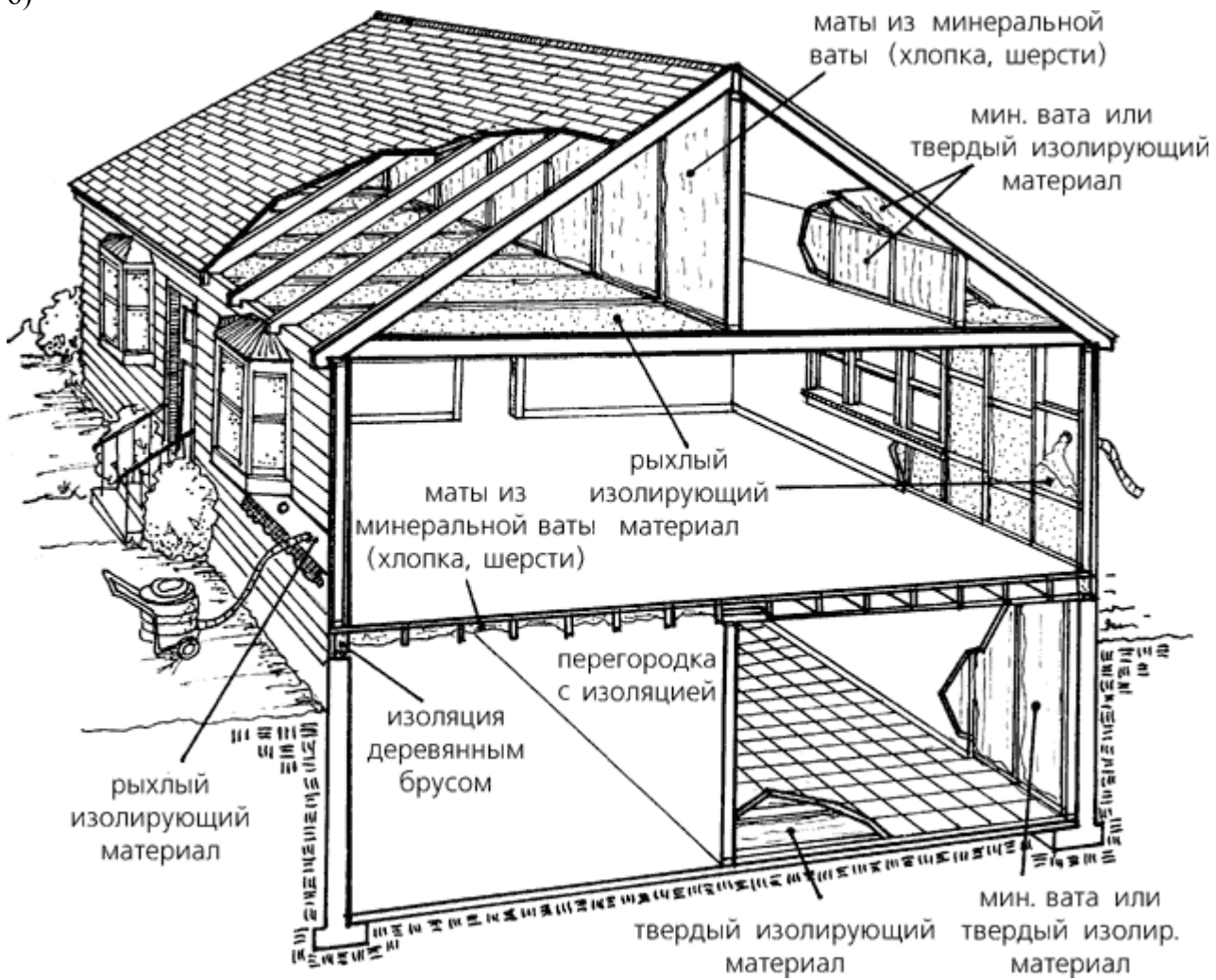


Рис. 5.2. Как должен быть утеплен экодом. (а - схема теплоизоляции; б - пример изоляции дома различными теплоизоляционными материалами.

### неотапливаемая мансарда



### отапливаемая мансарда

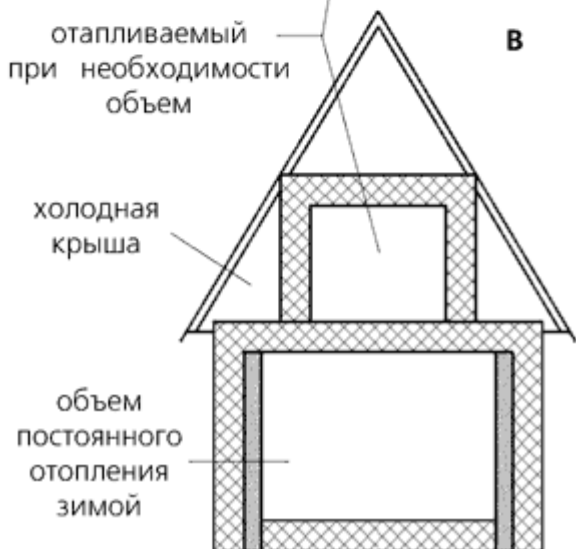


Рис. 5.3. Схемы утепления разных конструкций корпуса экодому.

## 5.2. Тепловая инерция экоддома

Роль теплового аккумулятора, обеспечивающего тепловую инерцию экоддома, выполняет термическая масса, составляющая внутреннюю часть наружной стены, внутренних (межкомнатных) перегородок и межэтажных перекрытий. Этот пассивный аккумулятор тепла должен состоять из тяжелого материала, чтобы поддерживать постоянную температуру в доме при периодическом протапливании. Кроме того, внутренние стены могут и понижать температуру до оптимальной, аналогично тому, как это происходит в традиционной русской печке.

*Замечания.* В случае применения каркасной конструкции внешняя стена целиком состоит из легкого материала (утеплителя), тогда внутри дома необходимо устраивать специальную конструкцию, обеспечивающую необходимую тепловую инерцию - суточный аккумулятор, в котором могут быть расположены дымоходы, воздуховоды от солнечного коллектора или в него может быть встроен сам источник тепла. Эта система может быть выполнена из кирпича, бетона, грунтоблоков, а может быть выполнена в виде бака, заполненного водой. Масса этой системы определяется тем, какую тепловую инерцию здания мы хотим иметь. Например, ее можно определить, исходя из условий протапливания один раз в сутки при самых низких температурах (один раз в течение двух суток и т.д.).

## 5.3. Фундаменты для экоддомов

Фундамент - основа долговечности экоддома. Выбор конструкции фундамента и его заглубление определяются проектировщиком-конструктором в зависимости от типа грунта, веса конструкции дома и расположения грунтовых вод.

Применяются фундаменты глубокого и мелкого заглубления, незаглубленные. (Рис. 5.4)

Традиционно используются следующие типы фундаментов: столбчатые, ленточные, фундаменты из мелких блоков.

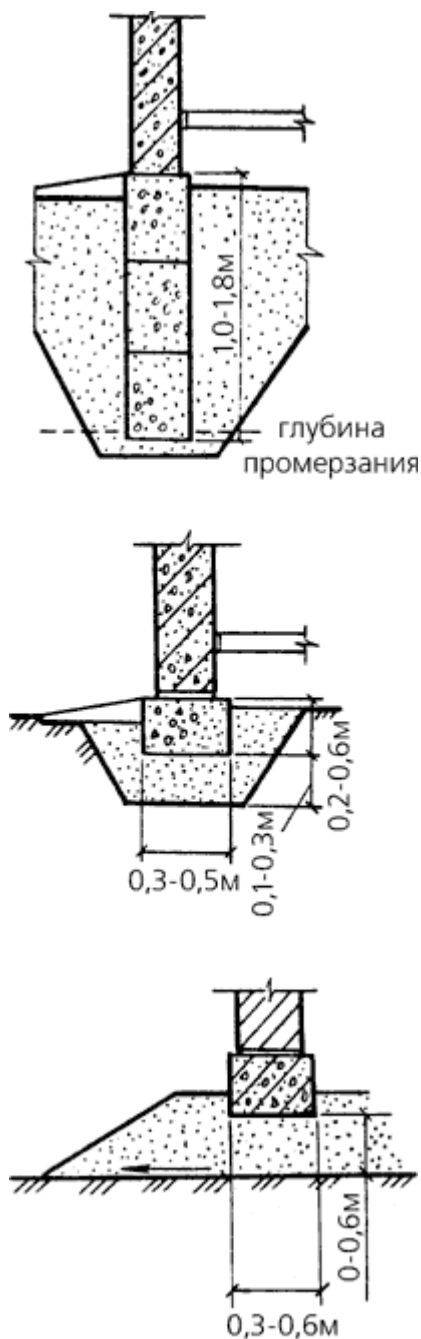


Рис. 5.4. Фундаменты: а) глубокого заглубления; б) мелкого заглубления; в) незаглубленные.

### Столбчатые фундаменты (бурнабивные, свайные, трубные, кладочные, бутобетонные)

Для строительства этих типов фундаментов по периметру дома и в местах, где требуются внутренние опоры для перекрытия (платформы), в том числе под инженерное оборудование, устраиваются скважины ниже глубины промерзания. Затем на дно скважин делается отсыпка из гравия, вставляется арматура и заливается бетон. Любым способом выполняется надземная часть (в том числе, это может быть кладка кирпичом или камнем). Столбчатые фундаменты выступают над землей минимум 30 см (для вентиляции подпольного пространства). Промежутки между столбиками в надземной части (ограждение цоколя) могут быть заполнены любым материалом (они не несут нагрузки и выполняют роль защиты от снега, дождя). На столбиках делается ростверк из бетона с арматурой.

### Рекомендации по строительству экодому

Для строительства экодому из этих типов фундаментов лучше подходит бурнабивной (Рис. 5.5).

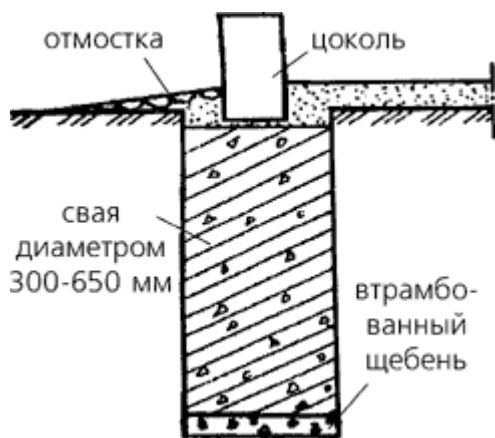


Рис. 5.5. Бутонабивной фундамент.

**Достоинства.** Бутонабивной фундамент минимально разрушает ландшафт, он дешевле, т.к. исключается рытье котлована, такой фундамент не требует утепления, гидроизоляции и пароизоляции. На его строительство расходуется меньше бетона и его исполнение возможно без тяжелой строительной техники. Не требуется защиты от радона.

**Замечание.** При таком фундаменте экомод не имеет подвала. Для размещения инженерного оборудования строится специальное техническое подполье, значительно меньшее, чем подвал. Оборудование можно разместить также в цокольном этаже или в техническом помещении первого этажа.

### Ленточный фундамент

Ленточный фундамент обычно строят двумя способами. В первом случае (фундамент мелкого заглубления) ковшевой землечерпалкой или вручную в грунте вырываются траншеи. Затем на боковые стенки траншеи укладывается рубероид (или другой гидроизоляционный материал). После этого на дно траншеи засыпается песок и гравий, а затем в траншею заливается бетон. В этом варианте небольшой объем грунта из части подполья, предусмотренного для инженерного оборудования, вынимается вручную.

Второй способ изготовления ленточного фундамента более привычный. Когда в доме предусмотрен подвал, сначала роют котлован, потом изготавливается опалубка необходимой конфигурации, в которую заливается бетон (Рис. 5.6). Под фундамент делается отсыпка из песка и гравия. Фундамент выступает минимум на 30 см над землей. Необходимо выполнить качественную внешнюю гидроизоляцию и внутреннюю пароизоляцию (в случае отапливаемого подвала). Надземная часть и верхний слой подземной части могут быть выполнены кладкой кирпичом, камнем или бетонными блоками. Снаружи фундамент должен быть тщательно утеплен.

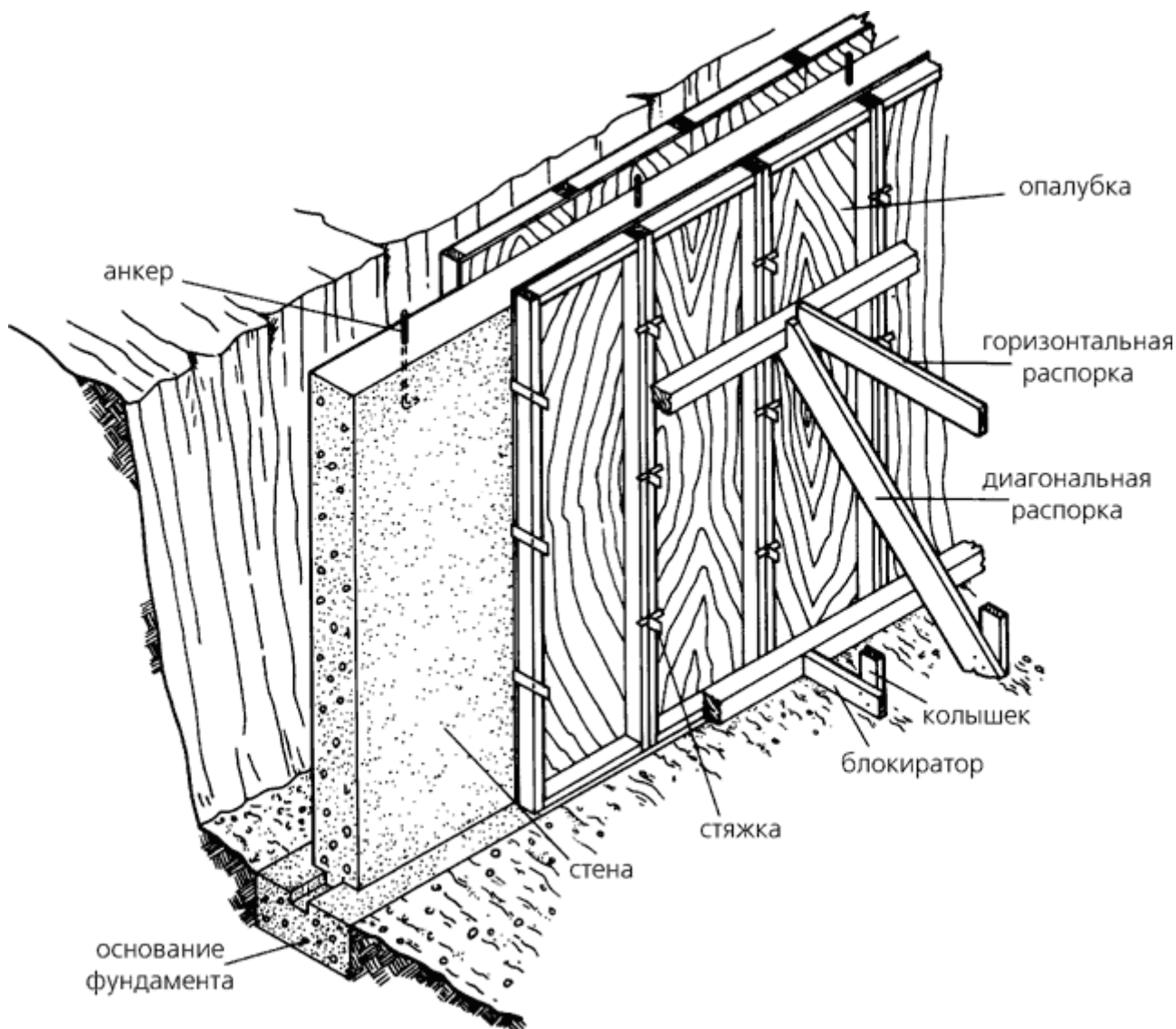


Рис. 5.6. Ленточный фундамент для дома.

### Рекомендации по строительству экодому

Применение ленточного фундамента целесообразно при наличии в доме подвала (фундамент глубокого залегания).

*Достоинства.* Может быть выполнен без тяжёлой строительной техники (фундамент неглубокого залегания).

*Недостатки.* Ленточный фундамент глубокого залегания более дорогой. Он требует гидроизоляции, утепления, повышенного внимания к ликвидации мостиков холода. Требуется защиты от радона.

*Замечания.* Для повышения теплозащиты ленточного фундамента экодому по периметру дома выполняется горизонтальная теплоизоляция. Иногда фундамент делают пустотный, и пустоты заполняют утеплителем.

### Фундамент из мелких блоков

Строительство фундамента из мелкоштучных бетонных блоков выполняется так же, как кладется обычная стена. Вырывается котлован. По конфигурации подвала выполняется отсыпка песком и гравием, поверх которой отливается бетонная стяжка, на которой строится фундамент из мелких блоков. Снаружи фундамент оштукатуривается, гидроизолируется и теплоизолируется (Рис. 5.7.).

## Рекомендации по строительству экодому

Применение фундамента из мелких блоков целесообразно, когда есть возможность приобрести блоки дешево и когда они производятся недалеко от строительства.

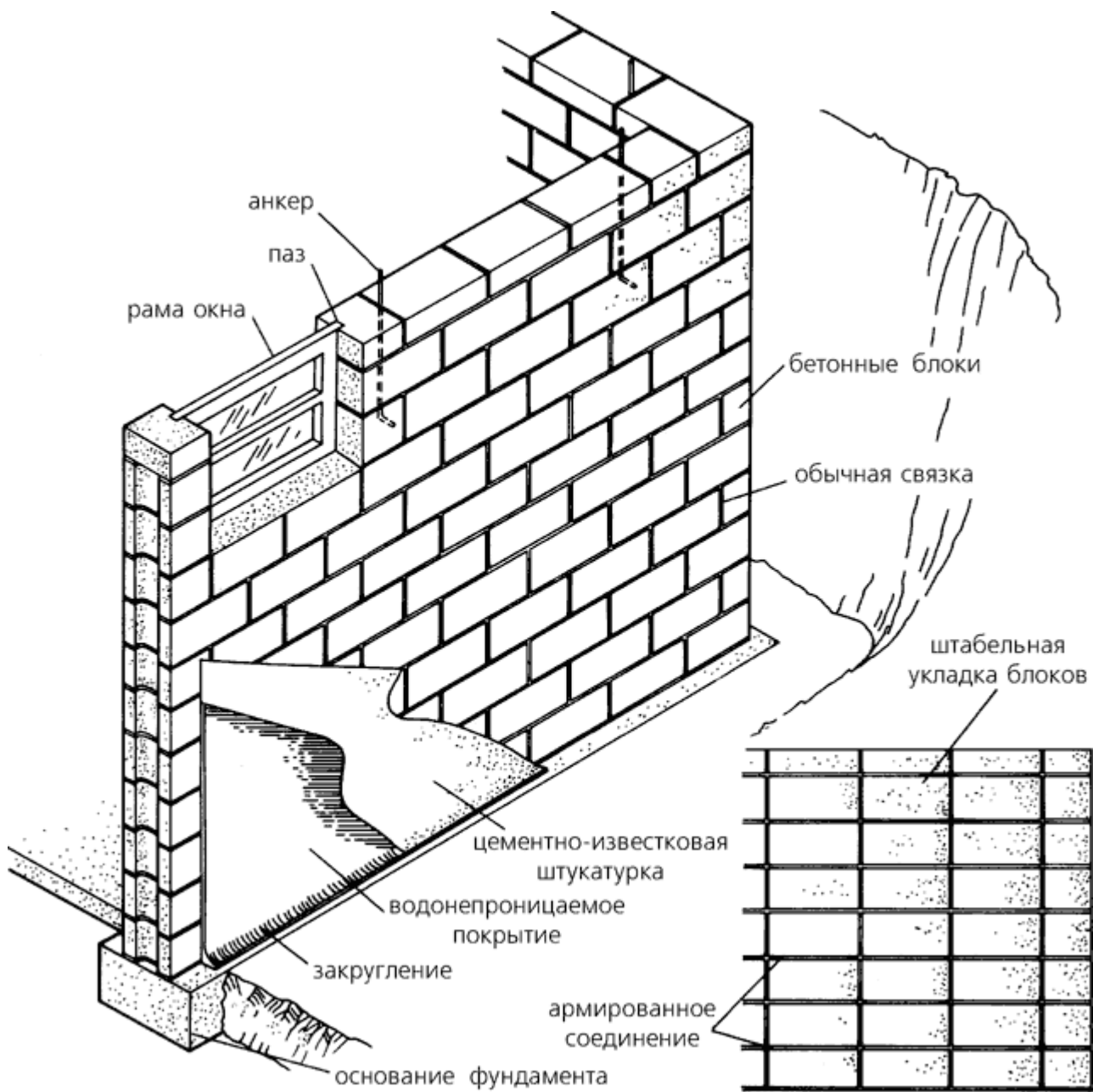


Рис. 5.7. Фундамент из мелких блоков.

**Достоинства.** При строительстве не требуется тяжелая грузоподъемная техника. Возведение фундамента возможно в короткие сроки. Если использовать пустотные блоки, то легко сделать дополнительную теплоизоляцию.

**Недостатки.** Сложность гидроизоляции при влажных грунтах. Для обеспечения необходимой прочности требует обязательного армирования.

**Замечания.** Для домов, в которых нет подвала, таким способом строятся стенки технического подполья для инженерного оборудования.

## 5.4. Дренажная система при устройстве фундамента

Для увеличения долговечности фундамента и защиты его от подземных вод, дождевой и талой воды, просачивающейся с поверхности земли, вокруг фундамента устраивают дренажную систему. Устройство дренажной системы показано на Рис. 5.8(а, б). Вокруг нижней части фундамента делается небольшая канава, дно которой бетонируется. По периметру фундамента укладывается перфорированная труба. Затем канава засыпается гравием. Вся система имеет общий уклон, по которому вода стекает в одном направлении и отводится от фундамента.

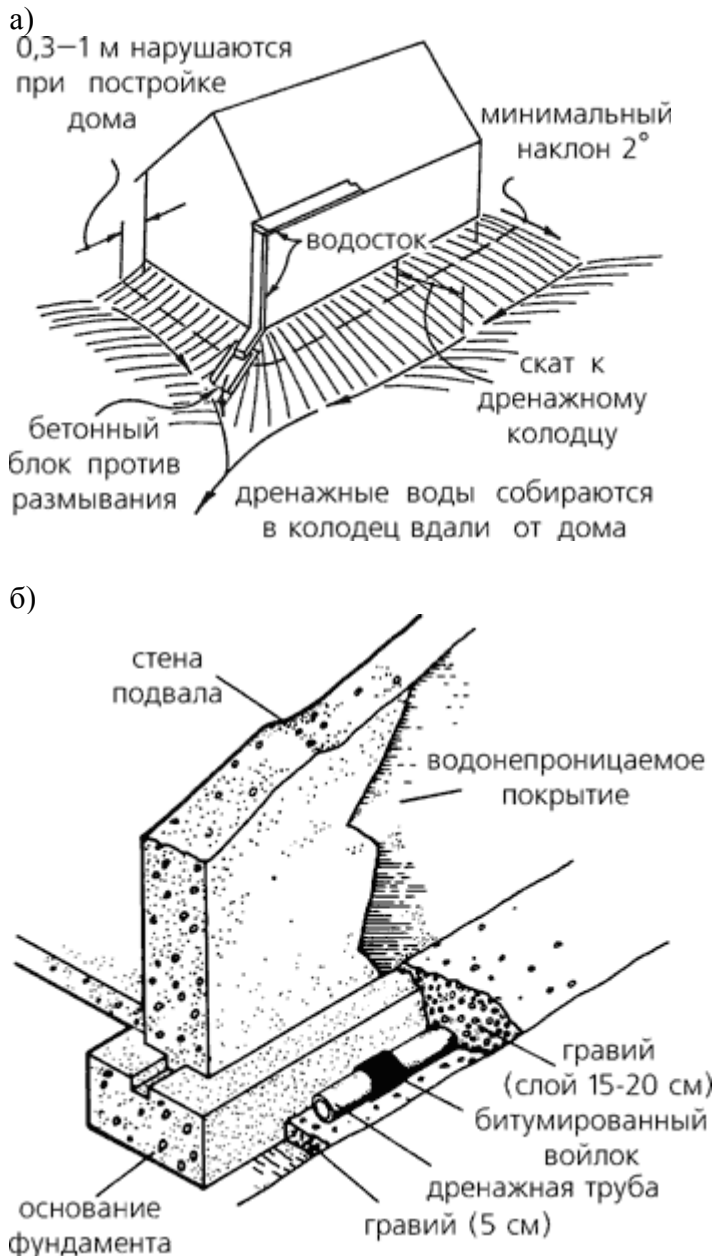


Рис. 5.8. Дренажная система фундамента.

### Рекомендации по строительству экодому

Для влажных грунтов дренаж необходим при любом типе фундамента. Для остальных грунтов дренаж рекомендуется для ленточных фундаментов (для домов с подвалом). Сухой фундамент обеспечит дому большую долговечность.

## 5.5. Узел состыковки фундамента, перекрытия и стены

Прежде, чем выбрать конструкцию перекрытия первого этажа, есть смысл еще раз обратить внимание на теплопотери. Через пол и перекрытие первого этажа дом теряет 20 - 25 % тепла. Поэтому важно особое внимание уделять конструкции и утеплению узла, в котором сочленяются стена, перекрытие первого этажа и фундамент. На рис. 5.9. показано по каким путям тепло утекает из отапливаемого помещения. Этот тепловой поток разбивается на три составляющие: поток через цокольную часть, поток через стенку фундамента и тепловой поток под фундаментом, к которому добавляется геотермальный тепловой поток. Под домом грунт не промерзает (за исключением домов на столбчатых фундаментах с сильно утепленным перекрытием первого этажа).

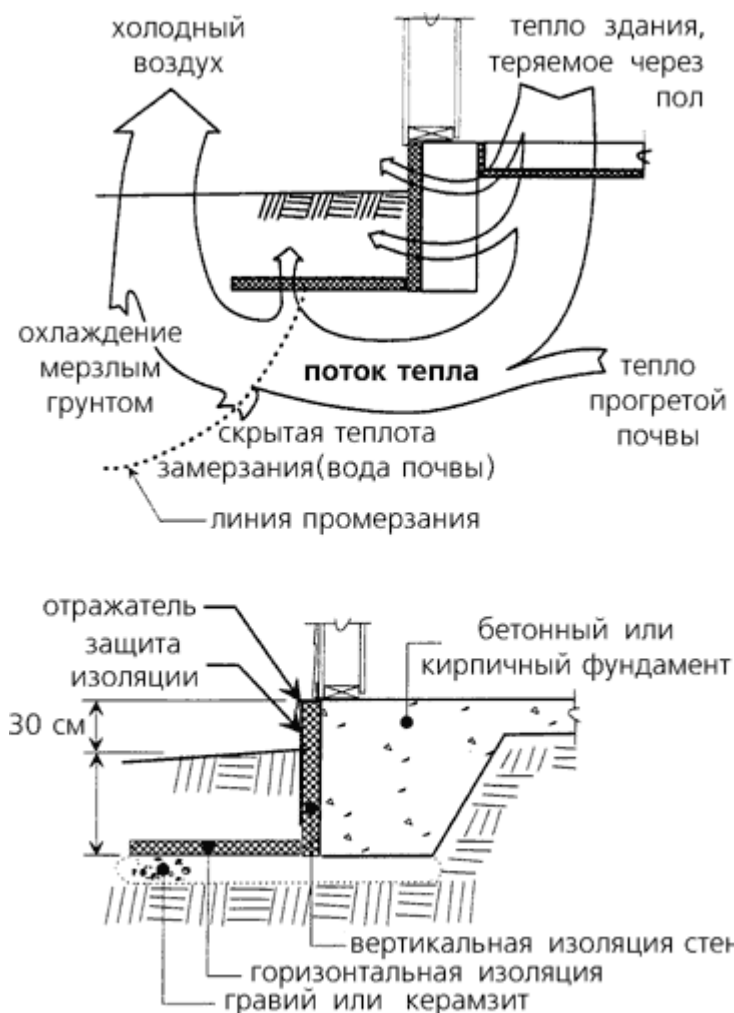


Рис. 5.9. Тепловые потери через пол, цокольные конструкции, стены и пол фундамента.

## 5.6. Мостики холода

На Рис. 5.10. приведены характерные примеры мостиков холода при разных вариантах конструкции фундамента. При разработке конструкции этого узла надо всегда помнить о том, что за каждую ошибку в этих конструкциях хозяин дома каждую зиму на протяжении всей жизни будет расплачиваться расходом лишнего топлива.

### Рекомендации по строительству экодому

При проектировании узла сочленения фундамента, перекрытия и стены надо избежать мостиков холода.

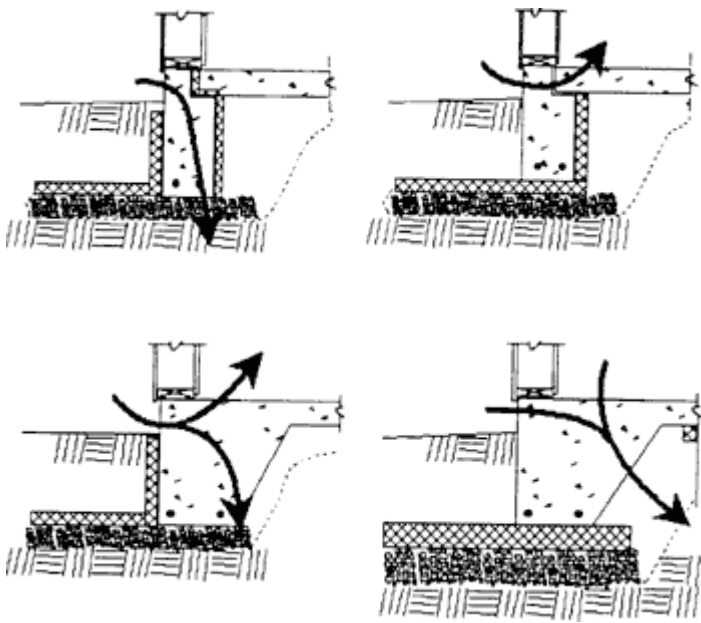


Рис. 5.10. Мостики холода.

## 5.7. Перекрытие первого этажа

Возможны три варианта перекрытий для первого этажа:

- а) над отапливаемым подвалом
- б) над вентилируемым подпольем
- в) по грунту.

Если не применять тяжелой грузоподъемной техники, то долговечное и надежное перекрытие можно выполнить из монолитного железобетона с заливкой на месте (Рис. 5.11.). Перекрытие является несущей конструкцией, на которой собирается корпус дома. Поднятое над грунтом перекрытие обеспечивает защиту от влаги и радона. Перекрытие может выступать за фундамент на толщину утеплителя и облицовки. Подпольное пространство между перекрытием первого этажа и землей должно быть проветриваемым. Между фундаментом и перекрытием прокладывается гидроизоляция. Между перекрытием и стенами также укладывается гидроизоляция.

Возможен вариант перекрытия из дерева. Если обеспечить надежную гидроизоляцию и проветривание, то такое перекрытие также достаточно долговечно.

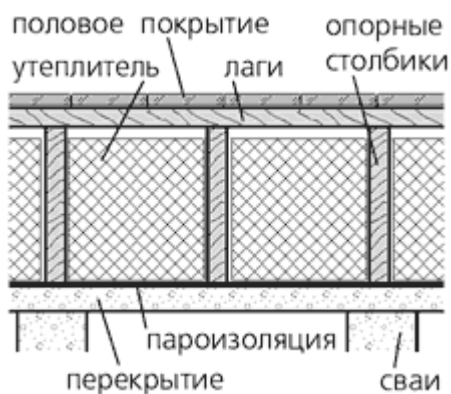
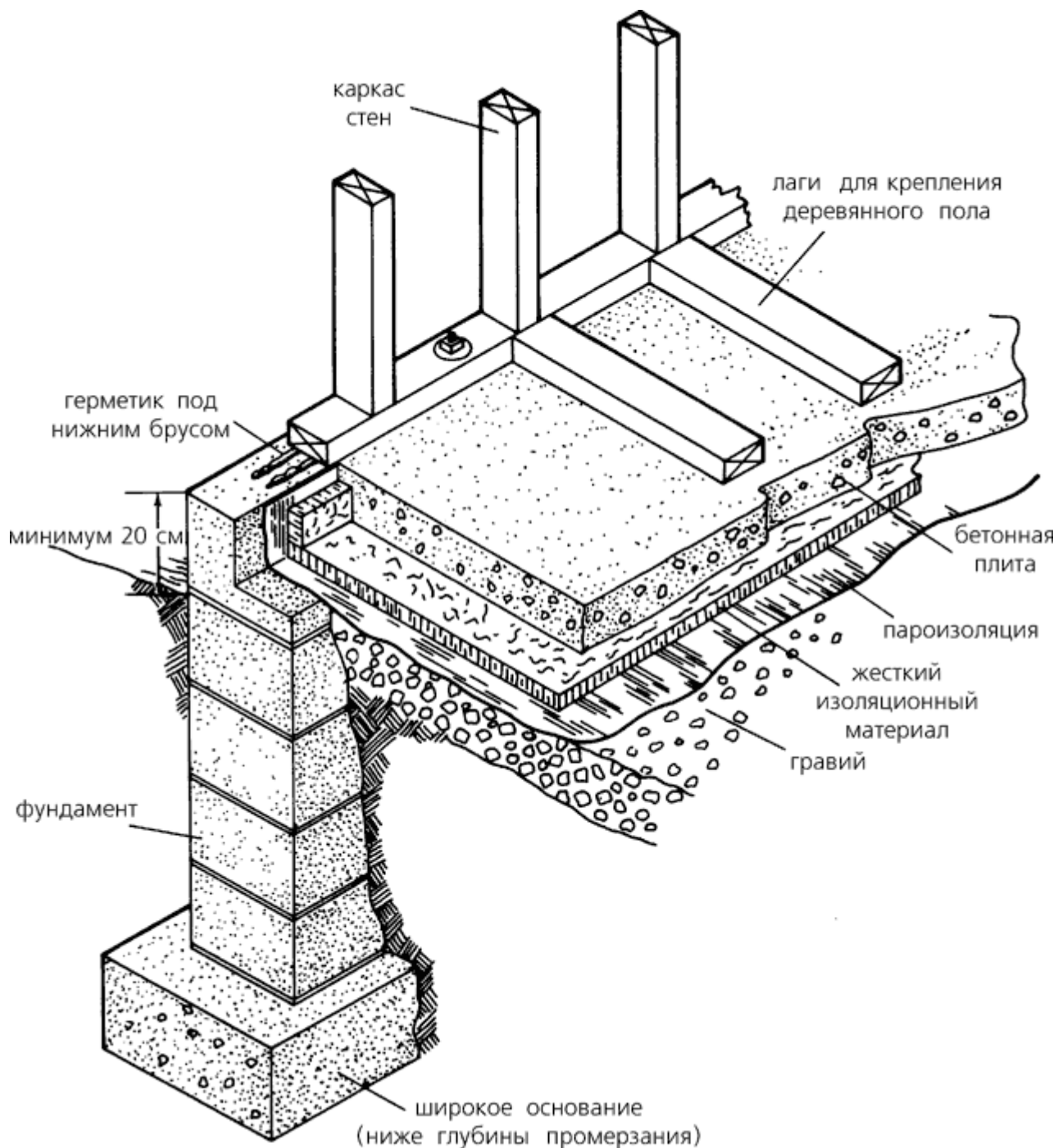


Рис. 5.11. Перекрытие первого этажа:  
 а) по грунту б) над вентилируемым подпольем.

В сибирских условиях пол первого этажа должен теплый. Это достигается эффективной теплоизоляцией. Пол можно сделать с подогревом и без подогрева. Для утепления пола можно использовать любые экологически чистые утеплители, например, прессованные соломенные блоки. Сначала на перекрытие

укладывается гидроизоляция. Затем устанавливаются деревянные столбики, между которых укладываются блоки из прессованной соломы. Поверх соломы делается стяжка. Пол опирается на установленные столбики.

*Замечания. В кухне, ванной и прихожей пол можно по стяжке покрывать плиткой (в кухне, прихожей - предпочтительно, в ванной - обязательно). Для этих помещений по стяжке устанавливается гидроизоляция.*

В бетонную стяжку можно вмонтировать напольную систему обогрева и воздуховоды отопительной системы. В последнем случае конструкция должна предусматривать профилактическую промывку воздуховодов.

### Рекомендации по строительству экодому

Перекрытие можно выполнять любыми способами.

*Достоинства. Монолитное перекрытие дешевле (поскольку можно изготавливать бетон на месте), чем перекрытие из стандартных плит, требующее к тому же использование тяжелой подъемной техники. Монолитное перекрытие опирается на фундамент по периметру и поэтому его толщина может быть меньше, чем у обычных плит перекрытия, опирающихся на фундамент на краях.*

*Недостатки. Необходимость изготовления опалубки.*

## 5.8. Стены

При строительстве экодому могут использоваться различные типы стен. Важно обеспечить необходимую теплозащиту и тепловую инерцию экодому. Конструкция стены выглядит следующим образом, если послойно рассматривать ее в направлении изнутри - наружу (Рис. 5.12.): сначала идет слой отделки (побелка, обои и т.д.), затем - слой штукатурки, пароизоляция, несущая часть стены (из кирпича, бетона, дерева, грунтоблоков и т.д. или каркас), слой утеплителя, вентилируемый зазор, облицовка. Для упрочнения конструкции стены между слоями устраиваются специальные связи. Стена может состоять из однородного теплоизолирующего материала, а может состоять из тяжелой несущей части и легкого утеплителя. В последнем случае утеплитель всегда располагается снаружи.

Каркас может быть выполнен из дерева, металла, железобетона. Заполнителем каркаса могут служить: кирпич, ячеистый бетон, грунтоблоки, саман, глинобитная стена и другие материалы. Основная нагрузка приходится на каркас. Утеплитель и облицовка крепятся к каркасу с внешней стороны.

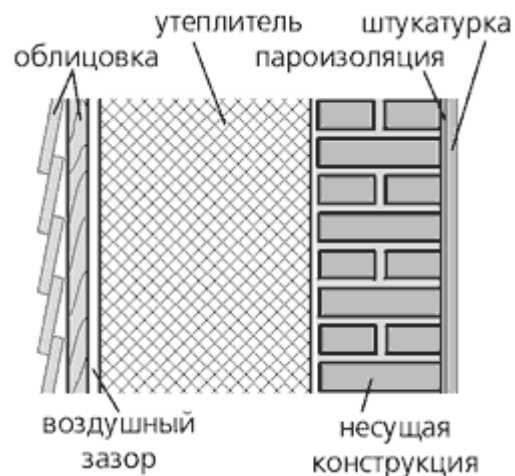


Рис. 5.12. Конструкция стены экодому.

### Рекомендации по строительству экодому

Каркасные стены предпочтительны для строительства экодому.

**Достоинства.** Каркасные стены просты, их можно быстро возвести, сделать крытое помещение и производить работы при любой погоде.

**Замечание.** При применении каркасной конструкции теплоинерционный слой (наполнитель каркаса) в ограждающих конструкциях можно не делать. Необходимая тепловая инерция может быть обеспечена за счет применения внутренних аккумуляторов тепла, в том числе - массивных межкомнатных стен.

Бескаркасная стена наиболее привычна. Она может быть выполнена из любого материала: кирпича, грунтоблоков, ячеистого бетона, природного камня, шлакоблоков, цельнолитого бетона.

Тщательно выполненная кладка обеспечивает необходимую пароизоляцию. Желательно сначала построить коробку дома, крышу, а затем приступать к утеплению дома.

**Недостатки.** Для такого дома нужен более мощный, а следовательно более дорогой фундамент. В стене из тяжелого материала сложнее избежать мостиков холода.

## Утеплитель

При строительстве энергоэффективного дома можно использовать любой утеплитель. Лучше всего со сроком эксплуатации, равным сроку эксплуатации дома. Утеплитель должен обеспечить такую теплозащиту дома, чтобы суммарные теплотери зимой были меньше, чем количество солнечной энергии, накопленной летом в сезонном аккумуляторе.

Наиболее широко применяются два типа утеплителя: засыпка легким материалом и плиты из тонких искусственных волокон. При использовании засыпки необходимо предусматривать будущую усадку. Плиты из утеплителя применяются по рекомендации изготовителя. Если срок действия утеплителя меньше срока эксплуатации, необходимо предусмотреть технологию его замены, в том числе - демонтаж облицовки.

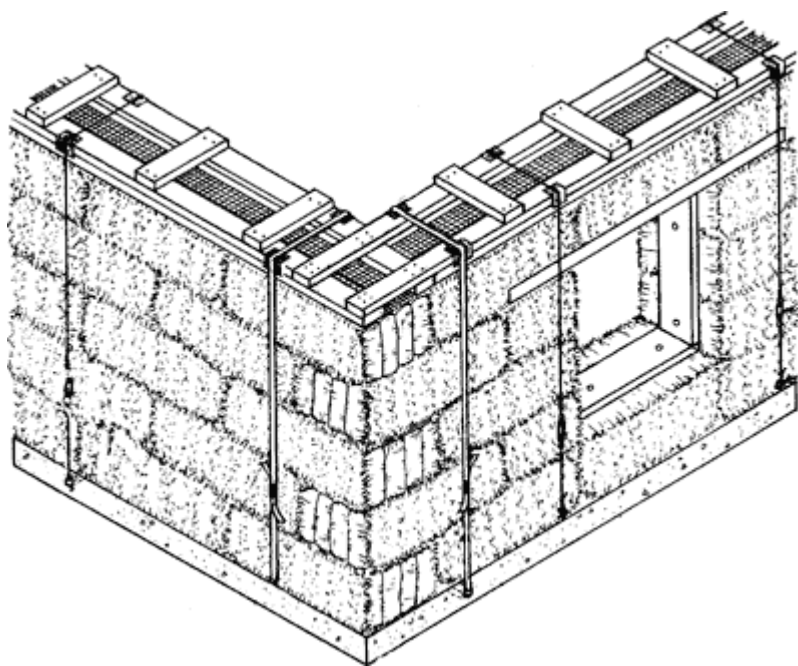


Рис. 5.13. Стена из прессованных соломенных блоков.

Для утепления экодому наилучшими являются естественные утеплители (солома, камыш, льняная костра). Кроме того, что они имеют наилучшие для человека экологические характеристики. Они очень долговечны, если конструкция стены и крыши защитит их от намокания. Для производства утеплителя из этих материалов не нужно энергоемкое производство. При использовании естественных утеплителей экодому получается с наилучшими экологическими характеристиками. При необходимости блоки из этих материалов легко и дешево заменяются (Рис. 5.13). Остатки при замене легко утилизируются на участке. Одна из главных особенностей использования естественных утеплителей - необходимо предусмотреть,

чтобы в них не селились мыши (варианты защиты соломенного утеплителя от грызунов: заполнение сыпучим материалом зазора вокруг утеплителя из соломы, пересыпка известью, кедровой хвоей, облицовка мелкой металлической сеткой по низу и верху стены).

**Облицовка.** Облицовка стены кроме эстетической функции выполняет еще и функцию защиты утеплителя от атмосферных воздействий (дождя, ветра, снега). Типы облицовки могут быть любыми: штукатурка, облицовочный кирпич, камень, дерево в различных вариантах и т. д.

**Пароизоляция.** Пароизоляция защищает стену от проникновения пара из дома во внутрь стены в холодное время года, чтобы избежать накопления влаги внутри стены. Для пароизоляции используют плотную бумагу, полиэтиленовую пленку, паронепроницаемую фанеру. Тщательно выполненная кирпичная кладка или кладка из грунтоблоков или самана сама выполняет роль пароизоляции.

**Отделка.** В экодоме применяются природные, экологически чистые материалы: известь, керамика, песок, дерево. При желании можно оставлять неоштукатуренными кирпич, грунтоблоки, гипсовые блоки и др. аналогичные материалы.

## 5.9. Перекрытие второго этажа

Перекрытие между первым и вторым этажами обыкновенное, если второй этаж отапливаемый. Его можно выполнить из железобетона, дерева и других материалов. Необходимо только обеспечить звукоизоляцию. Если в зимнее время эксплуатируется только первый этаж, а второй этаж холодный, то тогда его необходимо утеплять так же, как пол первого этажа (Рис. 5.14.). Из-за того, что через потолок дом теряет 10-15% тепла, необходимо очень тщательно конструировать и изготавливать перекрытие между первым и вторым этажами или крышу, если второй этаж мансардный. Необходимо также обеспечить пароизоляцию со стороны отапливаемого помещения, если используется эффективный утеплитель и каркасное перекрытие. Если в качестве перекрытия используется железобетонная плита и утеплитель размещается над ней, то пароизоляция не обязательна.

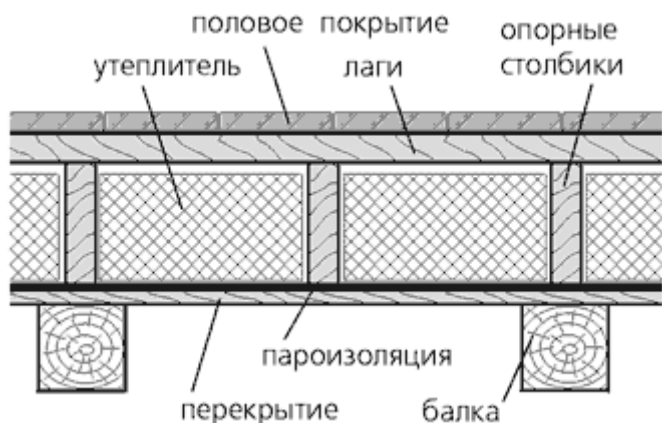


Рис. 5.14. Конструкция перекрытия второго этажа с утеплителем.

## 5.10. Крыша

Крыша, как и фундамент, определяет долговечность дома. Она защищает стены и фундамент от осадков, обеспечивает теплозащиту внутренних помещений. Крыша может выступать как место для размещения на ней элементов солнечной энергетики (солнечные коллекторы для нагрева воздуха, воды, солнечные батареи для преобразования солнечной энергии в электрическую). С поверхности крыши можно собрать значительное количество воды для полива и других технических нужд.

Типы крыш: совмещенная (применяется для мансардного этажа) и холодная традиционная (для обычного одноэтажного и обычного двухэтажного дома).

Конструкция совмещенной крыши практически такая же, как конструкция стены. Если последовательно рассматривать, как она устроена, в направлении изнутри - наружу, то сначала идет отделка, потом обрешетка, балки, пароизоляция, утеплитель, гидроизоляция, обрешетка и внешнее покрытие (рис. 5.15.).

Очень важно предусмотреть вентилируемое пространство над утеплителем, которое обеспечит непрерывное просушивание утеплителя и всей конструкции крыши. На крыше могут быть предусмотрены крепежные элементы, на которых размещаются солнечные коллекторы и солнечные батареи. В этом случае в кровле необходимо предусмотреть отверстия для прокладки воздухопроводов и трубопроводов от воздушных и водяных солнечных коллекторов. В конструкции крыши предусматривается система сбора воды и ее отвод в определенное место на участке.



Рис. 5.15. Конструкция утепленной крыши.

**Замечания.** Наклон крыши должен быть таким, чтобы избежать большого накопления снега. Крепление инженерного оборудования на крыше может осуществляться двумя способами: а) оборудование встраивается в конструкцию крыши, б) оборудование размещается на специальных посадочных местах, предусмотренных на крыше.

## 5.11. Окна

Через окна дом теряет тепла практически столько же, сколько через подвал. С другой стороны окна пропускают внутрь дома солнечный свет, обеспечивая необходимую инсоляцию и визуальную связь с окружающей средой. В дневные часы весной и ранней осенью через окна осуществляется дополнительный солнечный обогрев дома. В летнее время окна можно использовать для естественной вентиляции дома и длительного проветривания. Кроме того, окна выполняют важные декоративные функции и в интерьере и в экстерьере дома. Все перечисленное показывает, насколько окно является важным элементом дома.

С другой стороны, ночью в зимнее время очень много энергии дом теряет именно через окна (Рис.5.16.). Поэтому для повышения энергетической эффективности экоддома необходима такая конструкция окна, при которой поступление энергии от солнца больше, чем ее рассеивается за сутки (в течение зимних месяцев Сибири добиться этого простыми способами нельзя, зато в весенние месяцы и ранней осенью это сделать можно). Для этого применяются разные способы (многослойные стеклопакеты, покрытия, пропускающие видимый свет и отражающий инфракрасное излучение, заполнение пространства между стеклами разными инертными газами, тепловые завесы, ставни и т.д.).

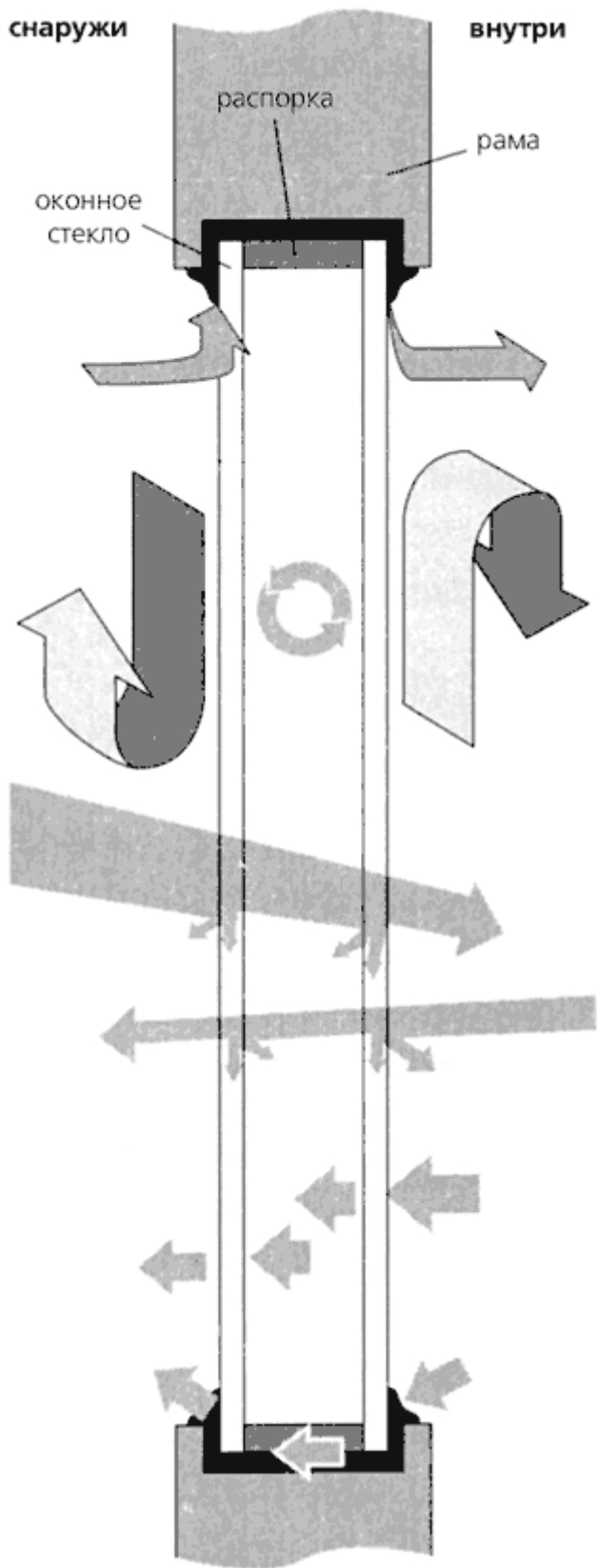


Рис. 5.16. Излучение и тепловые потоки в окне.

Простейший способ добиться повышения энергоэффективности окна - это исключение функции проветривания (вентиляции), - и применение теплоэффективных ставней. Простая конструкция окна с внутренней задвигающейся теплоэффективной ставней показана на Рис. 5.17. Окно включает один двойной стеклопакет, вставленный в оконный блок с внутренней стороны. За ним расположена задвигающаяся теплозащитная ставня. С внешней стороны в оконный блок вставлена рама с одинарным стеклом, защищающая оконный блок от снега, ветра, дождя. Ставня обеспечивает теплоизоляцию в

ночное холодное время года. Закрывается она изнутри дома. Теплосопrotивление оконного блока в закрытом состоянии (ночью зимой) можно сделать сопоставимым с теплосопrotивлением стены.

*Замечания.* Для изготовления ставень можно использовать экструдированный полистерол или твердый качественный пенопласт, пеностекло. Блок окна - сменный, собираемый из отдельных элементов, монтируется снаружи. Внутренняя двойная рама (стеклопакет) вставляется изнутри. Для упрощения конструкции и удешевления в окне нет форточек и переплетов. Для вентиляции в стене устраиваются продушины.

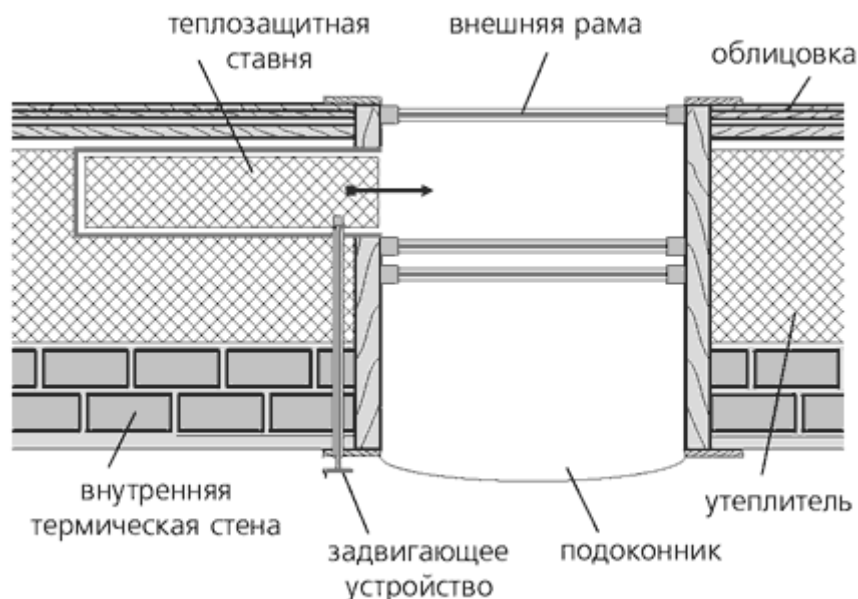


Рис. 5.17. Окно с тройным остеклением и теплоэффективной задвижной ставней.

## 5.12. Входной тамбур

В индивидуальном доме люди чаще выходят во двор. Поэтому входной тамбур должен обеспечивать минимальные теплопотери в зимнее время. В нем устанавливается внутренняя и внешняя утепленные двери. Тамбур можно сделать обогреваемым и не обогреваемым. Для повышения теплоизоляции целесообразно предусмотреть дополнительно задвижную теплоэффективную дверь, аналогичную теплоэффективной ставне.

*Замечания.* Входной тамбур может быть совсем небольшим - иметь размеры равные толщине стены и размеру дверей. Для удобства проход в технический подвал и в погреб в зимнее время года можно сделать из тамбура, сделав его достаточно большим (выход из тамбура в ледник делать не обязательно, т.к. он эксплуатируется в летнее время года).

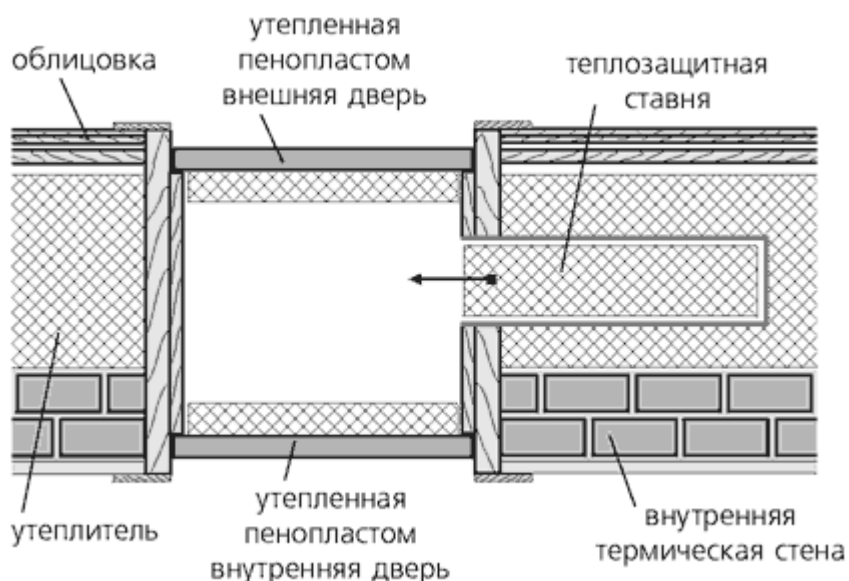


Рис. 5.18. Утепленный тамбур с дополнительной утепленной задвижной дверью.

## 5.13. Подвал и техническое подполье

Если подвал будет использоваться как жилой, то к его стенам предъявляются те же требования, как и к стенам жилого помещения. При этом конструкция должна обеспечить защиту от радона и дополнительную принудительную вентиляцию.

В экодоме целесообразно ограничиться техническим подпольем. Основное требование, предъявляемое к техническому подполью - обеспечение температурного режима, необходимого для эффективной работы инженерных систем (см. раздел: инженерные системы).

Рекомендуемая конструкция: тонкостенная цельнолитая железобетонная коробка, обеспечивающая максимальную герметичность, гидроизолированная с внешней стороны и утепленная с внутренней, и штукатурка. Объем технического подполья должен обеспечить удобное размещение инженерного оборудования.

## Глава 6 ОБОГРЕВ ЭКОДОМА

Традиционные системы обогрева на угле, жидком топливе трудоемки, неудобны и более всего загрязняют отходами природную среду. Чтобы этого избежать, надо использовать систему обогрева, которая не требует много топлива, а в доме при этом тепло и уютно. Это можно сделать за счет накопления летней энергии, ее сохранения и последующего использования зимой.

При этом система теплообеспечения должна быть дешевой, простой при изготовлении и надежной в эксплуатации.

В качестве основного источника энергии для обогрева экоддома надо использовать солнце и незначительное количество растительного топлива (солома, дерево, биогаз) для приготовления пищи и в критических ситуациях. В определенных местах, где есть возможность, целесообразно использовать энергию ветра и воды. Кроме того, в некоторых местах можно использовать геотермальные источники. Единственный источник энергии, который есть везде - это солнце.

Сегодня еще невозможно в больших масштабах отказаться от угля, нефти и газа. Поэтому, как промежуточный вариант, для отопления экоддома будут использоваться невозобновляемые энергоносители, но их расход в экоддоме в несколько раз меньше, чем в обычном доме.

Таким образом, основными теплогенераторами для экоддома являются воздушные и водяные солнечные коллекторы и эффективные печи медленного горения с каталитическим дожигом горючих газов.

Так как экоддом - это относительно небольшое здание, распределять тепло по экоддому можно с помощью естественной конвекции и лучистого обогрева.

В процессе жизнедеятельности человек готовит пищу, сам выделяет тепло, использует бытовые приборы для освещения, слушает музыку, смотрит телевизор, работает на компьютере. На первый взгляд эти источники выглядят незначительными, но при такой теплоэффективности, которой обладает экоддом, они все вместе могут играть существенную роль в его обогреве.

### 6.1. Система воздушного солнечного обогрева

Если построить теплый экоддом, как описано в предыдущей главе, то прямое использование солнечной энергии с середины февраля по май и с сентября по октябрь, обеспечит экоддом теплом.

В этот период отапливать экодом проще всего при помощи воздушных солнечных коллекторов. Типичная система воздушного солнечного обогрева представлена на Рис. 6.1. Система состоит из воздушного солнечного коллектора, воздуховодов, вентилятора. Если температура в помещениях недостаточна, то горячий воздух из коллектора попадает в комнату. Более холодный воздух из комнаты подается в воздушный коллектор и подогревается в нем. Если в помещениях тепло, то горячий воздух поступает в тепловой аккумулятор. Воздух начинает циркулировать, когда работает вентилятор, который приводится в действие солнечной батареей. Такая система удобна тем, что вентилятор работает только тогда, когда солнечная батарея вырабатывает электричество и именно в это же время солнечный коллектор нагревает воздух. Весной осенью система работает на нагрев помещения и на накопление тепла в суточном аккумуляторе. Летом эта энергия накапливается в сезонном аккумуляторе.

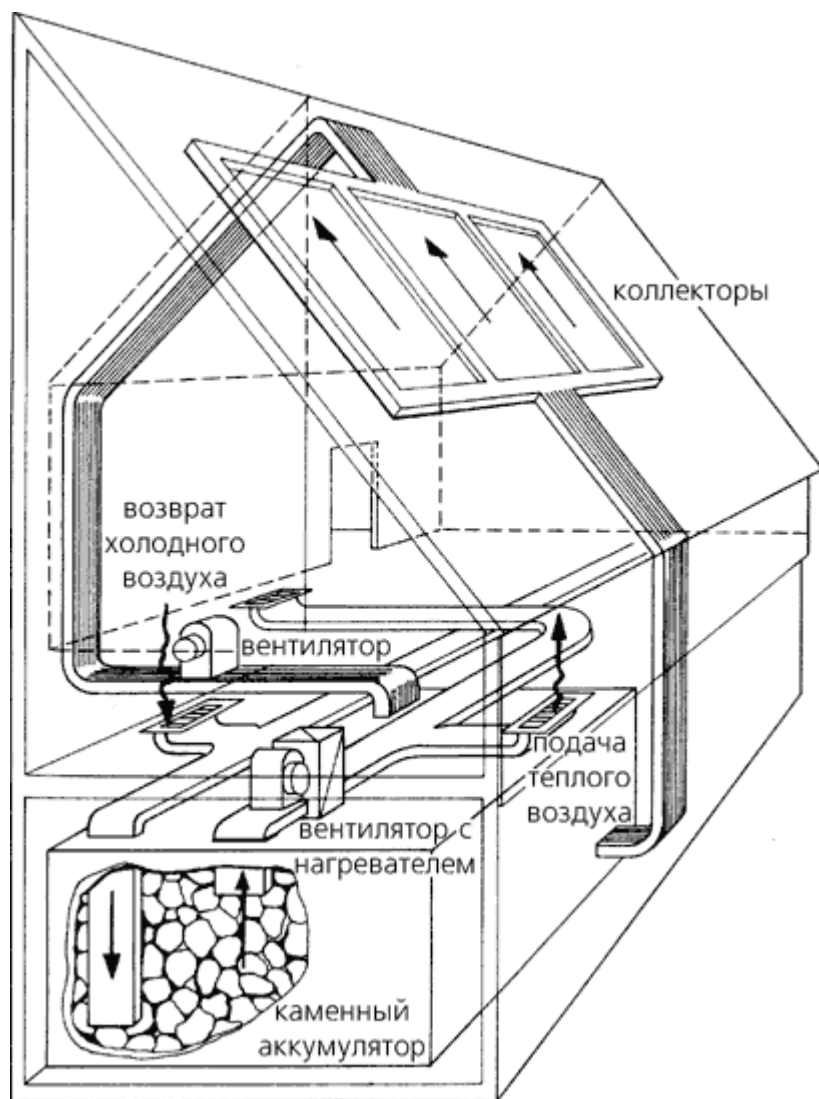


Рис. 6.1. Воздушная система солнечного обогрева с принудительной вентиляцией.

## 6.2. Воздушный солнечный коллектор

Воздушный солнечный коллектор - главный элемент системы воздушного солнечного обогрева. Его конструкция очень проста (Рис 6.2). Теплоизолированная снизу зачерненная поверхность является дном плоского ящика. Сверху этот ящик закрыт стеклом или другим прозрачным материалом (в настоящее время часто применяются двухслойные пластиковые покрытия). Видимый свет поглощается зачерненной поверхностью, нагревает ее, а она, в свою очередь, нагревает воздух в коллекторе. Нагретый воздух подается в помещение.

Площадь воздушных коллекторов, необходимая для нагрева помещений в экодоме определяется теплотехническими параметрами дома. В отсутствии солнца недостаток тепла компенсируется дровяной печью медленного горения с каталитическим дожиганием горючих газов.

**Замечание.** Воздушные коллекторы не обладают высоким коэффициентом полезного действия, но они просты и дешевы в изготовлении и в эксплуатации. Производство воздушных солнечных коллекторов не сложное. Для создания долговечных и устойчивых к погодным воздействиям в условиях сурового климата конструкций целесообразно использовать в качестве теплоизолятора пеностекло.

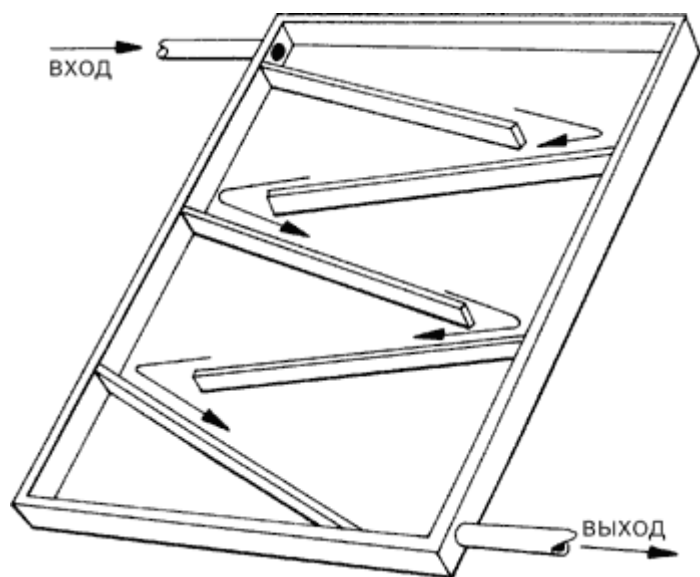


Рис. 6.2. Воздушный солнечный коллектор с турбулизатором, повышающим эффективность нагрева воздуха.

### 6.3. Каталитическая печь медленного горения

В настоящее время солнечная система обогрева не в состоянии обеспечить полностью отопление дома весь отопительный период. Поэтому для подогрева экодому используются дополнительные печи на растительном топливе. Самые лучшие - это дровяные печи медленного горения с каталитическим дожигом горючих газов (Рис. 6.3). Низкие теплотери экодому позволяют использовать печи малой мощности. Кроме того, дрова являются возобновимым источником энергии.

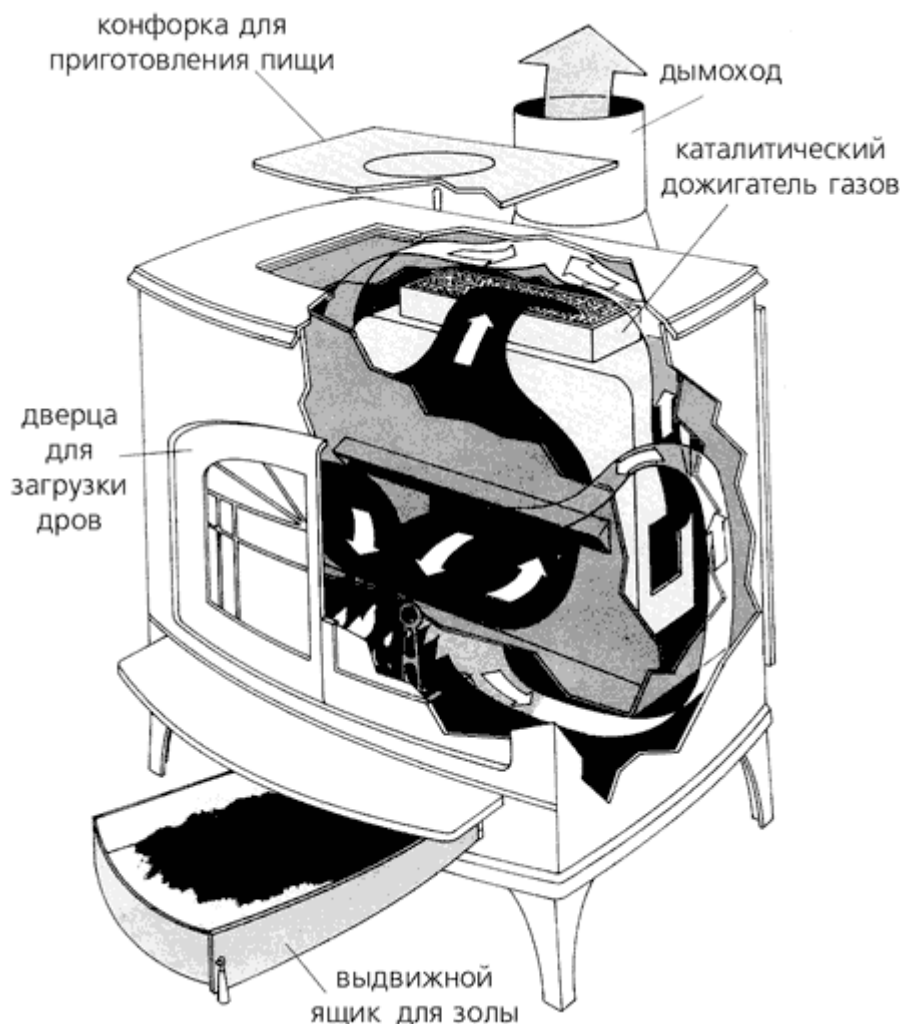


Рис. 6.3. Каталитическая печь медленного горения.

*Замечания. Подобные печи имеют коэффициент полезного действия 55-75%. Они оборудуются воздуховодами, обеспечивающими подачу теплого воздуха в разные помещения для их быстрого нагрева. Эти печи легко совместить с суточным водяным аккумулятором, в котором можно дополнительно снять остаточное тепло дымовых газов. Зола является ценным удобрением.*

Эта печь может выполнять дополнительную функцию газогенератора и получающийся горючий газ можно отводить и использовать для приготовления пищи или выработки электроэнергии.

#### 6.4. Система приготовления горячей воды

Основными источниками горячей воды для бытовых нужд в экодоме являются каталитическая печь медленного горения и водогрейная установка с водяными солнечными коллекторами.

Водогрейные системы, использующие солнечную энергию, бывают двух типов: с естественной и принудительной циркуляцией воды.

На Рис. 6.4. представлена принципиальная схема системы приготовления горячей воды с естественной циркуляцией. Такие установки называются термосифоны. В них используется механизм естественной конвекции, которая возникает за счет того, что нагретая в солнечном коллекторе теплая вода легче холодной. За счет этого теплая вода поднимается в бак-аккумулятор, который необходимо размесить выше верхней части коллектора на высоту примерно 60 см.

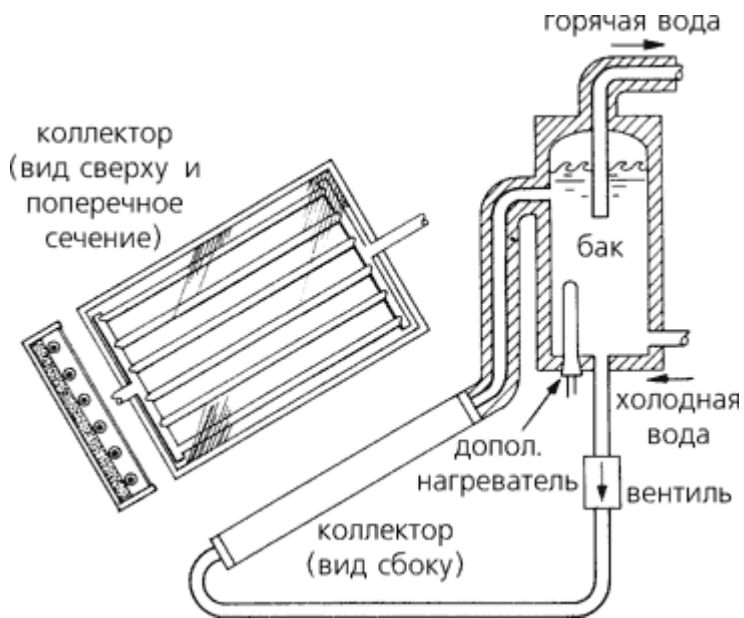


Рис. 6.4. Термосифонная водогрейная система с водяным солнечным коллектором.

**Замечание.** Эта система не требует перекачивающего насоса и электроэнергии, но накладывает ограничения на конструкцию и способы ее размещения в экодоме. Термосифонные водогрейные системы целесообразно применять для летнего душа, летней кухни и других подобных случаях.

Более удобна с точки зрения произвольного ее размещения водогрейная система с принудительной циркуляцией (Рис. 6.5). Составными частями солнечной установки для подогрева воды с принудительной циркуляцией являются плоский коллектор, бак-аккумулятор, трубопроводы, насос и система управления. Эта система предусматривает автоматическое регулирование. Каждый раз, когда температура воды в верхней части коллектора становится выше температуры воды на дне бака-аккумулятора на заранее заданное число градусов, включается насос. Вода прокачивается по системе до тех пор, пока температура не выровняется в баке и коллекторе за счет нагрева или не снизится уровень солнечного излучения. В Сибири в контуре через солнечный коллектор необходимо прокачивать жидкость, не замерзающую на морозе, а тепло в бак-аккумулятор передавать через теплообменник.

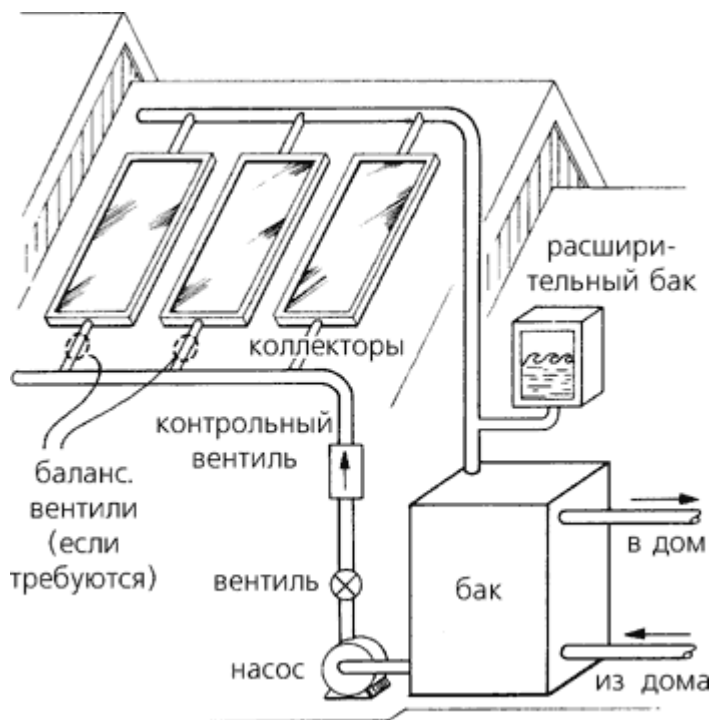


Рис. 6.5. Система солнечного нагрева воды с принудительной циркуляцией.

*Замечание. На данном этапе, когда еще не налажено производство такого оборудования, надо использовать подогреватели воды, использующие электричество, газ, дрова или их комбинацию. Для накопления необходимого объема горячей воды для бытовых нужд целесообразно использовать водяной суточный бак-аккумулятор.*

При проектировании необходимо предусмотреть, чтобы летом эта система работала в автономном режиме, но в то же самое время водогрейная система должна являться составной частью отопительной системы экоддома.

## **6.5. Жидкостный солнечный коллектор**

Водяной солнечный коллектор - главный элемент системы солнечного нагрева воды. В отличие от воздушного, коллектор на жидком теплоносителе имеет замкнутую систему, которая включает коллектор и теплообменник. По этой системе циркулирует незамерзающая и не выделяющая при нагревании накипь жидкость. Теплообменник размещается в нижней части бака-аккумулятора.

*Замечание. Жидкостной солнечный коллектор может использоваться тогда, когда тепловыделения больше теплопотерь. В условиях климата Сибири это предъявляет повышенные требования к теплозащите водяного солнечного коллектора.*

## **6.6. Суточный водяной аккумулятор тепла**

Суточный водяной аккумулятор тепла является активным элементом тепловой системы экоддома.

Суточный водяной аккумулятор тепла устанавливается внутри дома, в том числе он может быть встроен в одну из межкомнатных перегородок. Аккумулятор представляет собой полую стену, в которой размещены баки, заполненные водой. Через эти баки проходят дымовые трубы от каталитической печи медленного горения, которые подогревают воду в баках. Принципиальная схема отопления приведена на Рис. 6.6. Источниками нагрева водяного аккумулятора кроме каталитической печи медленного горения, могут быть использованы система воздушного солнечного отопления и система солнечного подогрева воды. Внешняя теплоизоляция аккумулятора - деревянная, кирпичная или из газобетона, - служит для понижения температуры обогревающей поверхности примерно до 40 °С. Теплоизоляция обеспечивает медленное остывание бака-аккумулятора с тем, чтобы температура в комнате поддерживалась в приемлемом диапазоне температур.

*Замечание. Аккумулятор должен быть сконструирован так, чтобы можно было легко делать его профилактику, промывку, чистку.*

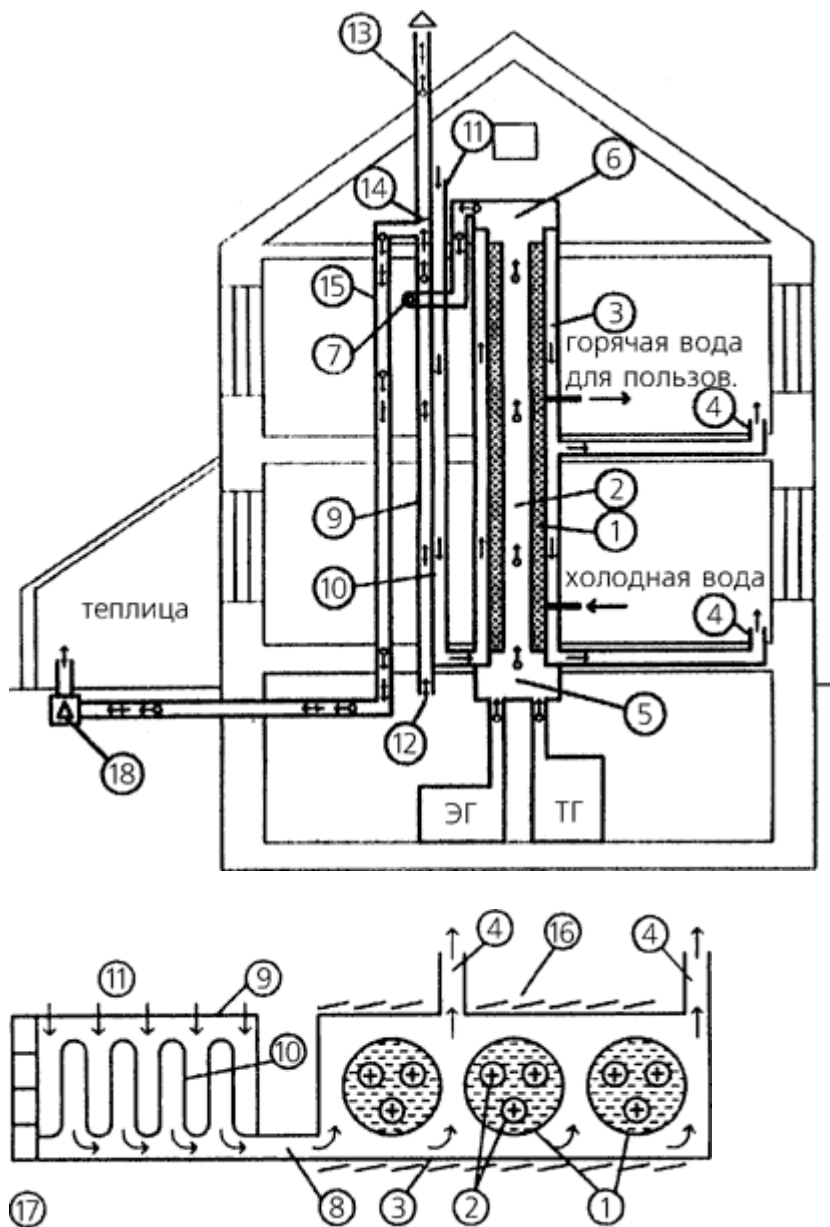


Рис 6.6. Суточный водяной аккумулятор тепла.

ЭГ - электрогенератор;

ТГ - теплогенератор;

1 - бак с водой; 2 - дымовые трубы; 3 - кожух; 4 - каналы подачи теплого чистого воздуха; 5 - нижняя (входная) дымовая камера; 6 - верхняя (выходная) дымовая камера; 7 - подача дыма в регенератор; 8 - подача чистого воздуха к ТА; 9 - кожух; 10 - поверхность теплообмена; 11 - забор чистого холодного воздуха; 12 - забор теплого отработанного воздуха; 13 - выхлопная труба; 14 - переключатель; 15 - канал подачи сбросного воздуха в теплицу; 16 - шторки; 17 - вент-каналы вертикальные; 18 - дымосос.

## 6.7. Другие аккумуляторы тепла

Тепловые аккумуляторы подразделяются на суточные и сезонные. Кроме многофункционального активного суточного водяного аккумулятора на практике используются пассивные аккумуляторы тепла из материалов с высокой теплоемкостью, например, кирпич или грунтоблоки, из которых построена печь, массив внутренней части ограждающих конструкций, межкомнатные перегородки, гравий, засыпанный в специальные контейнеры, грунт под домом. За счет теплопроводности такие аккумуляторы быстро теряют энергию. Их используют для увеличения тепловой инерции дома. Это выгодно, когда они выполняют функции конструктивного элемента дома, при простой конструкции и недорогом устройстве. В Сибири перспективны сезонные аккумуляторы, использующие для аккумуляции энергии вещества, в которых могут протекать обратимые химические реакции, сопровождающиеся поглощением и выделением тепла. Их главным преимуществом является то, что хранение энергии осуществляется в химических связях при обычных температурах любое количество времени. Применение именно этих аккумуляторов может сделать сибирский дом "солнечным".

*Замечание. Эффективное накопление энергии в таких сезонных аккумуляторах требует достаточно высоких температур воздуха (~ 130 оС), что предъявляет высокие требования к солнечным коллекторам и теплоизоляции воздуховодов от коллекторов, хорошей теплоизоляции контейнеров, в которых находится рабочее вещество такого теплового аккумулятора.*

## **Глава 7 СИСТЕМА ХЛАДОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Обычные холодильники стали привычными, но сибирский климат позволяет круглый год иметь условия для охлаждения продуктов без электричества. Такие системы хладообеспечения исторически традиционны для Сибири и включают зимний холодильник, встроенный в стену, погреб и ледник.

Правильно выполненные встроенный холодильник, погреб и ледник существенно повышают стабильность проживания в экодоме и независимость от внешних факторов.

### **7.1. Встроенный в стену зимний холодильник**

В течение зимнего периода в Сибири, когда внешняя температура имеет устойчивое отрицательное значение, нет необходимости пользоваться обычным электрическим холодильником. Для этого в стену кухни встраивается шкаф, в котором можно обеспечить необходимую температуру, с помощью вентиляции охлаждаемого объема наружным воздухом (Рис. 7.1.). В холодильной камере можно установить терморегулятор, а можно регулировать температуру изменением вентилирующего отверстия, соединяющего камеру с внешней средой. Общее тепловое сопротивление дверцы холодильника надо обеспечить не меньшее, чем для окон. В конструкции холодильника легко предусмотреть смену внутреннего покрытия, возможность размораживания и другие эксплуатационные удобства.

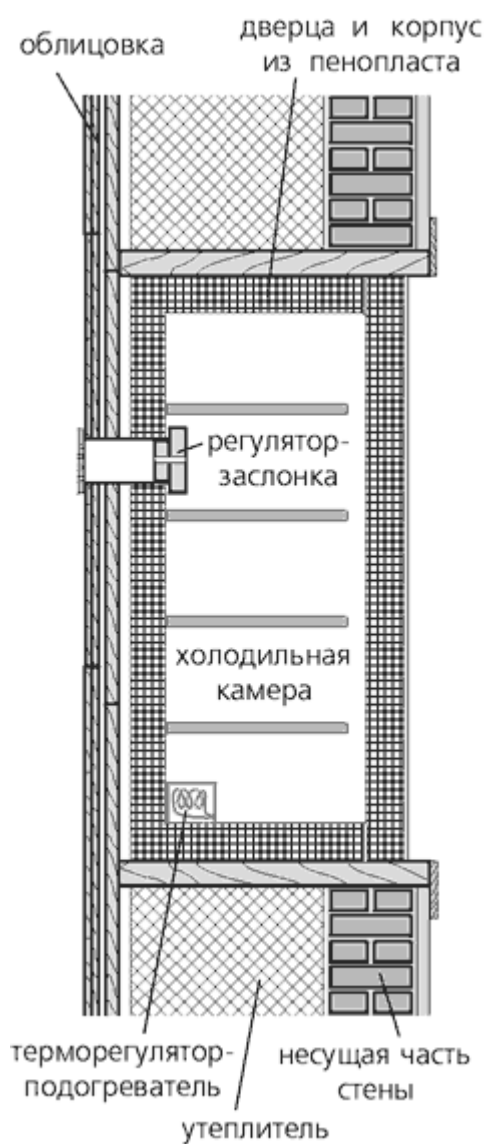
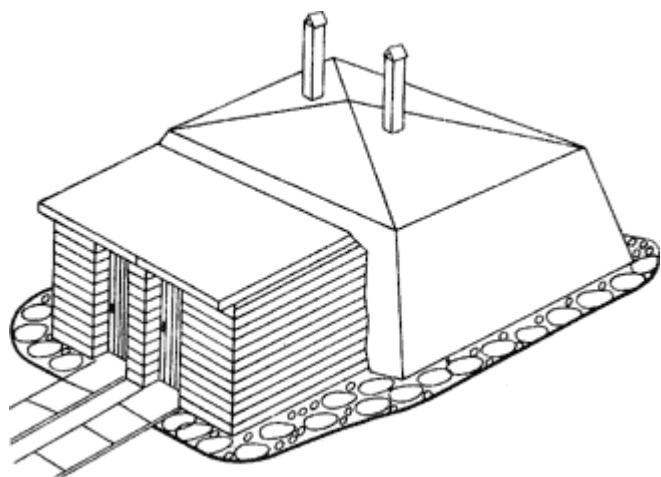


Рис. 7.1. Встроенный в стену зимний холодильник.

## 7.2. Погреб

Устройство погреба должно обеспечить необходимую температуру и влажность, наиболее благоприятные для сохранения продуктов. При строительстве следует учитывать грунты и характерные зимние и летние температуры. Вход в погреб для загрузки продуктов целесообразно устроить из помещения буферной зоны, а для использования зимой - из теплой части дома. Принципиальная схема конструкции погреба приведена на Рис. 7.2.



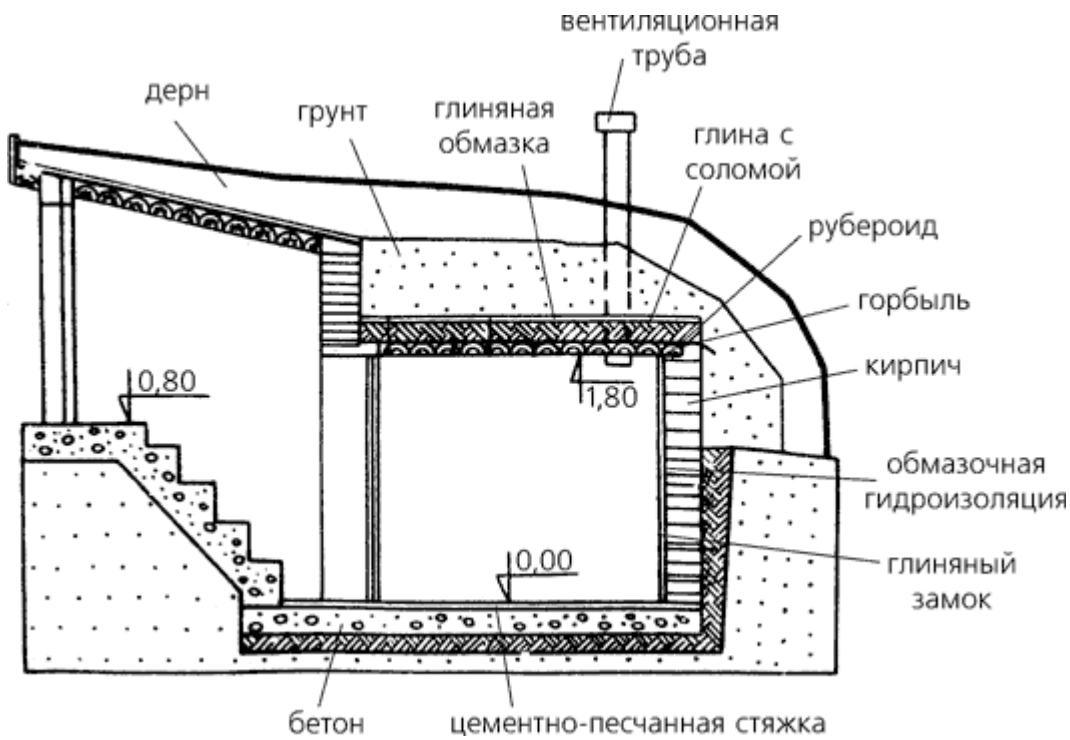


Рис. 7.2. Устройство погреба.

### 7.3. Ледник

Конструкция ледника практически такая же, как и у погреба (Рис. 7.3.). В сибирском климате можно устроить ледники с намораживанием льда в зимний период. Для этого в леднике оборудуется намораживаемый объем (из металла или из плотного бетона с гидроизоляцией). Это исключает трудоемкую операцию заготовки льда и последующей его упаковки в леднике. Для намораживания льда всю зиму ледник находится в открытом состоянии. Характеристики теплоизоляции ледника рассчитываются из условий продолжительности эксплуатации в летнее время. Теплоизоляция ледника обеспечивает увеличение срока таяния замороженного за зиму объема льда.

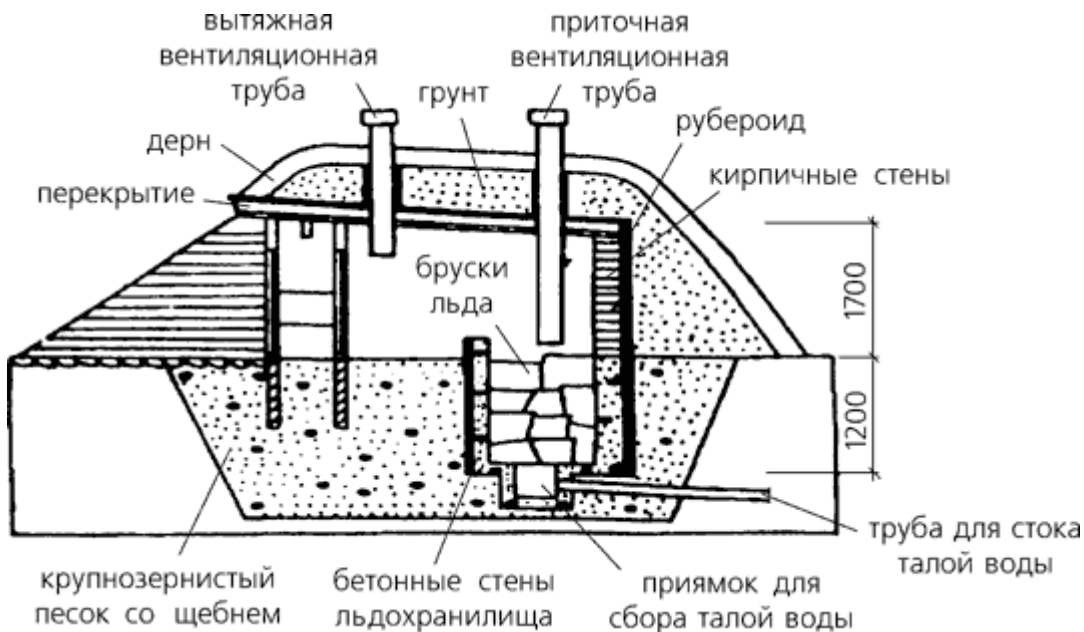


Рис. 7.3. Устройство ледника.

## Глава 8 СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ

Чтобы обеспечить энергоэффективность экодому, его делают герметичным. Из-за этого естественная инфильтрация воздуха в экодоме ниже, чем в обычном доме и чтобы обеспечить хорошее качество воздуха в экодоме очень важно его хорошо проветривать. Высокая теплоизоляция экодому приводит к тому, главные тепловые потери в экодоме связаны с вентиляцией. Создание хорошей системы вентиляции переплетается с проблемой тепло- и пароизоляции. Для создания комфортных условий нужна полная замена воздуха в помещении с определенной скоростью.

Для вентиляции экодому можно использовать естественную, принудительную системы или их комбинацию.

### 8.1. Естественная вентиляция

Существуют две основные схемы вентиляции: с непосредственным смешиванием (традиционное проветривание через форточку или вентиляционное отверстие) чистого и загрязненного воздуха (Рис. 8.1.) и вытеснительная схема (Рис. 8.2.), когда воздух фронтом перемещается от одной стены к другой. Традиционная схема смешивания не обеспечивает высокой степени очистки воздуха, так как свежий воздух идет узким каналом, при этом чистый и загрязненный воздух постоянно перемешиваются, и в выбрасываемом воздухе присутствует большая часть свежего воздуха.

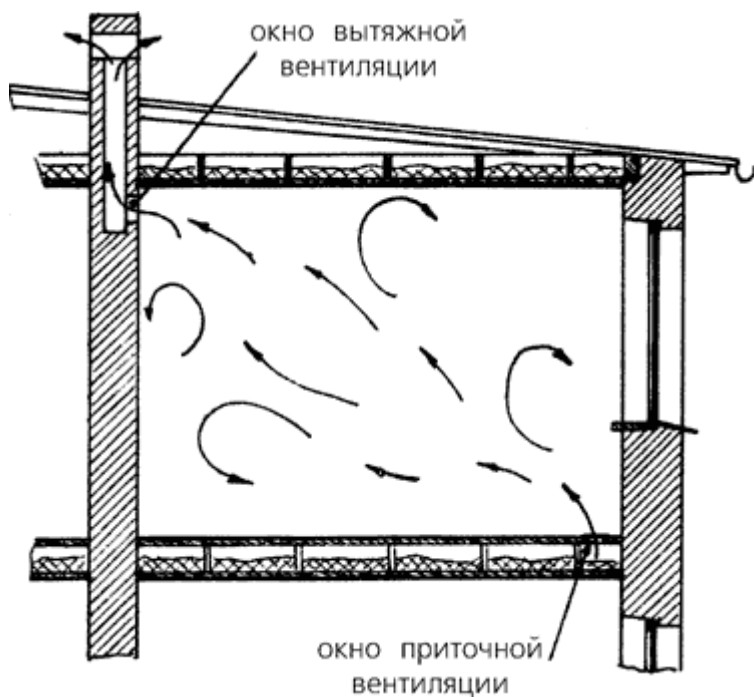


Рис. 8.1. Система естественной вентиляции с идеальным смешиванием.

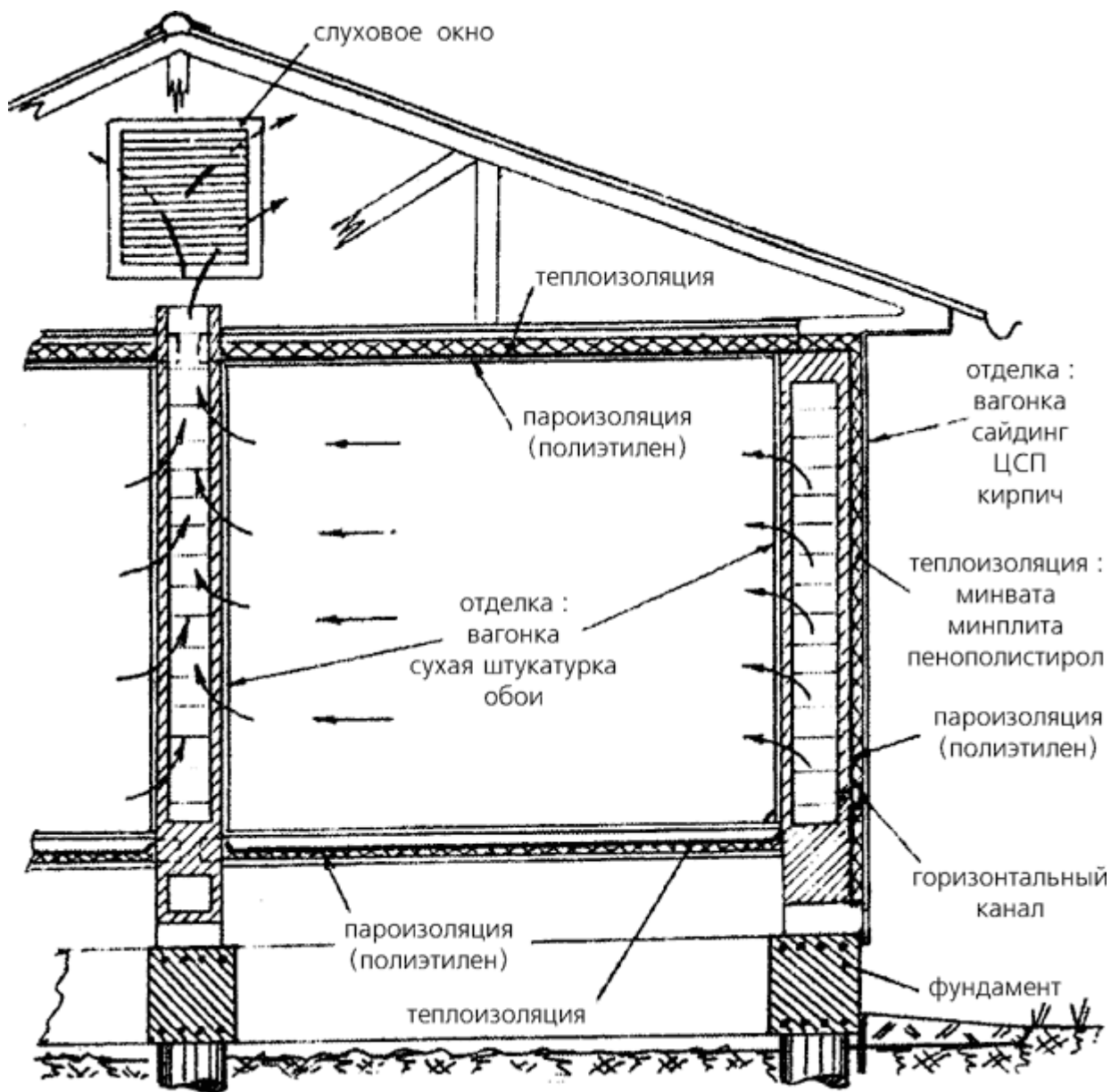


Рис. 8.2. Вытеснительная схема вентиляции.

Для создания движения воздуха фронтом с малой скоростью от одной стены (чистый воздух) к другой (отработанный воздух), без перемешивания применяется вытеснительная схема. В такой системе достигается полное удаление отработанного воздуха при однократной замене. Вытеснительная схема вентиляции осуществляется при воздухопроницаемых стенах.

Воздухопроницаемость стен обеспечивается либо специальными пористыми материалами, либо распределенной системой мелких вентиляционных отверстий равномерно распределенных по поверхности стен.

Вытеснительную схему, применяемую для экодому в целом, необходимо дополнить традиционной схемой с контролируемым притоком и оттоком воздуха для кухни, ванной комнаты и туалета, причем вытяжку надо устраивать через туалет. В случае принудительной вентиляции необходимо применять сбалансированную систему (Рис. 8.3).

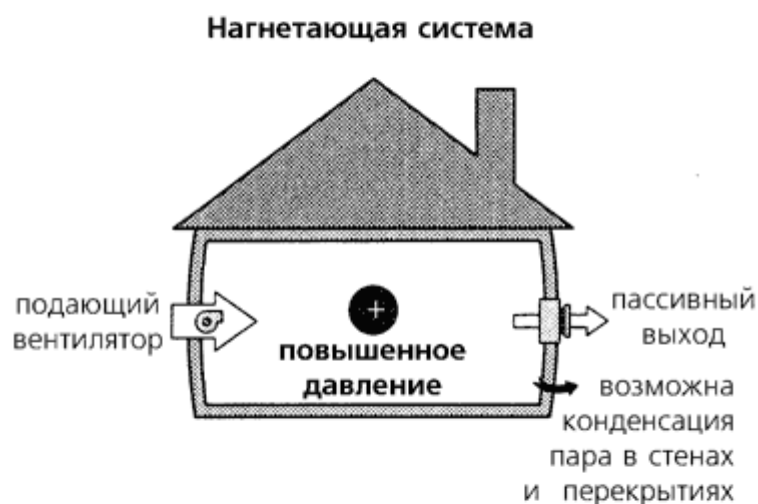
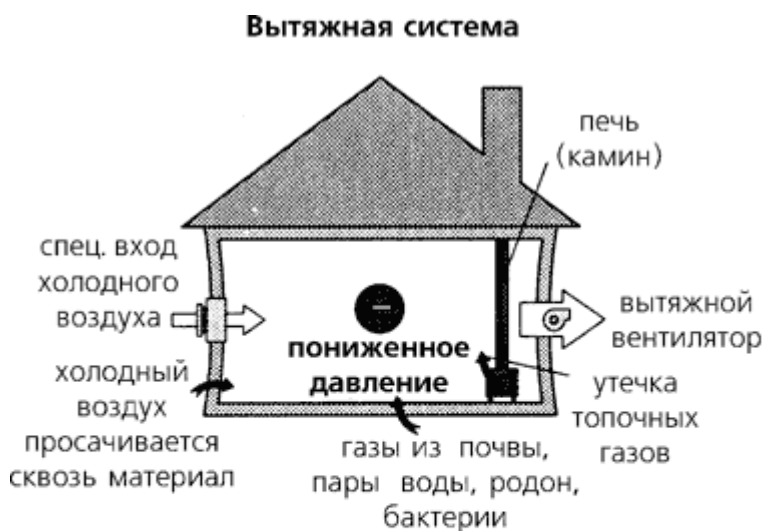


Рис. 8.3. Принудительная вентиляция и давление воздуха внутри дома.

## 8.2. Рекуперация тепла в системе вентиляции

При высокой теплоизоляции экодому главным источником тепловых потерь является проветривание. Поэтому на выходе вентиляционной системы, чтобы понизить потери энергии, необходимо ставить теплообменник, в котором тепло воздуха удаляемого из дома передается свежему воздуху, поступающему снаружи. Такие системы позволяют вернуть 50-70 % тепла в дом. На Рис. 8.4. представлен пластинчатый рекуператор тепла для системы с принудительной вентиляцией. Главные составные части такого устройства это пластинчатый теплообменник и вентилятор, размещенные в герметичном коробе. На Рис. 8.5. представлен роторный рекуператор тепла для системы с принудительной вентиляцией. Главной составной частью устройства является дисковый вентилятор-теплообменник. Это устройство проще предыдущего и обладает на порядок меньшими габаритами, высокой эффективностью (до 80 % возврата

тепла), работает при отрицательных температурах без обмерзания, что делает его более предпочтительными для климата Сибири.

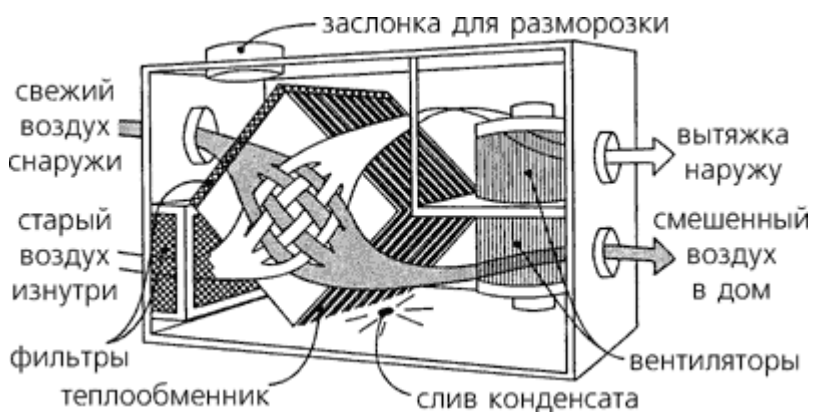


Рис. 8.4. Пластинчатый рекуператор тепла для системы с принудительной вентиляцией.

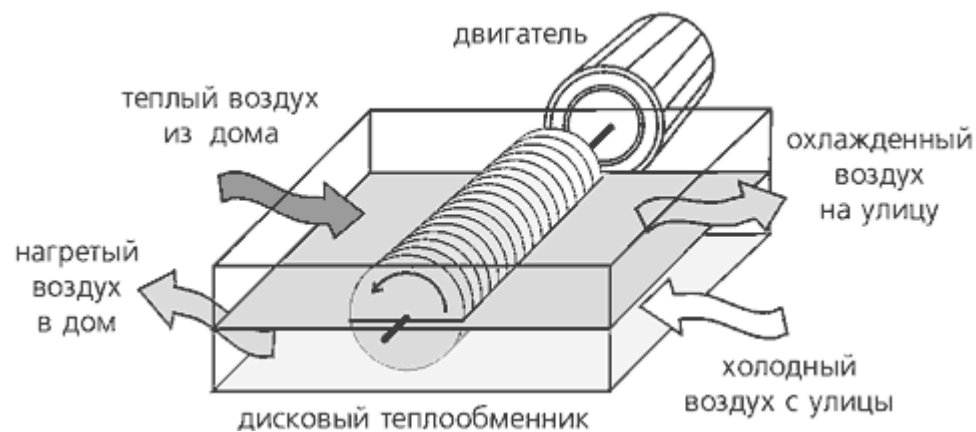


Рис. 8.5. Роторный рекуператор тепла для системы с принудительной вентиляцией. (Разработка А.И. Яворского)

### 8.3. Удаление пыли и очистка воздуха

Составной частью системы вентиляции и кондиционирования воздуха является встроенный пылесос барботажного типа, в котором фильтрация воздуха осуществляется через водяную пену. Пылесос используется по прямому назначению - удалению пыли с поверхностей пола, мебели, ковров и одежды, а также для очистки воздуха в помещениях от пыли и кондиционирования воздуха в помещениях с использованием различных добавок (дезинфицирующих, ароматизирующих, лечебных). С системой пылеудаления совмещена система озонирования или ультрафиолетовой обработки воздуха (слабая ионизация для повышения качества воздуха и сильная ионизация - для дезинфекции помещений).

## Глава 9 СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Водоснабжение экодому для питья и хозяйственных нужд может осуществляться от централизованных систем водоснабжения (водопровода) и от индивидуальных источников (колодцы, скважины).

При отсутствии централизованного водоснабжения в подвале дома предусматривается ёмкость для привозной воды. Для повышения качества питьевой воды используются простые домашние устройства для доочистки воды из крана.

В любом случае, независимо от использования централизованной или автономной системы водообеспечения, в экодоме важно снизить ее потребление. Поэтому в экодоме предусмотрено использование водосберегающих приборов, сбор дождевой воды и повторное использование очищенной воды для технических нужд. В экодомах зависимость от внешнего источника водоснабжения уменьшается на две трети и в несколько раз уменьшается расход воды на канализацию.

## **9.1. Система сбора и накопления дождевой воды**

Из-за привычки бездумно расходовать воду у многих сложилось впечатление, что воды в Сибири много. В целом по Сибири это так, но там, где живет основное население, уже ощущается острый дефицит чистой воды, пригодной для питья и приготовления еды. Поэтому надо не только сократить расход воды, но и не использовать чистую питьевую воду для технических нужд. Также необходимо собирать и рационально использовать всю воду.

В экодоме предусмотрена система сбора и накопления дождевой и талой воды. Для этого, со всех поверхностей экодома и прилегающего участка с твердым покрытием по специальным водотокам вода собирается в накопительный резервуар или небольшой пруд.

## **Глава 10 ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЕ**

Электроэнергия в экодоме нужна на освещение, работу бытовой техники и оборудования экодома (вентиляция, небольшие насосы и вентиляторы системы солнечного обогрева). В настоящее время основным источником электроэнергии является централизованная сеть. Сейчас стоимость электроэнергии, получаемой из сети, для потребителя меньше, чем солнечной энергии от собственной солнечной электроустановки. Но тенденция такова, что стоимость электроэнергии из сети растет, а стоимость электроустановок падает и в недалеком будущем автономные солнечные электроустановки и выработка электроэнергии с их помощью будет дешевле (очень похоже на развитие компьютерной техники). Поэтому перспективно, наряду с использованием электросети, предусматривать автономные электроустановки, включающие солнечные электроустановки, электроагрегаты, совмещенные с каталитической печью и, где это возможно, включающие минигэс и ветроустановки.

В любом случае, независимо от использования централизованной или автономной систем электрообеспечения, в экодоме важно снизить расход электроэнергии.

### **10.1. Электрическая энергия от сети**

В настоящее время в большинстве случаев в экодоме будет использоваться электроэнергия от сети и, по возможности, от дополнительных альтернативных источников электроэнергии (индивидуального бензинового или дизельного генератора, ветроэлектрического генератора, фотоэлектрической батареи).

Поэтому необходимо использовать комплексное вводно-распределительное устройство, позволяющее снизить потребление мощности из внешней электрической сети при одновременной работе нескольких электрических приборов. Устройство включает в себя блок управления, преобразователь и батарею аккумуляторов.

Такая система позволяет:

(\*) потреблять из внешней электрической сети не более 1 кВт электрической энергии при одновременной работе всех электрических приборов в доме независимо от их мощности (электроплита, утюг, освещение, стиральная машина и т.д.)

(\*) пользоваться некачественной внешней сетью (пониженное напряжение, броски тока, временное отключение тока и т.д.) и иметь при этом нормальную работу всех бытовых приборов

(\*) использовать электрическую энергию по сниженному тарифу в периоды ночного минимума

(\*) по мере надобности и возможности использовать альтернативные источники электроэнергии, такие как: индивидуальный бензиновый или дизельный генератор, ветроэлектрический генератор, фотоэлектрическую батарею.

## **10.2. Солнечная электроустановка**

Солнечные электрические установки используют солнечные элементы для выработки электричества при освещении их солнечным светом. В отличие от солнечных коллекторов они работают всегда, когда светит солнце. Солнечные батареи вырабатывают электричество даже в облачную погоду, хотя и в меньшем количестве.

Солнечная электроустановка состоит из солнечных батарей, аккумуляторной батареи и преобразователя постоянного тока в переменный, так как большинство бытовых приборов работают на переменном токе. Как следует из метеорологических данных в зоне основного проживания населения Сибири с помощью автономных солнечных электроустановок можно вырабатывать достаточно электроэнергии для основных бытовых нужд.

### **Рекомендации по строительству экодому**

На данном этапе в проектах экодому не выгодно закладывать автономное солнечное электрообеспечение. Но уже сейчас целесообразно и экономически оправдано использование солнечной панели для питания вентилятора, нагнетающего теплый воздух из воздушного коллектора в комнату и в аккумулятор.

Кроме того, рекомендуется использовать комбинированную систему электрообеспечения - централизованные сети и системы, включающие солнечные батареи и аккумулятор, который будет использоваться в качестве стабилизатора, накопителя и перераспределения потребления энергии во времени. Для эффективного использования электроэнергии необходимо применять энергоэффективные осветительные приборы (сенсорные датчики отключения и галогенные лампы, экономящие электрическую энергию в 5,5 раза по сравнению с лампами накаливания).

## **Глава 11 БИОПЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

Бытовые органические отходы являются ценным продуктом для производства удобрения для сада и огорода экодому. Чтобы не потерять это их качество, все отходы необходимо разделять по составу. Разделение отходов в доме - важная часть образа жизни в экодоме. Для этого в экодоме предусмотрены все условия с тем, чтобы это не занимало много времени. При разделении бытовых отходов отделяется органическая часть и перерабатывается биологическими методами в компост, который используется на приусадебном участке (в прилегающем лесном участке, в огороде, саду). Не перерабатываемая на участке часть (стекло, пластмасса, металл и др.) разделяются, накапливаются жильцами, и сдаются в чистом состоянии для переработки и вторичного использования на специализированное предприятие экопоселка.

Органические отходы перерабатываются в специальных биореакторах в техническом подвале или на участке методом компостирования с последующей утилизацией на ботанической площадке участка.

## 11.1. Однокамерный безводный биотуалет непрерывного действия (Кливус-Мультрум)

Биотуалет Кливус-Мультрум предназначен для непрерывной переработки всех органических отходов жизнедеятельности семьи (пищевые отходы и отходы из туалета). Он представляет собой контейнер наклонного типа с двумя приемными отверстиями - для органических пищевых отходов и туалета (Рис. 11.1). Контейнер оборудован системой аэрации и вытяжки, устроенной таким образом, чтобы вытяжка осуществлялась на коньке дома, а во все остальные отверстия воздух всасывается. Для этой системы важна аэрация, чтобы протекали процессы, характерные для компостирования, а не гниения, соблюдался влажностный режим, а температура поддерживалась в диапазоне 20-40 °С. Эта система на Западе приобретает все большее распространение. Контейнер биотуалета располагается в обогреваемом техническом подполье.

К недостаткам можно отнести то, что для его эффективной работы требуется поддерживать достаточно стабильные условия.

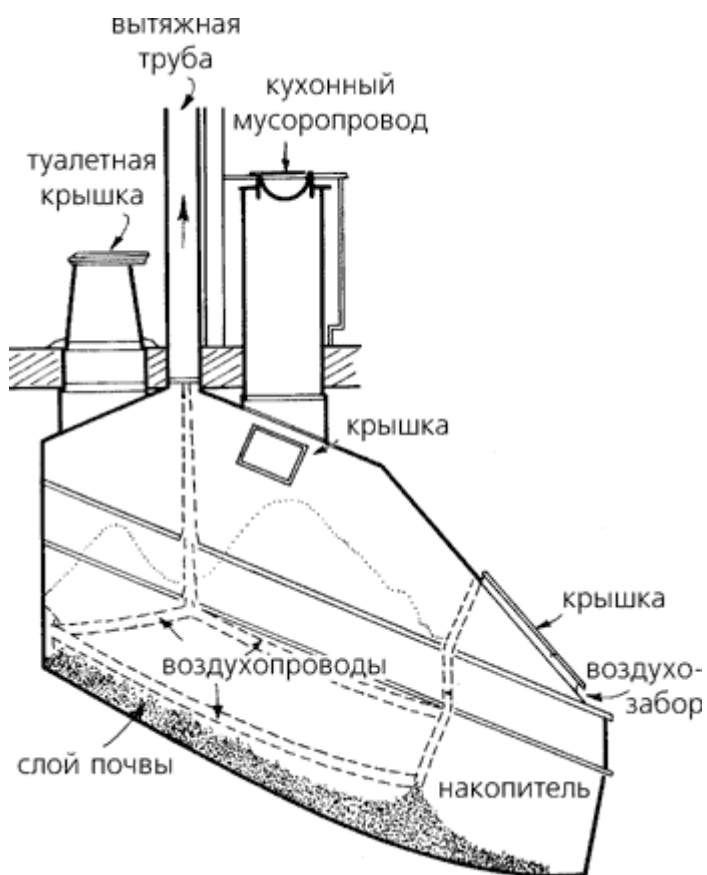


Рис. 11.1. Биотуалет непрерывного действия (Кливус-Мультрум).

## 11.2. Двухкамерный безводный биотуалет

Двухкамерный биотуалет (Рис. 11.2) также используется для переработки всех органических отходов. Эта система более проста в эксплуатации за счет увеличения срока переработки содержимого. В этой системе изготавливается два контейнера большого объема с периодом наполнения до трех лет. В то время как заполняется один контейнер, во втором все это время происходит процесс биологической переработки. Для эффективной работы контейнеры утепляются. В доме такой туалет размещается в техническом подполье с южной стороны и оборудуется системой пассивного обогрева для ускорения процесса компостирования. Если туалет располагается с северной стороны, то рядом с ним размещают воздухопроводы от солнечных коллекторов.

Замечания. Объем контейнеров туалета рассчитывают, исходя из состава семьи.

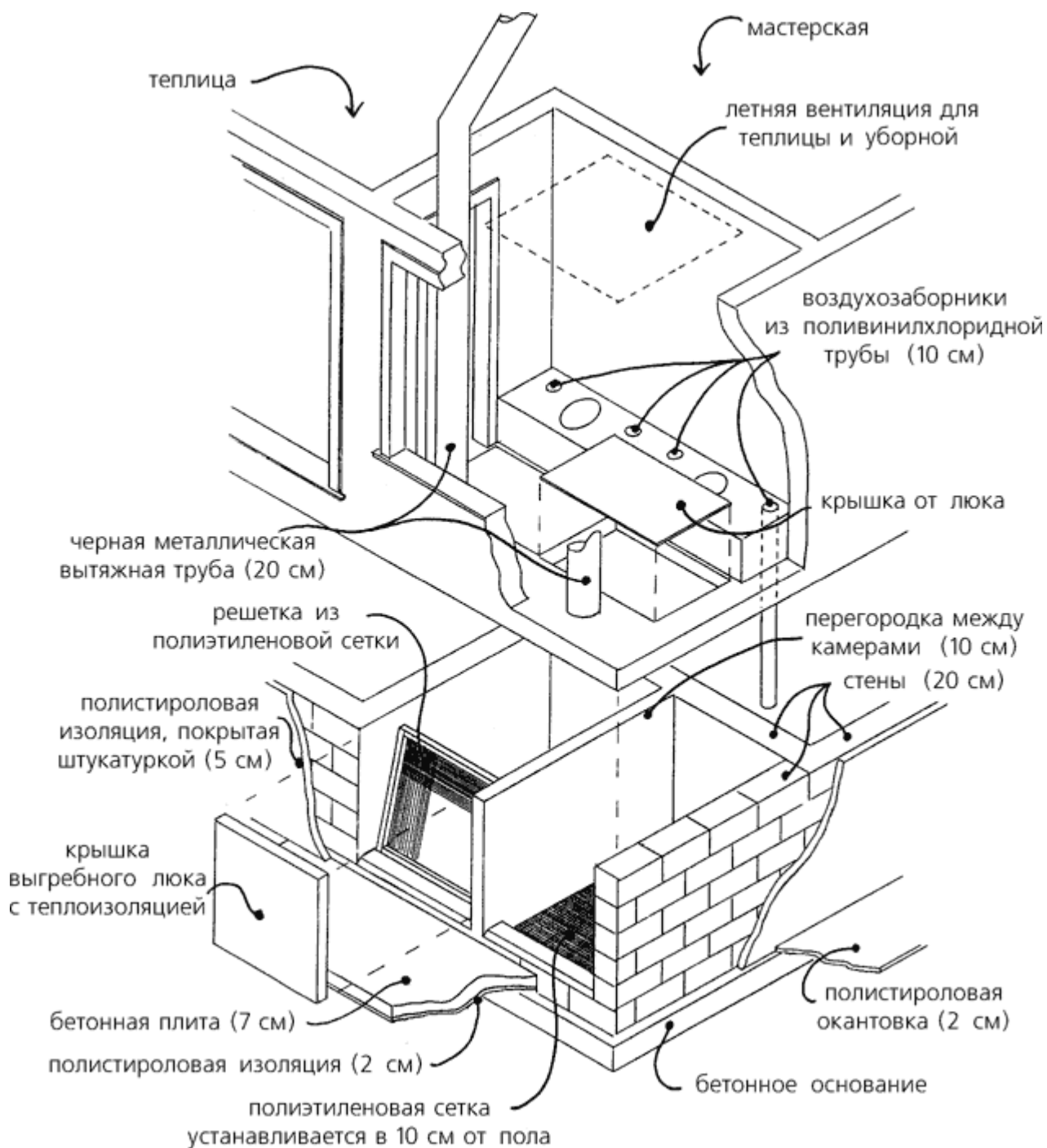


Рис. 11.2. Двухкамерные безводные биотуалеты большого объема.

### 11.3. Комбинированный контейнерный биотуалет со смывом и фильтрацией стоков

Многие люди имеют устойчивое предубеждение к безводным компостирующим биотуалетам, кроме того, в России еще нет мест, где можно было бы убедиться в их эффективности. Поэтому можно использовать совмещенную систему - смывной туалет с малым расходом воды, слив из которого осуществляется в компостирующий биореактор с фильтрующим слоем (фильтр-контейнер). Профильтрованные стоки направляются в общую систему переработки бытовых стоков (автономную канализацию). Эта система аналогична двухкамерной системе, с той разницей, что контейнер делается гидроизолированным, а в нижней его части устраивается дренажное устройство с фильтрующим слоем, через которое попадающая в биореактор жидкость просачивается и попадает в септик (систему переработки и фильтрации бытовых стоков). Система делается двухкамерной или с большим набором сменных контейнеров, количество которых определяется, исходя из состава семьи, чтобы было удобно заменять заполненные контейнеры на пустые.

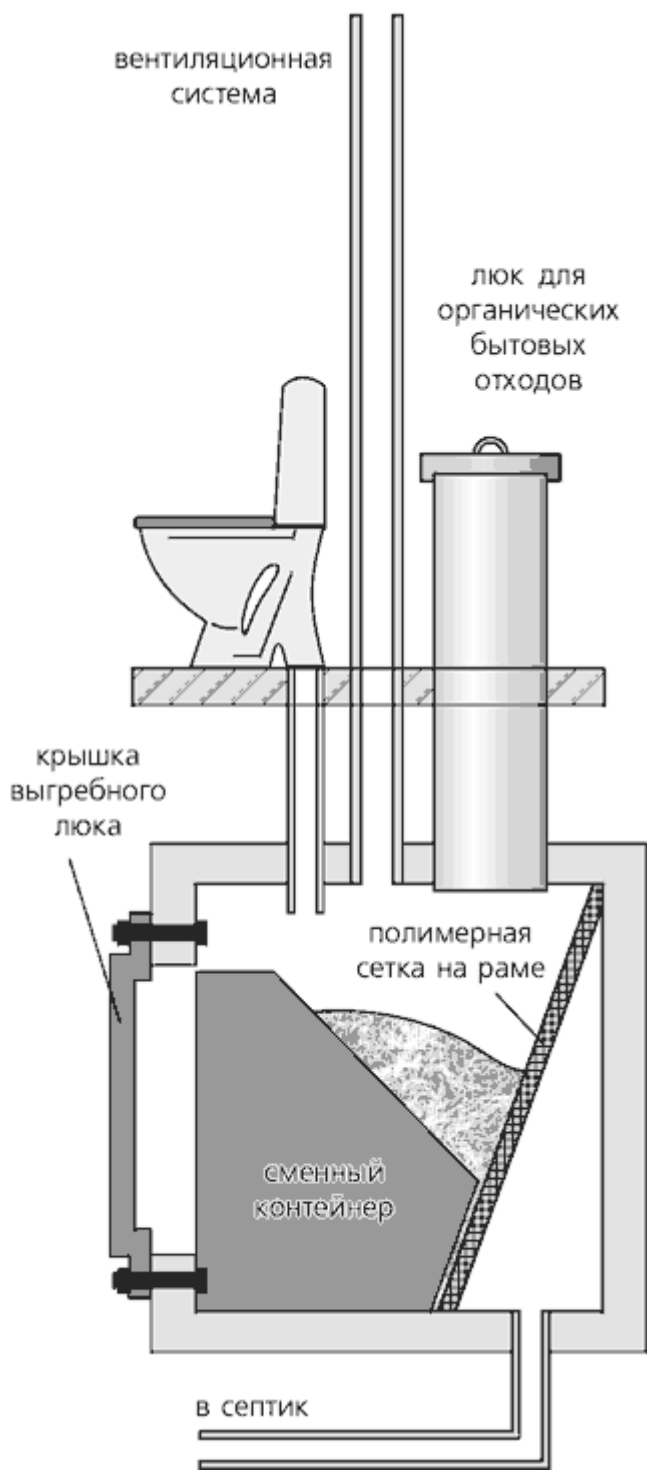


Рис. 11.3. Комбинированный контейнерный биотуалет со сливным унитазом и фильтрацией стоков.

#### 11.4. Летние биотуалеты на приусадебном участке

В летнее время люди проводят на участке, занимаются садом и огородом. Поэтому для многих покажется удобным построить летний биотуалет с тремя постоянными контейнерами для компостирования, оборудованные биде со сливом воды в почву. Для долговечности контейнеры могут выполняться из бетона. Объем одного контейнера выбирается с тем расчетом, чтобы в течении летнего сезона заполняется экскрементами, зеленой массой и землей (в этом случае в туалете не разводятся мухи). В течении 2х лет содержимое контейнера компостируется и на третий год выгружается на участок. Традиционно, после заполнения туалета, его передвигают на новое место.

## Глава 12 ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ БЫТОВЫХ СТОКОВ

Бытовые стоки в городах - одна из главных экологических и экономических проблем. В экодоме применяется автономная система переработки и утилизации стоков, использующая биоинтенсивные методы переработки органики, содержащейся в бытовых стоках.

Система переработки стоков может основываться на переработке смешанных стоков или раздельной переработке из разных источников. Стоки, содержащие органику: кухонные, серые (ванная, стирка), черные (туалет) могут предварительно раздельно перерабатываться внутри дома и/или поступать в единую систему сбора и переработки на участке с последующим дренированием жидкой части. Накапливающаяся твердая часть в виде биологического ила перерабатывается на участке по мере накопления, совместно с твердыми органическими отходами, методом компостирования.

Выбор варианта системы определяется особенностями естественного ландшафта и пожеланиями хозяина экодому.

### 12.1. Простейшая система накопительного типа

Простейшая система утилизации всех типов стоков осуществляется в специальной подземной емкости достаточного объема. Система представляет собой гидроизолированный (дно и стенки) котлован на приусадебном участке, заполненный гравием и песком. Сверху он засыпан грунтом, аналогично любой другой дренажной системе, в которую сливаются все стоки. В грунт над этой дренажной зоной высаживается растительность, способная за вегетационный период выкачать из него воду. Эта система используется для слива только зимой. Летом стоки отводятся в почвенные фильтры, которые будут описаны ниже. Чтобы система не забивалась, стоки предварительно направляются в отстойник для отделения грубой фракции.

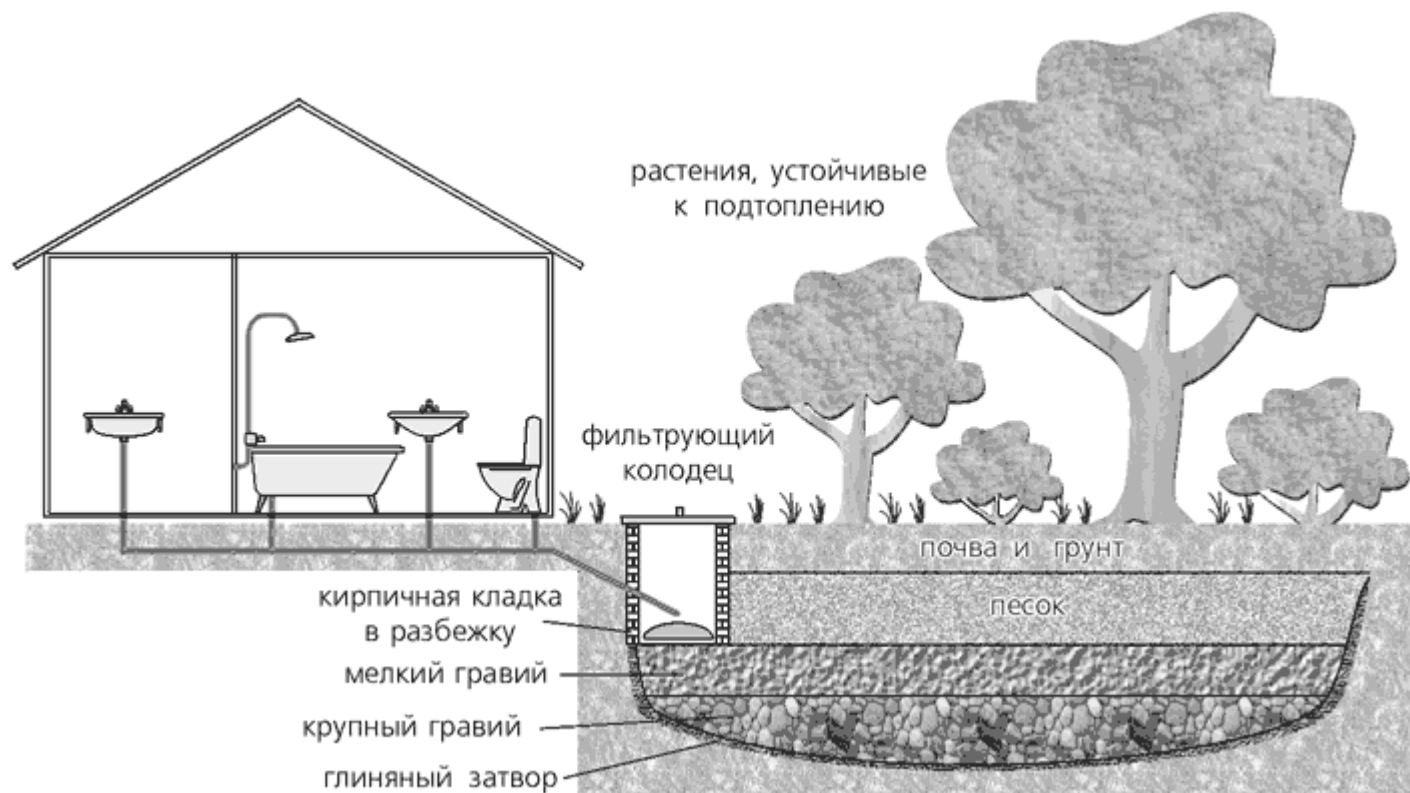


Рис. 12.1. Простейшая система накопительного типа с утилизацией смешанных стоков.

## 12.2. Система раздельной очистки бытовых сточных вод с использованием компостирующего биотуалета

В этой системе используется безводный биотуалет и для обработки остаются только стоки из кухни, постирочной, ванной и бидэ. Стоки из этих источников объединяются в усовершенствованном септике (объединение септика и биофильтра-усреднителя) с последующим пропуском воды через фильтрующие траншеи, расположенные ниже зоны промерзания. Затем они направляются в накопительный резервуар (пруд), если рельеф позволяет его построить. Септик необходимо располагать в обогреваемом техническом подполье.

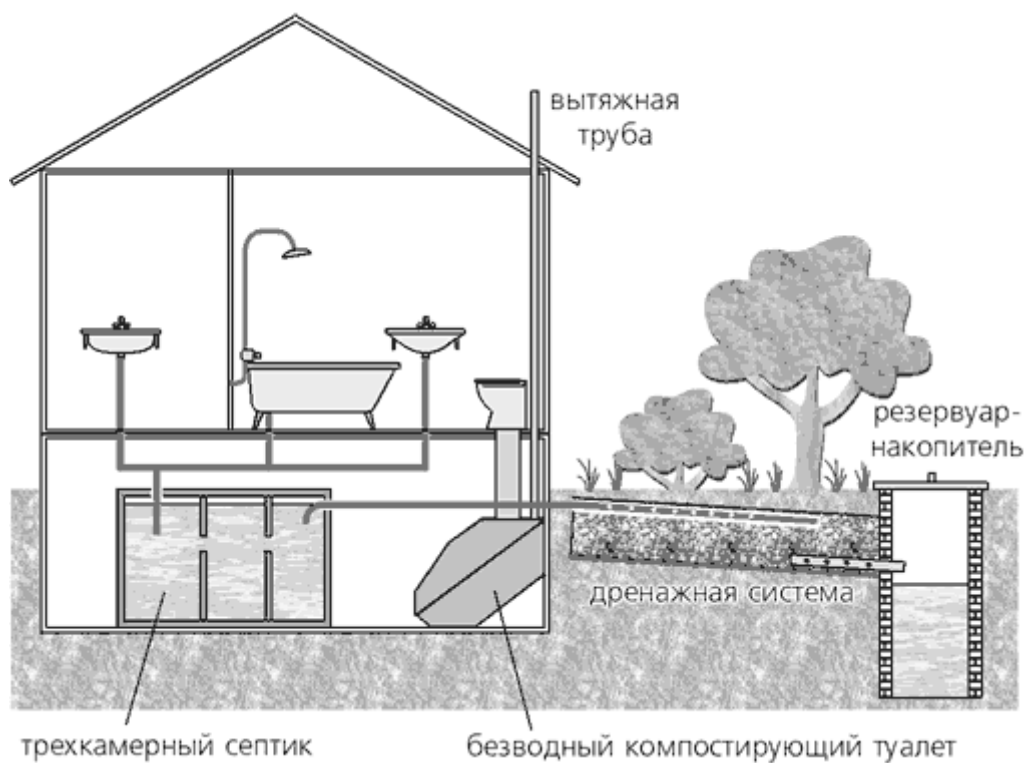


Рис. 12.2. Система раздельной очистки бытовых сточных вод с использованием компостирующего биотуалета.

## 12.3. Система раздельной очистки бытовых сточных вод с использованием смывного туалета

В отличие от системы с безводным компостирующим биотуалетом, здесь применяется смывной туалет с малым расходом воды. Слив из туалета осуществляется в биофильтр-отстойник, где оседает и подвергается переработке большая часть органических частиц. Сюда же попадают пищевые отходы с кухни. Один раз в 2-3 года биофильтр нужно чистить от переработанного ила. Ил перемешивается с компостом и вносится в почву под неприщевые культуры. (Биофильтр -отстойник можно заменить фильтрующей камерой со сменными контейнерами (см. п. 11.3.), но чистят ее чаще.) Еще одним дополнением системы является то, что стоки из ванной, душа пропускаются через механический песчаный фильтр и направляются в бачок смывного унитаза для повторного использования.

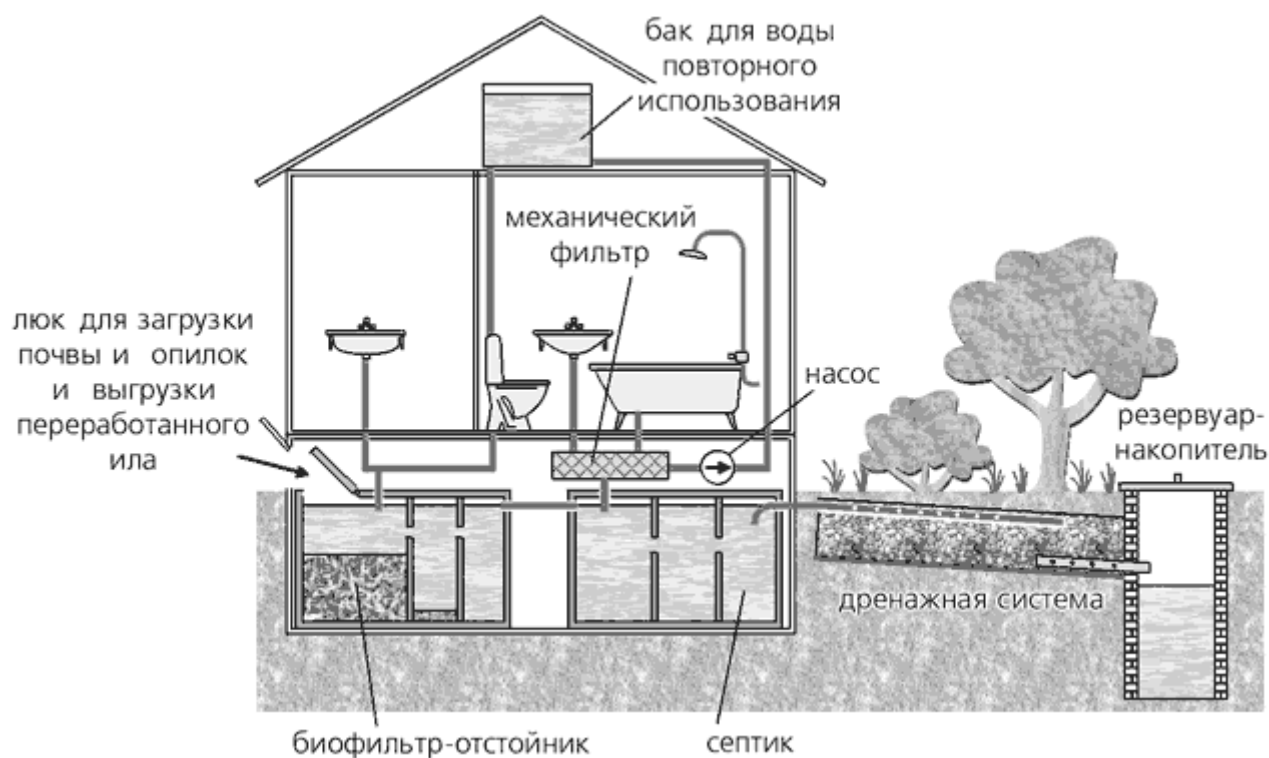


Рис. 12.3 Система раздельной очистки бытовых сточных вод с использованием смывного туалета.

## 12.4. Основные элементы систем переработки и утилизации стоков

### Система для повторного использования воды

Количество воды, используемое в смывных туалетах на одного человека немного меньше, чем он использует в ванной и душе (23 % и 18 %). Поэтому целесообразно вторичное использование для туалета воды из ванной и душа. Это приводит к снижению потребления воды на 18 %. Система состоит из двух емкостей - буферного накопителя, куда стоки из ванной попадают самотеком с предварительной очисткой через механический песчаный фильтр, и сливного бачка унитаза, в который стоки закачиваются с помощью насоса. Бачок делается существенно больше, чем обычный, а слив дозируется.

*Замечание. Система должна быть так устроена, чтобы стоки не застаивались. Эта конструкция должна быть удобна для промывки и профилактики.*

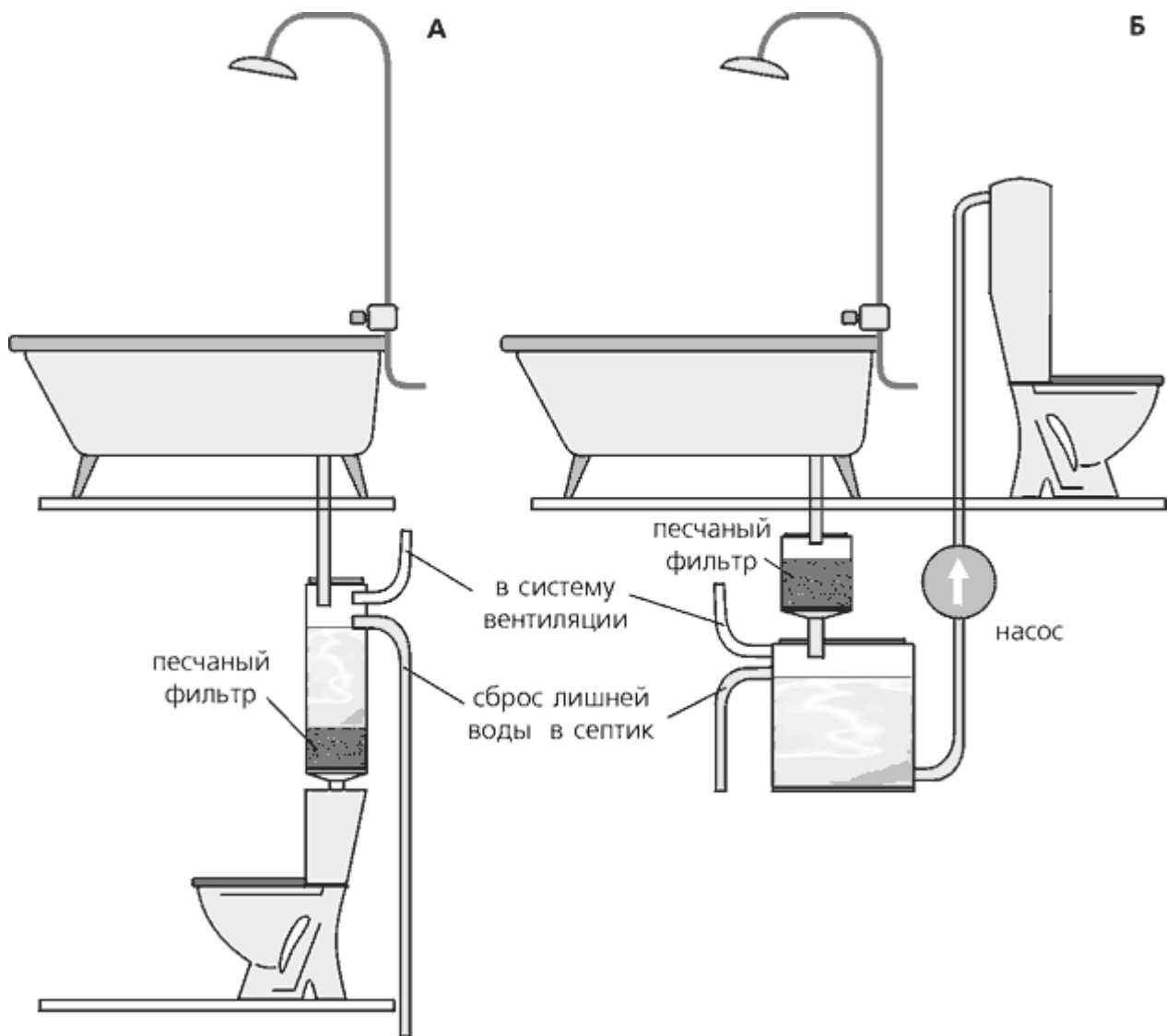


Рис. 12.4. Варианты системы вторичного использования воды из ванной для смывных туалетов.

### Жируловитель

В бытовых стоках содержится много жиров. Поэтому, чтобы в трубах и других элементах конструкции системы переработки стоков на стенках не откладывался жир на, входе в систему устанавливается жируловитель. Как правило, он устанавливается перед септиком и предназначен для отделения жиров из сточных вод. Жируловитель - это устройство, имеющее простую и удобную для профилактической очистки конструкцию (Рис. 12.5.). Устройство состоит из грязеуловителя и собственно жируловителя.

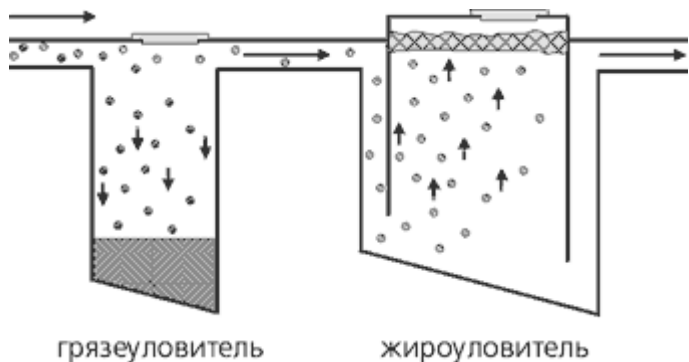


Рис. 12.5. Жируловитель.

## Фильтр для стоков от стиральной машины

Фильтр для стоков стиральной машины предназначен для отделения частиц одежды, жиров, пыли и др. компонентов при стирке грязной одежды. Фильтр должен быть простой, быстроменяемый. Песок из фильтра утилизируется на биоботанической площадке.

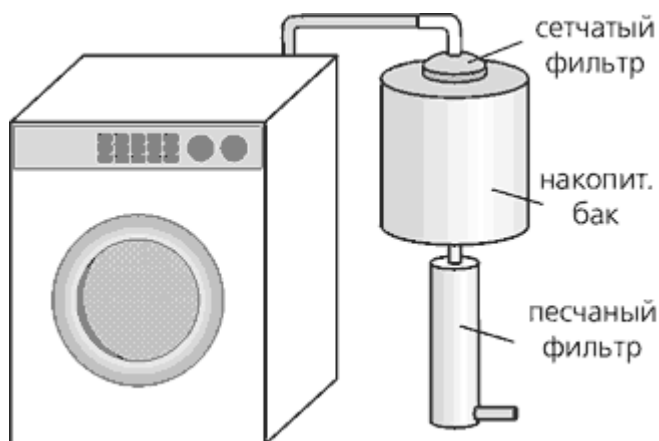


Рис. 12.6. Фильтр для стоков от стиральной машины.

## Эффективный септик, совмещенный с фильтром

Главным элементом двух последних систем очистки стоков является трехкамерный септик, совмещенный с фильтром, расположенный в техническом подполье. Септик обеспечивает накопление стоков и медленное их движение и эффективную очистку. Для каждого расхода стоков, подбирается объем септика (3-5 м. куб.). Температура в септике должна быть такой, чтобы обеспечивать стабильную работу микрофауны и максимально возможную очистку. Целесообразно дополнить септик на выходе камерой с отсорбирующим материалом (например, цеолит или другие аналогичные материалы), чтобы в дренажную систему попадали максимально очищенные стоки. Летом роль фильтра выполняет почва.

*Замечание. Если система используется для очистки только серых стоков, то ее размеры могут быть уменьшены на 30 - 40 %. Компостирующий биотуалет существенно упрощает обработку бытовых стоков. Также, как и биотуалет, септик лучше всего располагать в отапливаемом техническом подполье. С этой целью в проекте экодому предусматривается солнечный обогрев септика. Септик должен быть удобно расположен для обслуживания, которое сводится к очистке и удалению осадков.*

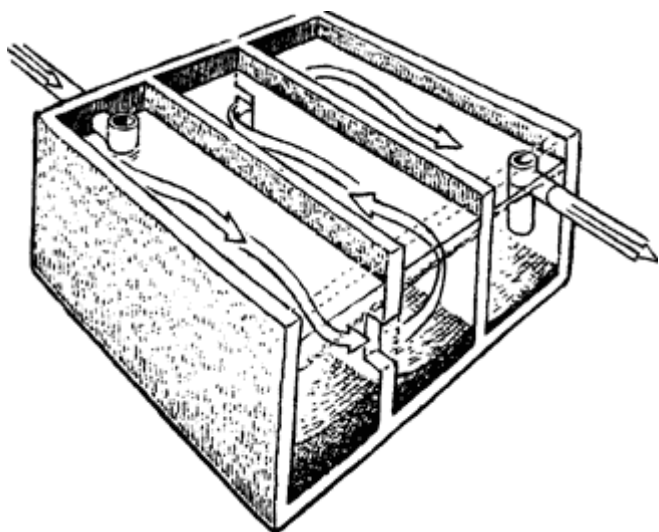


Рис. 12.7. Эффективный трехкамерный септик.

## Фильтрующая траншея

Когда стоки обработались в септике и прошли через фильтр, они направляются в фильтрующую траншею. Траншея устраивается так, чтобы после прохождения через нее вода выходила в накопительный объем (пруд). Устройство фильтрующей траншеи традиционно (Рис. 12.8). Для экодому устраиваются две траншеи: зимняя и летняя. В зимнем варианте дренажная траншея закладывается ниже глубины промерзания грунта. Летняя траншея - поверхностная и может сочетаться с почвенным фильтром. Если стоки направить в почвенный фильтр без обработки в септике и фильтре, то в почвенном фильтре будут возникать специфические запахи.

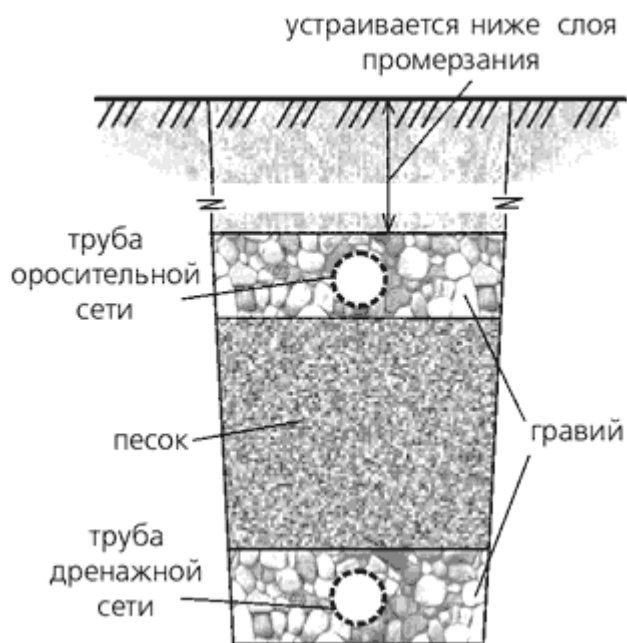


Рис. 12.8. Фильтрующая траншея.

## Фильтрующая кассета

Фильтрующая кассета представляет собой подземную воздушную полость, накрытую сверху ребристой железобетонной плитой, в которую вставлены вытяжные трубы, обеспечивающие вентиляцию полости, чтобы в ней протекал аэробный процесс (Рис. 12.9.). В нижней части полости, на границе с грунтом, укладывается сначала песок, а над ним гравий. Такие системы используются на слабофильтрующих грунтах. Объем фильтрующей кассеты рассчитывается под объемы стоков от дома. Для экодому фильтрующая кассета применяется для сброса стоков в зимнее время.

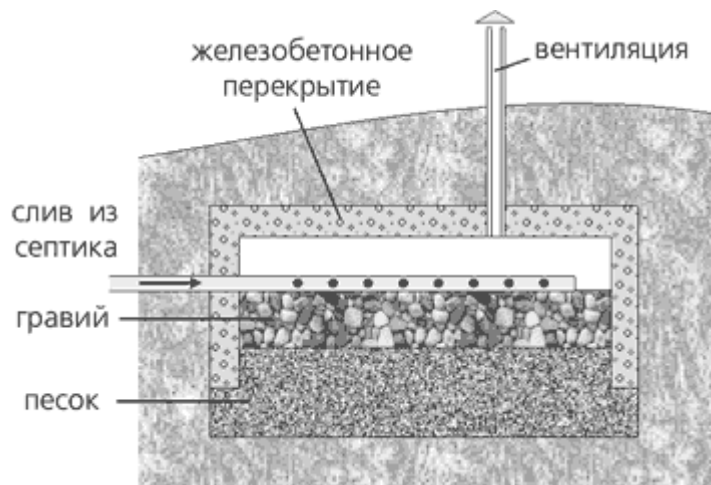


Рис. 12.9. Фильтрующая кассета.

## Механический фильтр после душа и ванной

Вода после ванной, душа, полоскания белья (кроме постирочной воды с моющими веществами) содержат достаточно мало разных органических взвесей и поэтому, после простого фильтрования, ее можно использовать вторично в смывных туалетах, а летом ее избыток может использоваться для полива. Это устройство входит в состав системы обработки и утилизации стоков, в которой используется смывной туалет. Устройство механического фильтра простое, с легко заменяемым песчаным фильтром (Рис. 12.4).

*Замечание. Фильтр делается небольшого размера. Его задача - отделить органическую часть стоков и обеспечить необходимое количество воды для смывных бачков в туалетах.*

## Почвенно-песчаный фильтр

Летом для утилизации воды можно, в качестве предварительного очистного сооружения перед накопительным прудом, использовать песчано-почвенный фильтр (Рис. 12.10). Сточные воды фильтруются не в траншее, а в специально насыпанном слое песка на поверхности почвы, внутрь которого подается сточная вода. Профильтрованная вода просачивается через песок в почву и, просачиваясь через почвенный слой, доочищается в нем.

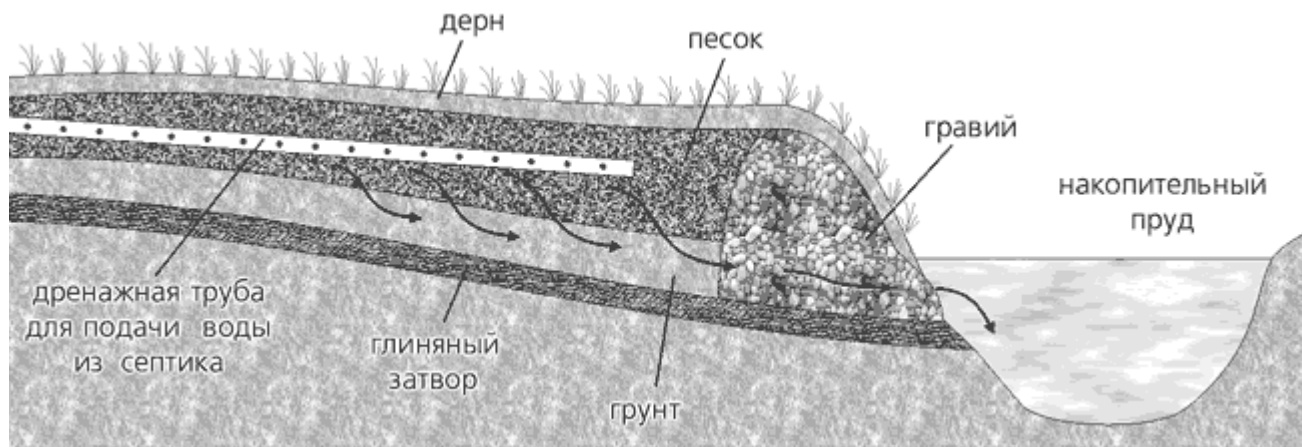


Рис. 12.10. Почвенно-песчаный фильтр.

## Ботаническая площадка

Сточная вода из септика попадает в фильтрующие траншеи и, проходя через них, попадает в пруд. Для повышения качества очистки стоков ее предварительно можно пропустить через ботаническую площадку (Рис. 12.11). Устройство ботанической площадки на любом типе грунта включает гидроизоляцию, гравий, трубу для подвода сточной воды, сбор очищенной воды и направление ее в накопительный пруд.

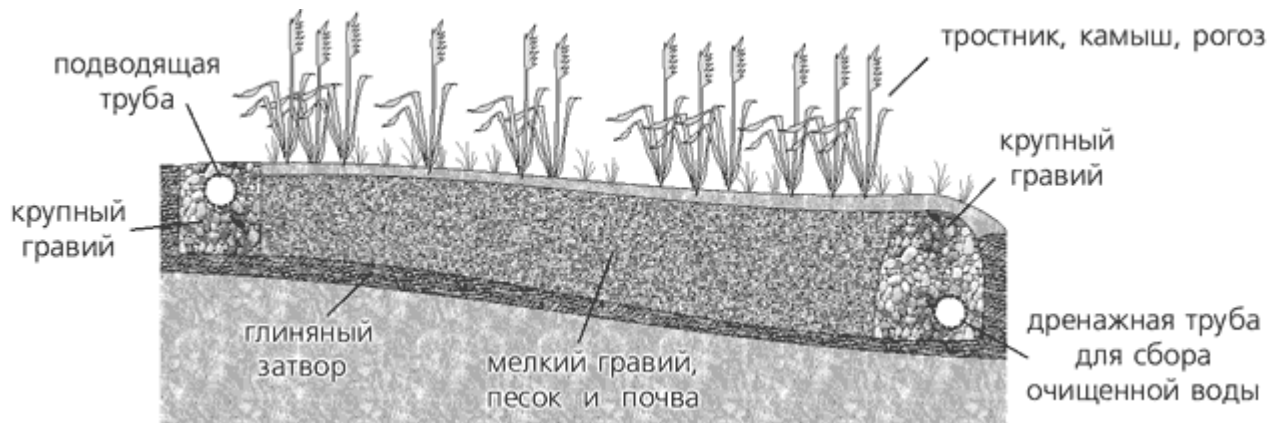


Рис. 12.11. Ботаническая площадка.

## Накопительный пруд

Летние стоки обычно больше, чем зимние. Кроме того, очищенную и профильтрованную воду можно доочищать в накопительных прудах (или, если не будет хватать стоков, в заболоченном месте). Кроме сточных вод в этот пруд будут отводиться поверхностные стоки, а весной источником воды будет снег. В этом небольшом пруду может оставаться вода, сохранившаяся с предыдущего года.

Очистка стоков в биопруде будет осуществляться путем естественного развития растительности и за счет высаживания водных гиацинтов. Осенью пруд очищается от растительности, которая используется на производство компоста. Для создания пруда необходимо использовать рельеф и строить его в низких местах, рассчитывая объем этого искусственного водоема с тем, чтобы стоки сохранялись в нем (примерно 100 м<sup>3</sup>). Для исключения загнивания воды в пруде необходимо устроить небольшой фонтан, работающий от солнечной батареи (аналогично системе вентиляции в воздушной системе солнечного обогрева).

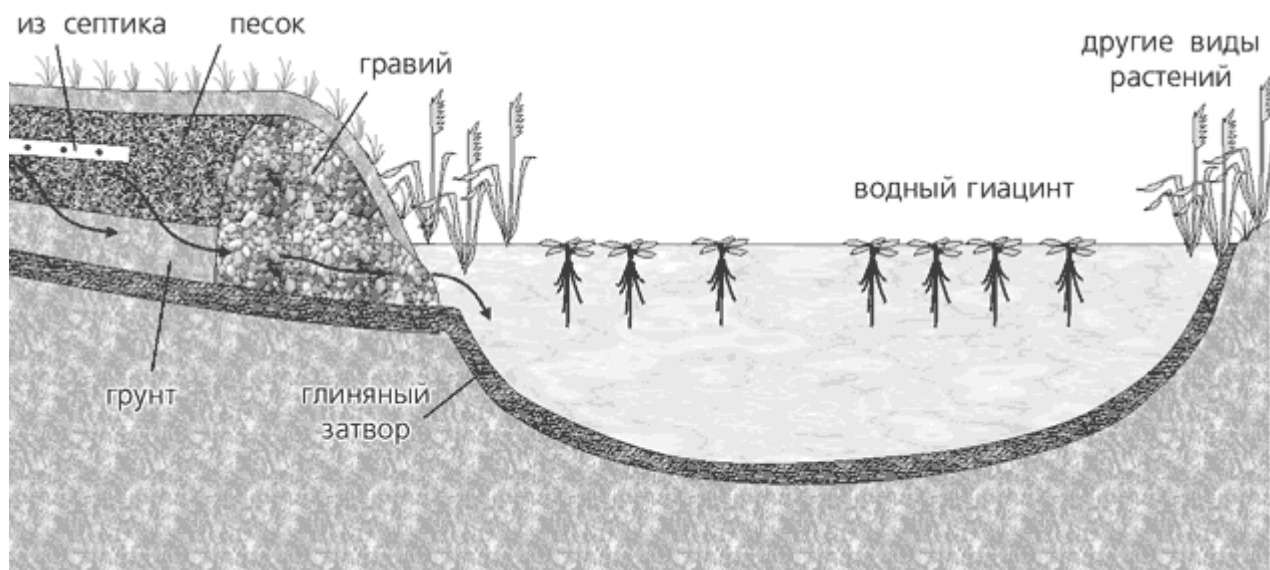


Рис. 12.12. Накопительный пруд.

## Глава 13 ПРИУСАДЕБНЫЙ УЧАСТОК

Приусадебный участок является важной частью экодому как системы. Он позволяет одновременно решить несколько задач: утилизировать органические отходы (путем замыкания пищевой цепочки в местном биоценозе с целью повышения биологической активности почвы), производить сельскохозяйственную продукцию (выращивание значительной доли продуктов питания для семьи, а также выращивание на продажу), организовать отдых и физический труд, выполняет эстетическую функцию.

Требования к ведению приусадебного участка наравне с традиционными включают применение биоинтенсивных методов и методов пермакультуры. Предлагаемые методы обеспечивают максимальную утилизацию органических отходов и стоков, содержащих органику, в почвенном слое.

Спланировать приусадебный участок экодому можно по желанию хозяина, но в нем есть несколько обязательных частей: ботаническая площадка, огород, сад, место для отдыха.

Ботаническая площадка используется для выращивания биомассы для производства компоста с целью повышения биологической активности почвы сада и огорода. По площади ботаническая площадка минимум в два раза должна превышать площадь огорода. На части ботанической площадки расположен пруд и место для вторичного компостирования содержимого из биотуалета.

Сад и огород организуются и возделываются с использованием естественных методов повышения плодородия, а также с существенной их интенсификацией (использование биоинтенсивных методов и методов пермакультуры). Площадка для выращивания биомассы и площадка огорода по циклу меняются местами.

Для повышения эффективности и производительности системы (ботаническая площадка - огород-сад) необходимо повысить качество каждого элемента, входящих в состав этой системы (растений, почвы, почвенной фауны). Для достижения этой цели необходимо:

- (\* Увеличить эффективность наращивания биомассы системы.
- (\* Обеспечить ускоренное образование компоста и повышение его биологической ценности (при отсутствии ядовитых примесей) применением эффективных компостных культур.
- (\* Увеличить эффективность усвоения CO<sub>2</sub> растениями с помощью использования продуктивных сортов.
- (\* Обеспечить растения минеральным питанием и водой естественными методами.
- (\* Удлинить вегетационный период для получения большего объема растительной пищи, уделяя особое внимание гигиеническим требованиям выращивания продуктов питания.

Обеспечить это можно использованием биоинтенсивных и пермакультурных методов. В экодоме используются оба типа методов. Биоинтенсивные технологии на основе использования ручного труда сочетаются с функциональным планированием и организацией приусадебного хозяйства на принципах пермакультурного дизайна.

## **Глава 14 СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭКОДОМА, ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА**

Для строительства экоддома можно использовать все не запрещенные санитарно-гигиеническими нормами строительные материалы. Необходимо выдержать конечные параметры дома и его устройство, описанное выше.

Тем не менее, существуют определенные предпочтения для материалов, которые рекомендуется использовать при строительстве экоддома, и способы их производства.

Предпочтительным является максимальное применение строительных материалов из местного сырья, добытого на площадке, и изготовление строительных материалов на этой же строительной площадке. Для того, чтобы добиться необходимого качества, а следовательно, необходимых параметров, которые и делают обычный дом экоддомом, материалы изготавливаются на специально созданном миниоборудовании (высокие технологии в производстве строительных материалов при минимальных затратах при изготовлении). Это миниоборудование может быть использовано без капитального ремонта в течение 10 строительных сезонов при хранении его в зимнее время под навесом.

Для производства стройматериалов и строительства домов будет использоваться технологическое оборудование:

(\*) Передвижной бетонный узел, состоящий из массклассификатора для активации золы и цемента, бетономешалки для приготовления бетона и золобетона (фундамент, перекрытия, дорожные покрытия и др.). Возможно использование варианта бетонного узла с производительностью для большой группы (например, 20 домов), а также вариант нескольких меньших бетонных узлов (с использованием одного массклассификатора).

(\*) Передвижной узел для изготовления грунтоблоков, состоящий из мешалки, приготавливающей грунтопасту, формы для грунтоблоков, стеллажей для сушки грунтоблоков, навеса или сушильной камеры в виде парника (стеновой материал, для кладки печи, внутренних перегородок). Рекомендуется использование одного узла на 3-4 дома.

(\*) Стационарный узел (единый для всей стройки), для изготовления керамических изделий (облицовочного кирпича, черепицы), состоящий из специальной мешалки для изготовления пасты, шнекового пресса, экструдера (формы), разрезного устройства, транспортера, стеллажей для естественной сушки, навеса для сушки и складирования, обжиговой печи.

(\*) Минипроизводство для изготовления блоков из ячеистого бетона, состоящее из бетономешалки, форм, навеса (стеновые и облицовочные материалы).

(\*) Минипроизводство для изготовления тротуарных и дорожных блоков.

(\*) Вибратор для уплотнения бетона.

(\*) Прессподборщик для изготовления соломенных блоков (утеплитель). Достаточно одного прессподборщика для изготовления блоков для поселка из 50 домов.

(\*) Для изготовления буронабивных фундаментов нужна простая буровая миниустановка для бурения скважин.

(\*) Комплект оборудования (эффективный набор современного инструмента) для работ по дереву, включающего бензо- или электропилу, деревообрабатывающий станок, циркулярную пилу.

(\*) Минимальный механический участок (для сантехнических работ, ремонта оборудования, сварки и др.).

Окна, двери, элементы каркаса, крепеж, инженерное оборудование изготавливаются по заказу на специализированных предприятиях.

## **Глава 15 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Специфика Сибири (впрочем, это относится к большей части территории России) состоит в сезонности строительства: в мае начал - в октябре въехал. Поэтому вся организация работ целиком должна подчиняться этому условию. К концу строительного сезона застройщик должен иметь возможность въехать в свой дом с бытовыми условиями первой необходимости (тепло, вода, электричество, туалет).

Для этого к началу сезона строительная площадка должна быть обеспечена подъездными путями, водой, электричеством необходимой мощности. То есть - до начала строительства домов должны быть развернуты все необходимые производства.

Наиболее рационально одновременное строительство группы домов, расположенных на одной строительной площадке, использование общих минипроизводств, общей оснастки, общей строительной техники, единых специализированных бригад или комплексной бригады, руководимых опытным

прорабом, в деталях знающего, как устроен экодом (бригадиром), единого (общего) графика строительных работ, общего транспорта, единой системой снабжения, единой системой обеспечения быта строителей.

Экодом рассчитан на массового застройщика, который хочет построить его своими силами под квалифицированным руководством. Экодом подходит и для технологического способа строительства, в основе которого производственный цикл изготовления дома и его сборки "под ключ" строительной фирмой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спасибо за то, что Вы прочитали эту книгу - первое издание материалов, собранных ЗАО ЭКОДОМ. Ваши замечания и предложения могут дополнить второе издание книги. Заранее благодарим за сотрудничество. Желаем Вам успехов в строительстве Вашего собственного экодому, а также в развивающемся бизнесе, связанным с экологическим домостроением.

Представленные материалы, как мы надеемся, показывают, что экодом в Сибири - это не заоблачная мечта, а реальность уже сегодня.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

*Автономные системы жизнеобеспечения - набор инженерного оборудования, обеспечивающий комфортные условия для проживания и независимость от централизованных коммуникаций. Состоит из систем отопления, вентиляции, подготовки питьевой воды, канализации, электрообеспечения, автоматизированного управления и контроля.*

*Базовый проект экодому - проектная документация экодому, разработанная с учетом методов солнечной архитектуры, использования автономных систем жизнеобеспечения, включения в состав экодому биоботанической площадки на приусадебном участке для утилизации органических отходов. Базовый проект носит концептуальный характер и является основой для различных модификаций жилого дома, учитывающих местные условия и пожелания заказчиков.*

*Ветроустановка - используется для преобразования энергии ветра в электрическую и приведения в действие различных механизмов. В условиях Сибири из-за низкого энергетического потенциала ветровой энергии ее используют как дополнительный источник энергии.*

*Дополнительный солнечный обогрев - обогрев дома за счет солнечной энергии. Становится эффективным и окупает затраты на создание системы солнечного обогрева при условии обеспечения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций дома -  $R > 6$  (это в 5-6 раз выше, чем в существующих панельных или кирпичных домах).*

*Каталитический теплогенератор - теплогенератор, использующий катализатор для сжигания органического топлива (жидкого, газа). Катализатор снижает температуру горения, уменьшает количество вредных продуктов сгорания.*

*Компостирующий биотуалет - специальный наклонный контейнер, объемом до 5 м<sup>3</sup>, с двумя приемными устройствами (для кухонных отходов и собственно туалет), размещается в подвале. Внутри контейнера смонтирована система вентиляционных труб. Труба вытяжной вентиляции вынесена под конек крыши. Его вентиляционная система обеспечивает необходимые гигиенические и санитарные нормы и устроена так, что воздух всасывается через мусороприемник и унитаз из помещения и выбрасывается через вентиляционную трубу в атмосферу. В энергоэффективном доме может обеспечивать до 10 % теплообеспечения.*

*Комфортность экодому (благоустроенность, уют) - оптимальное для человека состояние среды в доме, обеспечивающее здоровье и работоспособность. Полный комфорт достигается балансом теплового, воздушного, светового и*

*шумового комфорта. Комфорт в определенной степени субъективное понятие, но существует диапазон величин, наиболее благоприятный для человека. Летом - температура воздуха 20-25 оС, относительная влажность 30-60 %, скорость воздуха не более 0,25 м/с. В холодное время года соответственно: 20-22 оС, 30-45 %, 0,1-0,15 м/сек. Часто в понятие комфортных условий включают и социально-экономические показатели.*

*Пермакультура - система проектирования и организации пространства, занимаемого людьми, на основе экологически целесообразных методов и моделей. Этот термин является сокращением от слов "долговременное сельское хозяйство" (англ. permanent agriculture), но также означает и "долговременную культуру". Экологически ориентированная сельскохозяйственная база и этика землепользования может обеспечить долговременное существование культуры.*

*Рекуперация тепла - при хорошей теплоизоляции дома основные потери тепла происходят через систему вентиляции. Для сокращения этих потерь используются теплообменники, в которых теплый воздух, выходящий из помещения, нагревает входящий холодный воздух. Рекуперация позволяет возвращать до 70 % выходящего тепла.*

*Растущий дом - дом, проект которого предусматривает увеличение его жилого объема по этапам без реконструкции. На первом этапе возводится дом до жилого состояния (отапливаемый объем, неполная комплектация оборудования и т.д.). На втором и последующих этапах силами проживающей в доме семьи он достраивается.*

*Система управления и контроля экодому - автоматизированная система управления оборудованием дома, оптимизирующая работу систем экодому в зависимости от изменения внешних погодных условий. Экономит до 20 % энергоресурсов.*

*Солнечная архитектура - рассматривает дом как приемник и аккумулятор солнечной энергии. При проектировании учитывается ориентация дома относительно солнца. Используется специальное оборудование, преобразующее энергию солнечного излучения для жизнеобеспечения экодому (солнечные коллекторы и батареи, пристроенные теплицы). Оборудование может быть выполнено как конструктивный элемент экодому (дешевле), либо смонтировано как самостоятельная система.*

*Солнечная водонагревательная установка - предназначена для эффективного нагрева воды путем преобразования солнечной энергии в тепловую и сохранения нагретой воды длительное время для последующего ее использования в хозяйственных нуждах.*

*Солнечные коллекторы - преобразуют энергию солнечного излучения в тепловую. Зачерненная поверхность коллектора поглощает солнечную энергию, нагревает теплоноситель (воздух, вода). Полученное тепло используется для обогрева помещений или других хозяйственных нужд.*

*Солнечные фотоэлектрические установки - преобразуют энергию, излучаемую солнцем, в электрическую. В настоящее время стоимость 1 кВт этой энергии достаточно высока по сравнению с традиционной. Существует устойчивая тенденция снижения стоимости установок и повышения рыночных цен органических ископаемых, обусловленная их истощением и усложнением технологии добычи.*

*Тепловые аккумуляторы (ТА) - предназначены для аккумуляции преобразованной в тепло солнечной энергии и последующего ее использования для обогрева экодому. Наиболее распространены ТА в виде массивов грунта, щебня (гравия), емкостей с водой. Второй тип ТА использует фазовый переход для накопления тепла (в качестве рабочего вещества часто используется парафин). Третий, наиболее эффективный и перспективный тип ТА, использует обратимые химические реакции с поглощением и выделением тепла.*

*Тепловой насос (ТН) - предназначен для перекачки тепла из большого источника энергии при его относительно низкой температуре (например, из окружающего воздуха, грунта, подземных вод, реки) в помещение. Принцип действия ТН такой же, как у бытового холодильника. Для осуществления преобразования тепла используется электроэнергия. Тепловой насос на 1 кВт потребленной им электроэнергии производит ~ 3 кВт тепловой энергии.*

*Эффективные теплоизоляционные материалы - материалы с низким объемным весом. Наиболее употребительными являются пенопласт, различные виды минеральной ваты. Из естественных эффективных утеплителей наилучшими в условиях России являются солома ржи и камыш.*

## Литература

Ежегодный статистический справочник, (1996)

Ежегодный статистический справочник, (1996)

Государственная целевая программа "Жилище", (1993).

Федеральная целевая программа "Свой дом", (1996).

Научно-прикладной справочник по климату СССР. (1993). Серия 3. Многолетние данные, Часть 1-6. Выпуск 20. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат.

Справочник по климату СССР. (1969). Выпуск 20. Томская, Новосибирская и Кемеровская области и Алтайский край. Часть IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Ленинград, Гидрометеиздат.

Справочник по климату СССР. (1969). Влажность воздуха, атмосферные осадки и сплошной покров. Выпуск 20. Ленинград, Гидрометеиздат, с. 402.

Справочник по климату СССР. (1965). Температура воздуха и почвы. Выпуск 20. Ленинград, Гидрометеиздат, с. 396.

Развитие энергоэффективного, экологического индивидуального домостроения в Сибири: Отчет по проекту Центра ООН по населенным пунктам (Хабитат). №FS-RUS-97-S03, Новосибирск. 1999.

Вместе по свету. Сибирский вестник экологического образования. Новосибирск. № 1-2. 2000.

R. Heede and the Staff of Rocky Mountain Institute. Homemade Money. Rocky Mountain Institute. Snowmass. Colorado. 1995.

Building Performance. Passive Cooling Technology for Production Builders. The PG&E Energy Center. San Francisco. 1994

Воронцов Г.И. и др. Энциклопедия индивидуального застройщика. Москва. ВНИИТПИ. 1992.

Wood Frame House Construction. National Association of Home Builders. Armonl Press. New York/ 1988.

Jim Carr. Residential Foundations. National Association of Home Builders. Home Builders Press. Wastingon. 1999.

Design Guide for Frost-Protected Shallow Foundations. NHAB Research Center. Upper Marlboro. MD. 1996.

A.Steen and all. The Straw Bale House. Chelsea Green Publishing Company. White River Junction. Vermont

J.Leckie, G.Masters, H.Whitehouse, I.Yong. Other Houmes and Garbage. Sierra Club Books. San Francisco. 1975.

Р.Яковлев. Каменная изба. Стройка. №44 (224). Декабрь.1999.

D.Clayton, D.Jacke. The Gap Mountain Permaculture Mouldering Toilet. Jaffre. NH. 1992.

David Del Porto, Carol Steinfeld. Composting Toilet System Book. The Center for Ecological Pollution Prevention. 1999.

Жуков Б.Д. Экологическое домостроение. Устройства и технологии децентрализованной очистки бытовых сточных вод. Аналитический обзор. ГПНТБ СО РАН. Серия "Экология", вып. 54. Новосибирск. 1999.

### **Дополнительную информацию можно найти в следующих источниках**

Аврорин А.В., Огородников И.А., Чернова Г.В., Чиннов Е.А. Экологическое домостроение. Проблемы энергосбережения. Аналитический обзор. ГПНТБ СО РАН. Серия "Экология", вып. 44. Новосибирск. 1997.

Аврорин А.В. Экологическое домостроение. Строительные материалы. Аналитический обзор. ГПНТБ СО РАН. Серия "Экология", вып. 53. Новосибирск. 1999.

Белов Н.Н., Огородников И.А. Социально-экономические основы экологического домостроения в регионе. В сб.: Новосибирск на рубеже 21 века: перспективы развития и инвестиционные возможности. Новосибирск. 1999.

Глазычев В.Л., Егоров, М.М., Ильина, Т.В. и др. "Городская среда. Технология развития: Настольная книга.". Москва. "Издательство Лады". 1995.

"Глобальный климат" под редакцией Хотона. Дж.Т. Перев. с англ. Ленинград, Гидрометеиздат. 1987.

Гусельников С.М., Медведев Д.С., Огородников И.А. Организационно-экономические механизмы энергоэффективного индивидуального домостроения в Алтайском крае. В сб.: Энергосбережение в системах теплоснабжения. Барнаул. 2000.

Джевонс Д. Как выращивать больше овощей. Компания "Pacific BVL Corporation". 1993.

Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышев Н.В., Раевский А.Н., Смекалова Л.К., Школьный Е.П. "Климатология", Ленинград, Гидрометеиздат. 1989.

Жуков Б.Д., Огородников И.А. Устройство для обработки бытовых сточных вод. Патент №2119894, приоритет от 5 августа 1997г.

Зырянов В.В. Решение глобальных экологических проблем на основе локальных минитехнологий производства композиционных строительных материалов для экологических материалов. Журнал "Химия в интересах устойчивого развития". Т.3, №3, с.215-230. 1995.

"Как сохранить тепло". (Международная научно-техническая конференция по проблеме ресурсо- и энергосберегающих технологий в производстве строительных материалов - НГАСУ). Газета "Строительные ведомости". 6.10.1997.

Карюкин В.В., Никитин А.А., Огородников И.А., Яворский А.И.. Демонстрационные экологические дома. В сб.: Новосибирск на рубеже 21 века: перспективы развития и инвестиционные возможности. Новосибирск. 1999.

Кибалов Е.Б., Глущенко К.П., Хуторецкий А.Б., "Жилищная проблема Сибири: специфика и стратегии решения", Монография. Институт экономики и организации промышленного производства, Новосибирск. 1995.

Кибалов Е.Б., Глущенко К.П., Хуторецкий А.Б. Жилищная проблема Сибири: специфика и стратегия решения. Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН. 1995.

Колачек С., Кобосил Ф. Строительство индивидуальных многоквартирных домов. Пер. с чеш. - 2-е изд. 1985.

Люзенков И.А., Огородников И.А. Повестка дня Хабитат для Новосибирска. В сб.: Новосибирск на рубеже 21 века: перспективы развития и инвестиционные возможности. Новосибирск. 1999.

Маркус Т.А. Моррис Э.Н. Здания, климат, энергия. Ленинград. Гидрометеиздат. 1985.

"Наше общее будущее". Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию, Москва, изд-во "Прогресс". 1989.

Огородников И.А. Если строить, то экодом. ЭКО. Новосибирск. № 9. 1992.

Огородников И.А., Дубынина Е.С. Сибирский экодом - жилье, доступное всем. Сибирский вестник экологического образования "Вместе по свету". Новосибирск. №1 -2. 2000, журнал "Экологический дизайн". Киев. №1. 2000.

Огородников И.А., Огородников В.А. На пути к устойчивому развитию. - М.: Экодом. - Социально - экологический Союз. 1998.

Огородников И.А. Глобальные экологические проблемы и жилье. В сб.: На пути к устойчивому развитию. - М.: Экодом. - Социально - экологический Союз. 1998.

Огородников И.А. Проблемы устойчивого развития населенных пунктов. В сб.: На пути к устойчивому развитию. - М.: Экодом. - Социально - экологический Союз. 1998.

Огородников И.А. Экологическое жилье и окружающая среда. Научные исследования студентов. Организация научных исследований студентов и школьников в области экологии. Новосибирск. 2000.

Основные направления нового этапа реализации программы "Жилище". 1995.

Состояние окружающей природной среды в Новосибирской области в 1993 году. Доклад Новосибирского областного комитета экологии и природных ресурсов. Новосибирск 1994.

Состояние окружающей природной среды в Новосибирской области в 1994 году. Доклад Новосибирского областного комитета экологии и природных ресурсов. Новосибирск. 1995.

Строительство и оборудование индивидуального дома. Москва. Стройиздат. ТЕМП. 1996.

Шепелев А.М. Как самому отремонтировать дом. Справочное пособие. 8-е изд. 1993.

Яворский А.И., Никитин А.А., Огородников А.В. "Демонстрационные экологические дома". Сборник тезисов конференции "Новосибирск на пороге XXI века: инвестиционные возможности и перспективы развития". Новосибирск. 1999.

Jenkins Joseph C. "The humanur handbook. A guide to composting human manure". ISBN 0-9644258-4-X . Librari of Congress Catalog Card Number: 95-94239. 1994.

Kennedy M., Kennady D. "Desining Ecological Settlements: ecoliological planning and bilding". Berlin: Reimer. 1997.

McVeigh J.C. "SUN POWER. An Introduction to the Aplications of Solar Energy". Head of the Department of Mechanical and Production Engineering. Brighton Politechnic. Pergamon press. 1997.

Pearson D. "The natural house book: creating a healthy harmonious, and ecologically -sound home enviroment". Simon and Schuster. 1989.

Kachadorian J. "The passive solar house", Vermont, Chelsea Green Publishing Company. 1997.

The Global Climate. Edited by John T. Houghton. Cambridge University Press. 1984.

Talbott J. "Simply build green", Findhorn Press. 1997.

"The Solar Electric Independent Home book" Fowler Solar Electric Inc. ISBN 1-879523-01-9. 1997.

## **Источники иллюстраций**

Рис. 4.1. Пример дома с элементами солнечной архитектуры. Источник: Развитие энергоэффективного, экологического индивидуального домостроения в Сибири: Отчет Центра ООН (Хабитат). ЗАО ЭКОДОМ. Новосибирск, 1999.

Рис. 5.1. Теплопотери через разные элементы ограждающей конструкции экоддома. Источник: Вместе по свету. Сибирский вестник экологического образования. Новосибирск. № 1-2. 2000.

Рис. 5.2. Как должен быть утеплен экоддом.

а) схема теплоизоляции. Источник: Building Performance. Passive Cooling Technology for Production Builders. The PG&E Energy Center. San Francisco. 1994.

б) пример изоляции дома различными теплоизоляционными материалами. Источник: R. Heede and the Staff of Rocky Mountain Institute. Homemade Money. Rocky Mountain Institute. Snowmass. Colorado. 1995.

Рис. 5.4. Фундаменты: а) глубокого заглубления б) мелкого заглубления в) незаглубленные. Источник: Г.И. Воронцов и др. Энциклопедия индивидуального застройщика. Москва. ВНИИТПИ, 1992.

Рис. 5.5. Буронабивной фундамент. Источник: Г.И. Воронцов и др. Энциклопедия индивидуального застройщика. Москва. ВНИИТПИ, 1992.

Рис. 5.6. Ленточный фундамент для дома. Источник: Wood Frame House Construction. National Association of Home Builders. Armonl Press. New York, 1988.

Рис. 5.7. Фундамент из мелких блоков. Источник: (см. рис. 5.6).

Рис. 5.8. Дренажная система фундамента.

а) Источник: Jim Carr. Residential Foundations. National Association of Home Builders. Home Builders Press. Wastington. 1999.

б) Источник: Wood Frame House Construction. National Association of Home Builders. Armonl Press. New York. 1988.

Рис. 5.9. Тепловые потери через пол, цокольные конструкции, стены и пол фундамента. Источник: Design Guide for Frost-Protected Shallow Foundations. NHAB Research Center. Upper Marlboro. MD. 1996.

Рис. 5.10. Мостики холода. Источник: Design Guide for Frost-Protected Shallow Foundations. NHAB Research Center. Upper Marlboro. MD. 1996.

Рис. 5.11. Перекрытие первого этажа: а) по грунту. Источник: Design Guide for Frost-Protected Shallow Foundations. NHAB Research Center. Upper Marlboro. MD. 1996.

Рис. 5.13. Стена из прессованных соломенных блоков. Источник: A. Steen and all. The Straw Bale House. Chelsea Green Publishing Company. White River Junction. Vermont. 1994.

Рис. 5.16. Излучение и тепловые потоки в окне. Источник: R. Heede and the Staff of Rocky Mountain Institute. *Homemade Money*. Rocky Mountain Institute. Snowmass. Colorado. 1995.

Рис. 6.1. Воздушная система солнечного обогрева с принудительной вентиляцией. Источник: J. Leckie, G. Masters, H. Whitehouse, I. Yong. *Other Houses and Garbage*. Sierra Club Books. San Francisco. 1975.

Рис. 6.2. Воздушный солнечный коллектор с турбулизатором, повышающим эффективность нагрева воздуха. Источник: J. Leckie, G. Masters, H. Whitehouse, I. Yong. *Other Houses and Garbage*. Sierra Club Books. San Francisco. 1975.

Рис. 6.3. Каталитическая печь медленного горения. Источник: R. Heede and the Staff of Rocky Mountain Institute. *Homemade Money*. Rocky Mountain Institute. Snowmass. Colorado. 1995.

Рис. 6.4. Термосифонная водогрейная система с водяным солнечным коллектором. Источник: J. Leckie, G. Masters, H. Whitehouse, I. Yong. *Other Houses and Garbage*. Sierra Club Books. San Francisco. 1975.

Рис. 6.5. Система солнечного нагрева воды с принудительной циркуляцией. Источник: J. Leckie, G. Masters, H. Whitehouse, I. Yong. *Other Houses and Garbage*. Sierra Club Books. San Francisco. 1975.

Рис. 7.2. Устройство погреба. Источник: Воронцов Г.И. и др. *Энциклопедия индивидуального застройщика*. Москва. ВНИИТПИ. 1992.

Рис. 7.3. Устройство ледника. Источник: Воронцов Г.И. и др. *Энциклопедия индивидуального застройщика*. Москва. ВНИИТПИ. 1992.

Рис. 8.1. Система естественной вентиляции с непосредственным смешиванием. Источник: Р. Яковлев. *Каменная изба*. Стройка. № 44 (224). Декабрь. 1999.

Рис. 8.2. Вытеснительная схема вентиляции. Источник: Р. Яковлев. *Каменная изба*. Стройка. №44 (224). Декабрь. 1999.

Рис. 8.3. Принудительная вентиляция и давление внутри дома. Источник: R. Heede and the Staff of Rocky Mountain Institute. *Homemade Money*. Rocky Mountain Institute. Snowmass. Colorado. 1995.

Рис. 8.4. Пластинчатый рекуператор тепла для системы с принудительной вентиляцией. Источник: R. Heede and the Staff of Rocky Mountain Institute. *Homemade Money*. Rocky Mountain Institute. Snowmass. Colorado. 1995.

Рис. 11.1. Биотуалет непрерывного действия (Кливус-Мультирум). Источник: D. Clayton, D. Jacke. *The Gap Mountain Permaculture Mouldering Toilet*. Jaffre. NH. 1992.

Рис. 11.2. Двухкамерные безводные биотуалеты большого объема. Источник: D. Clayton, D. Jacke. *The Gap Mountain Permaculture Mouldering Toilet*. Jaffre. NH. 1992.

Рис. 12.5. Жироуловитель. Источник: Жуков Б.Д. *Экологическое домостроение. Устройства и технологии децентрализованной очистки бытовых сточных вод. Аналитический обзор*. ГПНТБ СО РАН. Серия "Экология", вып. 54. Новосибирск. 1999.

Рис. 12.6. Фильтр для стоков от стиральной машины. Источник: D. Clayton, D. Jacke. *The Gap Mountain Permaculture Mouldering Toilet*. Jaffre. NH. 1992.

Рис. 12.7. Эффективный трехкамерный септик. Источник: David Del Porto, Carol Steinfeld. *Composting Toilet System Book*. The Center for Ecological Pollution Prevention. 1999.

Рис. 12.8. Фильтрующая траншея. Источник: Жуков Б.Д. Экологическое домостроение. Устройства и технологии децентрализованной очистки бытовых сточных вод. Аналитический обзор. ГПНТБ СО РАН. Серия "Экология", вып. 54. Новосибирск. 1999.

Рис. 12.9. Фильтрующая кассета. Источник: Жуков Б.Д. Экологическое домостроение. Устройства и технологии децентрализованной очистки бытовых сточных вод. Аналитический обзор. ГПНТБ СО РАН. Серия "Экология", вып. 54. Новосибирск. 1999.

Рис. 12.10. Почвенно-песчаный фильтр. Источник: Жуков Б.Д. Экологическое домостроение. Устройства и технологии децентрализованной очистки бытовых сточных вод. Аналитический обзор. ГПНТБ СО РАН. Серия "Экология", вып. 54. Новосибирск. 1999.

Рис. 12.11. Ботаническая площадка. Источник: Жуков Б.Д. Экологическое домостроение. Устройства и технологии децентрализованной очистки бытовых сточных вод. Аналитический обзор. ГПНТБ СО РАН. Серия "Экология", вып. 54. Новосибирск. 1999.

## Послесловие



Материалы для небольшой книжки, которую вы только что прочитали, собирались более 10 лет.

Книга выходит под редакцией ЗАО ЭКОДОМ. Эта организация с 1989 года занимается решением проблем экологического домостроения в содружестве со многими международными и российскими партнерами, при поддержке Госстроя РФ. В 1995 году была создана "Ассоциация устойчивого развития населенных пунктов - Экодом" (АУРНП-Экодом). Сегодня членами Ассоциации являются Институт теплофизики, Институт катализа и Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН, Завод СИБИТ, Профессиональное строительное училище №55, ЗАО ЭКОДОМ, Фирма СИЛИКОН и другие организации.

Ассоциация Экодом является членом Сибирского отделения Российской Академии архитектуры и строительных наук. ЗАО ЭКОДОМ входит в Международный Социально-экологический Союз, где координирует программу "Экопоселения 21 века".

Ассоциация Экодом работает по следующим программам:

1. Строительство экодома-лаборатории на территории Института теплофизики СО РАН для проведения исследовательских работ, разработки новых технологий, материалов и оборудования, их последующей сертификации и внедрения в массовое строительство.
2. Строительство демонстрационного жилого экопоселка под Академгородком, на базе которого будет функционировать Российский учебный центр экологического домостроения. Программа создания экопоселка является составной частью программы "Развитие индивидуального энергоэффективного экологического домостроения в Новосибирском районе Новосибирской области", разработанной ЗАО ЭКОДОМ и принятой совместным решением Совета депутатов и Администрацией района в развитие государственных программ "Жилище" и "Свой дом" на местном уровне.

3. Участие в строительстве демонстрационных экодомов и экопоселков в регионах России и ближнего зарубежья.

4. Разработка образовательных программ по экологическому домостроению для высших, среднеспециальных учебных заведений и школ.

5. Развитие экотуризма.

Ассоциация открыта для вхождения в нее организаций и фирм, желающих внести свой вклад в развитие экологического домостроения в России.

Для застройщиков в Ассоциации организован клуб "Экодом", в котором можно получить информационную и техническую помощь.

## **В создании книги принимали участие**



### **Огородников Игорь Александрович**

*Инициатор программы экологического домостроения. С 1989 года - директор ЗАО ЭКОДОМ, с 1995 года - Председатель совета директоров Ассоциации Экодом, член экспертного Совета Исполнительного бюро Хабитат в Москве (ЦООННП), координатор программы СоЭС "Экопоселения 21 века", старший научный сотрудник Института теплофизики СО РАН, к.ф.-м.н.*



### **Макарова Ольга Николаевна**

*Участует в работах по программе экологического домостроения с 1991 года. Руководитель информационно-маркетингового направления программы. Директор выставочно-информационного центра Новосибирской государственной архитектурно-художественной Академии.*



**Дубынина Елена Станиславовна**

*Сотрудник Сибирского экологического центра, редактор Сибирского вестника экологического образования "Вместе по свету". Преподаватель географии, биологии, естествознания и экологии. Игровые и исследовательские методики. "Зеленый" PR.*



**Клещев Алексей Дмитриевич**

*Образовательные программы по теме экологического домостроения, тренинговые семинары для учителей и студентов, олимпиады-фестивали для учащихся, издание образовательной методической литературы, макеты и дизайн печатных и электронных изданий.*