

# Основные принципы проектирования энергоэффективного малоэтажного дома

Марков Д.И.

ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург, Россия

---

*Рассматриваются основные принципы проектирования энергоэффективного (пассивного) дома, активной, пассивной и комбинированной систем энергосбережения. Описывается, в общих чертах, концепция пассивного дома, разработанного Институтом Пассивного Дома (Германия). Приводятся примеры архитектурных и инженерных решений энергосбережения, а также энергоэффективных зданий. Описываются основные принципы проектирования энергоэффективного малоэтажного дома.*

Энергоэффективность здания, его автономность, экологичность и общая эффективность всей архитектурной среды – это новые три кита современной малоэтажной архитектуры, как показывает зарубежная практика проектирования и строительства. Особенно выделяется первый – энергетическая независимость, которая в совокупности с технологиями повторного цикла позволяет разворачивать проект практически на любой неосвоенной, не обладающей ресурсным потенциалом территории.

В архитектурной инженерии уже около 30-ти лет проводятся конкретные комплексные исследования, разрабатываются и совершенствуются энергосберегающие технологии. И сегодня, как показывает мировая практика, они достигли весомых результатов и являются полностью экономически обоснованными и выгодными технологиями. То же самое можно сказать и об архитектурной практике энергоэффективной

застройки. За последние 20 лет это направление стало одним из самых актуальных и перспективных, благодаря, прежде всего, продуманной государственной политике многих европейских стран.

Рассмотрим основные черты такой застройки. **Энергоэффективный дом** – это дом, который не только не зависит от внешних коммуникаций, но, в принципе, может и сам служить источником энергии. Это становится возможным в результате рационального использования источников тепла и энергии самого дома и окружающей его территории.

Для России строительство энергоэффективных и экологических домов - явление до сих пор новое, и о мерах его стимулирования вопрос еще никем, в т.ч. числе экологической общественностью, не ставился. Но этот вопрос неизбежно возникнет в ближайшее время. Владелец энергоэффективного дома получает солидную долю независимости, уверенность в своем будущем, защищенность от многих катаклизмов, в первую очередь, экономических. Всевозможные кризисы и подорожания его будут касаться лишь в ослабленном виде [1].

Проектирование энергоэффективного дома – это комплексная работа, учитывающая многовариантный подход, рациональный выбор теплозащиты ограждающих конструкций, выбор инженерного оборудования и эффективность использования возобновляемых источников энергии. К основным мероприятиям и инженерным решениям, обеспечивающим экономию топливно-энергетических ресурсов, что является основной целью проектирования энергоэффективного дома, относятся:

- архитектурно-планировочные решения (градостроительные, объемно-планировочные, ограждающие конструкции, светопрозрачные ограждения);
- инженерные системы (отопление, вентиляция, кондиционирование, утилизация, регулирование, автоматизация и управление).

Поэтому подход к исследованию энергетических показателей зданий и поиск правильных решений оптимизации их энергоэффективности определяет решение сложных взаимосвязанных задач, которые составляют три основных направления:

- организация микроклимата помещений дома;
- минимизация энергетических затрат;
- экономичность здания, рациональное расходование материальных ресурсов.

Выбор оптимальной формы здания, его ориентации, расположения,

назначение площадей световых проемов, управление микроклиматом помещений позволяет уменьшить негативное воздействие климата на тепловой баланс здания [2]. Взаимосвязь основных архитектурных и инженерных решений, которые должны учитываться при проектировании энергоэффективного малоэтажного дома, показана на рисунке 1.

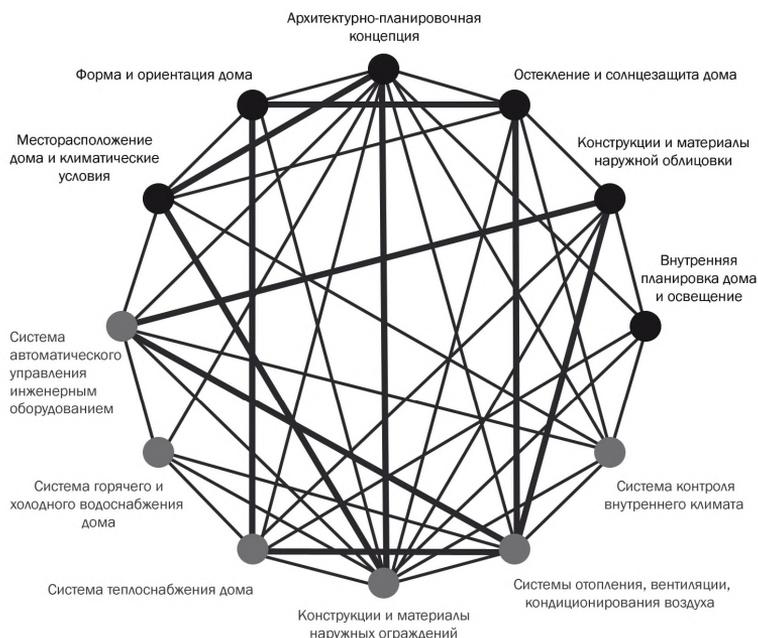


Рисунок 1. Взаимосвязь архитектурных и инженерных решений в процессе проектирования энергоэффективного дома

Если для осуществления функций энергосбережения (сбор, хранение и отдача энергии) применяется решение или система, связанные с инженерным оборудованием, то эту систему называют **активной**. Активные системы энергосбережения часто включают в себя оборудование, которое использует и преобразовывает энергию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для нужд отопления, вентиляции и водоснабжения. К такому оборудованию относятся солнечные коллекторы, ветровые генераторы, тепловые насосы для рекуперации тепла из выбрасываемого вентиляционными системами воздуха, использования тепла грунта или подземных вод. В условиях дороговизны большинства инженерных систем использования ВИЭ наиболее эффективно применять комбинированную активную систему, в частности в системе отопления малоэтажного дома (рисунок 2).

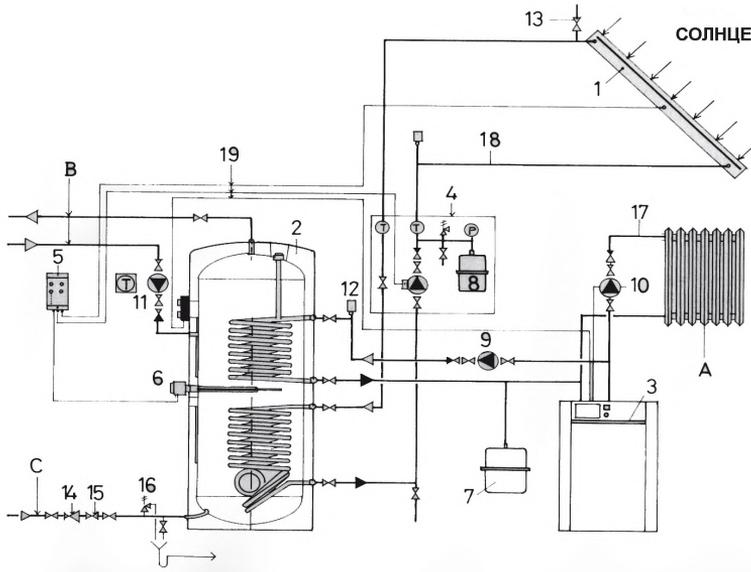


Рисунок 2. Современная комбинированная внутренняя система центрального отопления с применением солнечной батареи:

- А - отопительная система;
- В - система циркуляции горячей воды;
- С - подвод от водопроводной сети (холодная вода)

На рисунке 2 цифрами обозначены:

1 - солнечная батарея; 2 - емкость для горячей воды с теплоизолированными стенками; 3 - котел; 4 - сборный узел с циркулирующий насосом и автоматикой, работающий на солнечной энергии; 5 - распределитель солнечной энергии; 6 - дополнительный электропатрон; 7 - компенсатор объема в системе отопления; 8 - солнечная энергия; 9 - циркуляционный насос для горячей воды в системе отопления; 10 - циркуляционный насос в системе отопления; 11 - циркуляционный насос для горячей воды; 12 - автоматический отвод воздуха; 13 - предохранительный клапан; 14 - декомпрессор; 15 - клапан возвратного действия; 16 - предохранительный клапан; 17 - трубопровод системы отопления; 18 - система передачи солнечной энергии; 19 - электропровод.

При применении только архитектурно-конструктивных решений систему называют **пассивной**. Основные элементы пассивных систем – массивные стены, двойное или тройное остекление, термальная масса (аккумулирующая тепло внутри дома), эффективная теплоизоляция, а также зимний сад или теплица, пристроенные к дому.

Наиболее популярные примеры пассивного использования солнечной энергии показаны на рисунке 3.

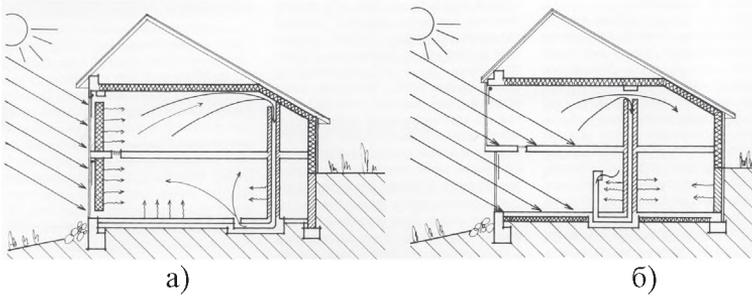


Рисунок 3. Примеры пассивного использования солнечной энергии в малоэтажном доме:  
а - вид дома в разрезе со стеной-коллектором (например, стена Тромба);  
б - вид дома в разрезе с прямой инсоляцией

Чаще всего применяют **комбинированную** или **гибридную** систему – сочетание активной и пассивной систем энергосбережения, где определяющим моментом является соединение архитектурных и инженерных решений – либо в рамках одной функции, либо путем сочетания отличающихся друг от друга основных функций. Для доставки энергии к месту назначения необходимы элементы инженерного оборудования и внешний источник энергии [3].

Рассматривая системы энергосбережения, следует упомянуть о концепции пассивного дома, разработанного Институтом Пассивного Дома (*Passivhaus Institut – PHI*, г.Дармштадт). В центральной Европе, в частности, в Германии, уже более 20 лет проектируют и строят так называемые «пассивные» дома, которые имеют очень малый расход энергии на отопление или же не расходуют энергию вовсе за счет различных энергосберегающих решений.

**Пассивный дом** – это здание, у которого общий показатель потребления первичной энергии при нормальной эксплуатации не превышает  $120 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$  [4]. Это означает, что все энергетические нагрузки (бытовые приборы, система отопления, водоснабжения, освещения и т.д.) приведены к минимальному расходу энергии. Под первичной энергией подразумевают энергию, которая имеется в распоряжении как природный (первозданный) источник энергии (например, каменный уголь, природный газ, нефть, уран и т.д.). После всевозможных последующих потерь при преобразовании и передаче потребителю пригодная для использования энергия обозначается как конечная энергия (например, электрическая энергия, жидкое топливо, тепло, подаваемое по сетям централизованного теплоснабжения и т.д.) [4]. Рисунок 4 иллюстрирует описанную схему преобразования энергии.



Рисунок 4. Конечная и первичная энергия

Основной принцип пассивного дома – это высокая эффективность оболочки здания и, прежде всего, уменьшение теплопотерь. При этом различают теплопередачу через воздухопроницаемые строительные конструкции (вследствие теплопроводности) и теплопотери, связанные с воздушными потоками системы вентиляции. Оба вида теплопотерь в пассивном доме по сравнению с обычными зданиями должны быть сильно уменьшены. Основные методы сокращения теплопотерь:

- улучшенная теплоизоляция основных ограждающих конструкций;
- уменьшение тепловых мостов в конструкциях;
- повышенная герметизация оболочки дома;
- использование специальных энергосберегающих окон для пассивных зданий;
- высокоэффективная рекуперация тепла из вытяжного воздуха.

Выполнение этих пяти пунктов позволяет достичь стандарта пассивного дома [4]. Все вышеназванные методы достаточно известны из опыта строительства зданий с низким энергопотреблением (рисунок 5).

Пассивный дом не нуждается в принципиально новых или другого вида строительных элементах и оборудовании, достаточно улучшения существующих конструкций, но это должно быть значительное улучшение. Прежде всего, следует применять новые и адаптированные технологии энергосбережения, тщательно продумывать общую архитектурную концепцию дома и следить за качественным выполнением строительных

работ, что в конечном итоге даст владельцу пассивного дома возможность значительно экономить в течение всего периода эксплуатации здания.



Рисунок 5. Разрез пассивного дома с указаниями основных мер, направленных на энергосбережение в доме (источник – «Passivhaus Institut», Германия)

Учитывая вышесказанное, можно выделить **основные принципы энергоэффективного малоэтажного дома:**

1. Выбор энергосберегающей формы здания и его правильная ориентация по отношению к солнцу;
2. Высокая энергоэффективность оболочки здания, т.е. взаимосвязь между конструктивными решениями дома и инженерными системами для достижения высокого уровня энергосбережения;
3. Эффективная теплоизоляция дома, конструирование без «мостов холода»;
4. Применение энергоэффективных конструктивных элементов и инженерных систем (стены, удерживающие тепло; грунтовой теплообменник, система отопления, вентиляции, кондиционирования, подачи холодной и горячей воды и т.д.);
5. Применение механической приточно-вытяжной вентиляции для обеспечения нормального воздухообмена при установке герметичных энергоэффективных окон (тройное остекление или окна с заполнением инертным газом);

6. Пассивное использование солнечной энергии (системы солнечного отопления, применение термической массы, использование «парникового» эффекта зимнего сада для отопления дома);

7. Эффективная система контроля над инженерными системами (тепловые счетчики и термостатические вентили, счетчики горячей воды и т.д.);

8. Компьютерная система управления и учета тепло- и энергоснабжения дома, работа которой основана на математическом моделировании теплового баланса с учетом фактического энергетического воздействия наружного климата и внутренних тепловыделений [2];

9. Возможное применение инженерных систем использования и преобразования энергии возобновляемых источников (тепловые насосы, солнечные батареи и коллекторы, ветровые генераторы, приливные ГЭС и др.);

10. Правильное планирование участка дома с применением энергоэффективных решений (использование рельефа участка для сбора дождевых вод, эффективное функционирование участка, организация участка в гармонии с природной местностью и др.).

Проектирование энергоэффективной малоэтажной застройки – одно из условий устойчивого развития новых поселений во многих странах (рисунок 6).



а)



б)

Рисунок 6. Примеры энергоэффективной застройки в новых сельских поселениях:

а - дома поселка «*Ninetree Village*»  
(КНР, арх. Дэвид Чипперфильд);

б - дом с пристроенным зимним садом (США)

Следует сказать, что сейчас в некоторых европейских странах проводятся международные программы по проектированию энергоэффективной малоэтажной застройки для создания новой типологической единицы в архитектуре (в частности, проект «*Longlife*», действующий в рамках программы развития региона Балтийского моря [5]).

### **Заключение**

1. Проектирование энергоэффективной застройки не должно быть только архитектурной или инженерной идеей. Важно, чтобы и общество активно участвовало в этом процессе, внедряя в своих жилищах энергосберегающие технологии.

2. В последние годы, в связи с развитием государственной программы по энергосбережению, в частности, в области городского жилищного сектора, энергоэффективность и энергоэффективные дома стали более широко известны в среде населения. В 2009 г. в России был принят новый Федеральный Закон №261 «Об энергосбережении» [6], а также начала свою работу городская программа г.Москвы «Энергосбережение в городе Москве на 2009-2011 гг. и на перспективу до 2020 года» [7].

3. В загородном домостроении владелец жилья более явственно видит экономическую эффективность от мероприятий по энергосбережению. Безусловно, стоимость энергоэффективного дома для его владельца увеличивается по сравнению с обычным домом (за счет повышения стоимости ограждающих конструкций, дополнительной теплоизоляции и применения более сложных инженерных систем). В итоге продажная стоимость дома (включая стоимость земельного участка) повышается на 10-20%, что, тем не менее, экономически вполне целесообразно. Ведь уже через 5 лет экономия на отопление составит порядка 30-50%, и эти цифры подтверждают многочисленные примеры из зарубежных практик строительства. Таким образом, владелец энергоэффективного дома, вложив в строительство дома больше капиталовложений, сможет значительно экономить на протяжении всего периода эксплуатации дома. Экономить он сможет не только на системе отопления, но и на системах вентиляции, кондиционирования и освещения, при условии, что его энергоэффективный дом спланирован правильно, с учетом всех требований и на принципах, описанных выше.

4. Благодаря высокой экономической эффективности эксплуатации такого дома проектирование энергоэффективных домов, на сегодняшний день, является одним из самых приоритетных в современной жилой малоэтажной архитектуре.

## Перечень ссылок

1. **Лапин, Ю. Н.** Экожилье - ключ к будущему/ Ю.Н. Лапин. - М.: «Пробел», 1998. – 122 с.
2. **Подолян, Л. А.** Энергоэффективность жилых зданий нового поколения [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.01/ Л.А. Подолян; Российский государственный открытый технический университет путей сообщения; 26-й ЦНИИ М-ва обороны Рос. Федерации. - М., 2005. - 28 с.: ил. - Библиогр.: с.27-28 (8 назв.).
3. **Косо, Й.** Ваш новый дом. Энергосберегающие технологии/ Йожеф Косо; Пер. с венгер.: А.И. Гусева. – М.: Контэнт, 2008. – 230с.
4. **Файст, В.** Основные положения по проектированию пассивных домов/ Вольфганг Файст; Пер. с нем. А. Елохов. – М.: Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2008. – 144 с.
5. **Clearer procedures for cleaner buildings** [Электрон. ресурс]. - Режим доступ: <http://author.longlife.netzkleber.de>
6. **Российская Федерация. Закон 23.11.2009 г. №261-ФЗ.** Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон: [принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г.: одобр. Советом Федерации 18 ноября 2009 г.]. – «Российская газета» от 27 ноября 2009 г.
7. **Правительство г.Москвы. Постановление 28.10.2008 г. №1012-ПП.** Городская целевая программа «Энергосбережение в городе Москве на 2009-2011 гг. и на перспективу до 2020 года». – «Вестник Мэра и Правительства Москвы».

Получено 11.05.2010