

УДК 728.84.012.12:[697.142:628.87]:658.26:620.92

Д. И. Марков

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ РОССИИ

Описан опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий, рассказано о принципах формообразования таких зданий (архитектурные, градостроительные и инженерные решения энергосбережения). Особое внимание уделено опыту проектирования «пассивного» дома в Дармштадте. Приводится описание опыта проектирования модели жилого комплекса энергоэффективных зданий для условий Гатчинского района Ленинградской области. Дано описание архитектурно-планировочных, конструктивных, инженерных решений данного комплекса, также рассказано о технологиях использования возобновляемых источников энергии в данной модели.

К л ю ч е в ы е с л о в а: архитектура, многоквартирные дома, энергоэффективные здания, энергосбережение, энергоэффективность, энергоэффективные технологии.

The article describes the experience of the designing and constructing of the energy-efficient buildings, the form shaping principles of these buildings are discussed (architectural, urban planning and engineering energy saving tools). Special attention is paid to the experience of designing a “passive” house in Darmstadt. The article describes the experience of the design of a residential complex model of the energy-efficient buildings for the conditions of the Gatchina District, Leningrad Region. A description of architectural-planning, structural, engineering solutions of the complex is given. The technologies of using renewable energy sources in this model are also described.

Key words: architecture, multicompartment buildings, energy-efficient buildings, energy conservation, energy efficiency, energy-efficient technologies.

В настоящее время специалисты всего мира ведут поиск решений, которые могли бы устранить угрозы для будущего, связанные, прежде всего, с загрязнением окружающей среды и истощением природных ресурсов. Ведется поиск экологически чистых источников энергии и новых источников питьевой воды. Акцент сделан на снижение потребляемой энергии и потребности в воде при сохранении высокого уровня комфорта жизни.

Поиск таких решений очень актуален для строительной отрасли экономики. Строительная отрасль во всем мире использует до 40 % первичной потребности в энергии, также значительна ее потребность и в водных ресурсах [1]. Между тем срок эксплуатации зданий рассчитан на довольно длительный период, т. е. простирается в будущее. Таким образом, здания, которые построены сегодня, будут существенно влиять на потребности в энергии и воде в последующие 30...50 лет их эксплуатации. Это означает, что даже сегодня они должны быть спланированы, построены и введены в эксплуатацию в соответствии с принципами эффективности использования энергии, воды и земельных ресурсов и основываться на принципах экологической устойчивости, чтобы отвечать природоохранным нормам, которые будут введены будущими поколениями.

Здания, которые отвечают требованиям экоустойчивости, называются «зелеными зданиями» [1]. В них объединены высокий уровень комфорта

с оптимальными показателями качества и экологичности используемых материалов, минимальные потребности в энергии и расходе воды, а также различные энергоэффективные технологии и решения, направленные на эксплуатацию здания без выбросов CO₂ в течение всего срока эксплуатации. Такие «зеленые» здания, также называемые энергоэффективными, способны удовлетворить архитектурным требованиям, градостроительным условиям площадки строительства и применяемым инженерным системам при сохранении высокого качества комфорта для жильцов и поддержания устойчивости окружающей среды.

Опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий.

После череды строительства экспериментальных зданий архитекторы и инженеры выработали принципы проектирования энергоэффективного жилья. Но все эти принципы, так или иначе, базируются на трех основных принципах, которые являются основополагающими:

проектирование для климата;

проектирование для окружающей среды;

проектирование для обеспечения жизненного цикла здания (будь это весь срок эксплуатации или сезон или какой-либо ограниченный период времени).

Люди строили свои дома на этих принципах тысячелетиями и развивали типы домов, пригодные для всех климатических зон [2].

Следует рассказать немного об опыте проектирования энергоэффективного жилья. Современный опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий берет начало в 70-х годах XX века, во времена энергетического кризиса, когда архитекторам и инженерам пришлось пересмотреть традиционные взгляды на проектирование зданий и обратиться к специалистам в области энергосбережения. Первые энергоэффективные здания появились в Великобритании, Финляндии, Германии и в США. Одно из первых известных энергоэффективных зданий — комплекс «ECONO-HOUSE», построенный в 1973—1979 годах в городе Отаниеми, Финляндия. В здании, кроме сложного объемно-планировочного решения, учитывающего особенности местоположения и климата, была применена особая система вентиляции, при которой воздух нагревался за счет солнечной радиации, тепло которой аккумулировалось специальными стеклопакетами и жалюзи.

В начале 1990-х годов доктор Вольфганг Файст, основатель «Института пассивного дома» в Дармштадте (Германия), и профессор Бо Адамсон из Лундского университета (Швеция) предложили концепцию «пассивного» дома. Один из наиболее известных примеров «пассивных» домов — первый такой дом, построенный в Дармштадте, в 50 километрах южнее Франкфурта (рис. 1). Он получил свое название благодаря использованию пассивной солнечной энергии и почти полному отсутствию активного обогрева. У «пассивного» дома потребность в дополнительном тепле составляет менее 15 кВт·ч/м² в год, что достигается преимущественно за счет высокоэффективной изоляции стен и окон. В этом доме равномерное распределение температуры создает ощущение комфорта, а отсутствие механических шумов (поскольку нет печи и почти никакого механического оборудования) и уличного шума (благодаря звукопоглощающим «суперокнам» и мощной изоляции) обеспечивает умиротворяющую тишину.

Позднее во многих странах строились энергоэффективные здания, жилые комплексы и целые жилые районы (рис. 2). Здания приобретали все новые формы, изменялись подходы к проектированию здания. Бывшие экспериментальные модели зданий находят воплощение в современных энергоэффективных зданиях.



Рис. 1. Пассивный дом в Дармштадте, Германия (архитекторы Файст и Клин, 1994)



Рис. 2. Энергоэффективный дом в районе Eko-Viikki в Хельсинки, Финляндия [3]

Принципы проектирования энергоэффективных жилых зданий.

Выше уже были упомянуты три основополагающих принципа проектирования энергоэффективных зданий. Далее рассмотрим более подробно архитектурные, градостроительные, конструктивные и инженерные решения жилых зданий такого типа.

Следует, прежде всего, сказать, что проектирование энергоэффективного дома — это комплексная работа многих специалистов, учитывающая особенности климата, рельефа местности, экономические, социальные и экологические аспекты места проектирования, а также учитывающая «безопасное»

для окружающей среды функционирование здания на протяжении срока его строительства, эксплуатации и конечного сноса.

В российской строительной науке нет точного определения полного жизненного цикла здания, который начинается с проекта здания и заканчивается его сносом и подготовкой территории для последующего использования. Поэтому попытаемся дать собственное определение.

Жизненный цикл здания (рис. 3) — всеобъемлющий срок службы здания, который включает в себя процесс проектирования, строительство, эксплуатацию, снос здания, утилизацию или переработку и последующее использование материалов, оставшихся после разрушения здания или сооружения. Именно в таком понимании следует рассматривать функционирование энергоэффективного жилого дома.



Рис. 3. Жизненный цикл здания (источник: <http://ecorussia.info/ru/ecopedia/lca>)

Рассмотрим принципы проектирования энергоэффективных многоквартирных домов.

Архитектурные решения

1. Выбор наиболее удобного местоположения дома в районе строительства с учетом климатических особенностей местности, рельефа, близости к транспортным сетям и инженерной инфраструктуре. Учет имеющегося озеленения в планировании.

2. Определение формы и ориентации здания по отношению к солнцу и господствующим ветрам. Следует отметить, что дом рационально максимально ориентировать к солнцу — на южную, юго-западную и юго-восточную стороны для использования (утилизации) солнечной энергии в энергетическом балансе здания, и, если предполагается использование естественного охлаждения (или ветер постоянный) — ориентировать по отношению к направлению ветра. Таким образом можно будет использовать энергию ветра также для выработки энергии.

3. Общая планировочная структура — основа энергоэффективного дома. Стоит упомянуть, что эффективным может быть использование зимнего сада или продовольственной теплицы в архитектурно-планировочной структуре дома.

4. Форма и уклон кровли, материал ее покрытия — важные характеристики энергоэффективного дома. Использование мансарды во многом более эффективно, нежели использование плоской кровли (даже если ее сделать «зеленой»). На кровле мансарды можно разместить солнечные коллекторы или солнечные батареи под более эффективным, с точки зрения выработки энергии, углом (30...50°).

5. Выбор количества и площади световых проемов, обеспечение солнцезащиты окон (ставни, рафшторы, солнцезащитные экраны и т. д.).

6. Выбор материалов наружной и внутренней отделки — также важный аспект ввиду того, что облицовка составляет оболочку здания, которая будет сберегать тепло зимой и отдавать его летом. Особенно эффективны вентилируемые фасады, поскольку позволяют охлаждать стены летом и удерживать тепло зимой.

Учитывая, что здание будет «работать» на протяжении всего срока эксплуатации, желательно, чтобы оно было подготовлено к изменениям, надстройке, пристройке новых частей или даже к частичной его перестройке. Это сложно запроектировать, и такие решения потребуют значительных затрат на всех этапах, но в будущем эти решения могут обеспечить солидную экономию средств ввиду того, что здание изначально будет подготовлено к изменениям.

Градостроительные решения

Важным методом повышения энергоэффективности здания при проектировании является изменение его формы путем формирования одного объекта из нескольких блоков. Блокирование позволяет добиться уменьшения теплопотребления здания вследствие снижения площади наружных ограждающих конструкций до 50 %, материалоемкости строительства — на 8...10 %, площади застраиваемой территории — на 30...40 %, сокращения длины коммуникаций, подъездных путей и т. д. [4]. В практике проектирования блокирование зданий возможно как по горизонтали, так и по вертикали.

Наибольшего эффекта можно достигнуть при увеличении числа образованных внутренних граней относительно количества сблокированных объектов. Этот вывод наглядно демонстрирует пример блокирования зданий с созданием внутреннего двора. При открытом дворе обеспечивается уменьшение площади наружной поверхностей блокированного здания по отношению к суммарной площади отдельных объектов в 1,5 раза.

Конструктивные решения:

- 1) выбор конструкций и материалов наружных ограждений;
- 2) выбор изоляционных материалов. Согласно концепции «пассивного» дома «Института пассивного дома», именно изоляция играет важнейшую роль в создании единого теплового контура здания (рис. 4);
- 3) обеспечение герметичности, предотвращение появления «мостиков холода»;
- 4) выбор конструкций окон (рис. 4);
- 5) окна с двойным или тройным остеклением;

- 6) окна с заполнением инертным газом;
- 7) окна, отражающие или поглощающие солнечную энергию;
- 8) использование теплоаккумулирующих стен (например «водяной» стены или стены «Тромба»);
- 9) естественная вентиляция и кондиционирование здания;
- 10) применение специальных энергоэффективных решений:
- 11) световые отражатели («солнечные ловушки»);
- 12) регулируемые отверстия во внутренних стенах для обеспечения естественного нагрева или охлаждения;
- 13) создание специальных буферных зон для задержки тепла и другие решения.

Инженерные решения:

- 1) энергоэффективная система отопления;
- 2) энергоэффективная система вентиляции, например механическая приточно-вытяжная вентиляция;
- 3) рекуперация тепла в системе вентиляции (рис. 4);
- 4) энергоэффективная система кондиционирования;
- 5) эффективная система холодного водоснабжения, в том числе сбор дождевых и грунтовых вод;
- 6) энергосберегающие электрические приборы, светодиодное освещение;
- 7) интеллектуальная система управления зданием;
- 8) системы биологической очистки и озонирования внутреннего воздуха, являющиеся самостоятельными элементами или входящие в общую систему вентиляции (рис. 5).

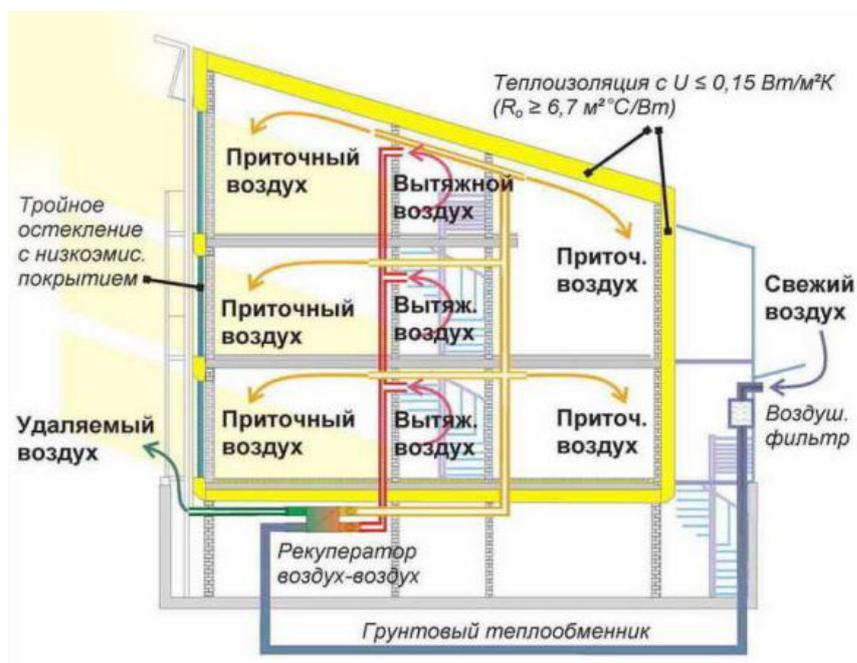


Рис. 4. Поперечное сечение «пассивного» дома: массивная теплоизоляция, специальные окна и система вентиляции с рекуперацией тепла [5]



Рис. 5. Аппаратно-биологический комплекс «Зеленая стена» (разработка ученых ИСФ СПбГПУ: <http://www.ru.greenplanet.su/develop/npp>)

Разработка модели жилого комплекса энергоэффективных жилых зданий для деревни Парицы Гатчинского района Ленинградской области. На основе упомянутых принципов проектирования энергоэффективных домов мною и моими коллегами был разработан проект жилого комплекса энергоэффективных многоквартирных домов для деревни Парицы.

В ходе предпроектного анализа были изучены технологии пассивного энергосбережения и технологии использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), мировой опыт проектирования энергоэффективных зданий, в частности опыт проектирования «пассивных» домов в Германии.

В результате было решено создать модель энергоэффективного жилого комплекса, состоящего из энергоэффективных многоквартирных домов, поскольку именно дома средней этажности создают оптимальные условия для формирования компактной урбанизированной среды. Жилые дома разработаны с созданием в них автономной системы энергоснабжения, с применением солнечных коллекторов, фотоэлектрических установок (солнечных батарей), системы вентиляции с рекуперацией тепла, использованием дождевой и талой воды для технических целей, котельной на биотопливе (экспериментальное решение) и новых энергосберегающих материалов и технологий. Доказательством того, что такая модель жилья применима в условиях ЛО, служит строительство в конце XX века севернее Петербурга энергоэффективного района ЕКО-ВПККІ (см. рис. 2).

Район проектирования относится ко II климатическому району согласно СНиП 23-01—99* «Строительная климатология» [6]. Учитывая условия данного района, в ходе архитектурно-строительного проектирования был сформирован закрытый режим эксплуатации зданий, но при этом предусматривается возможность связи помещений с внешней средой. Это реализуется путем устройства в зданиях открытых террас, лоджий, балконов. На рис. 6 представлен общий вид модели жилого комплекса.



Рис. 6. Общий вид модели жилого комплекса (иллюстрация автора)

Согласно упомянутому принципу блокирования, было решено организовать блокирование зданий жилого комплекса с созданием открытого двора. Для того чтобы организовать спортивные и детские площадки во дворе жилого комплекса, было решено устроить подземную парковку, а на территории двора — отдельную сервисную зону для мусорных контейнеров.

Особое внимание было уделено эффективной изоляции конструкций. Теплоизоляция всех несущих конструкций спроектирована таким образом, чтобы создать непрерывный изоляционный контур здания, а также установлены дополнительные слои изоляции в местах стыков конструкций подобно тому, как это было сделано в «пассивном» доме в городе Дармштадте. Такие решения позволяют исключить появление «мостиков холода» и обеспечивают конструкциям долговечность.

Проектом предусмотрено устройство мансарды в каждом доме комплекса. Мансарда обеспечивает здание дополнительной площадью для жилых помещений и помещений общего пользования, террас. Благодаря уклону мансарды 30° обеспечивается эффективное расположение солнечных коллекторов и фотоэлектрических панелей.

Жилые дома по проекту соединяются галереями над местом дворового проезда. В галереях расположены зимние сады, которые являются зоной отдыха для жителей дома. Они уменьшают теплопотери, а растения, расположенные в них, обогащают воздух кислородом (применена система озонирования и биологической очистки АБК «Зеленая стена», см. рис. 5).

Наружные стены здания облицовываются навесными вентилируемыми фасадами с различной отделкой. Материалы наружной отделки фасадов: деревянные панели типа «Планкен» и композитные панели трех оттенков зеленого

цвета. Композитные панели призваны защитить стены от переменного замерзания и оттаивания и других атмосферных воздействий, а также выравнять температурные колебания основного массива стены, благодаря чему исключается появление в нем трещин вследствие неравномерных температурных деформаций. Данное решение во многом обусловлено климатическими особенностями Ленинградской области.

Особое внимание было также уделено светопрозрачным поверхностям — окнам и дверям, т. к. через них теряется до 35 % тепла в жилом здании. Окна, по проекту, состоят из трех слоев энергоэффективного стекла. Благодаря специальному покрытию из оксида металла тепловая энергия отражается внутрь помещения. Пространство между стеклами заполнено инертным газом (аргоном или криптоном) для уменьшения теплопроводности. Окна, расположенные на мансарде и на террасах, оборудованы рольставнями, которые берегут до 15 % тепла в помещениях. Двери, которые сделаны не из стекла, сделаны с теплоизоляцией. Террасные двери используют рейлинговые системы, соответствуют всем требованиям энергоэффективности и закрываются на зимний период.

В модели жилого комплекса применены системы пассивного энергосбережения, эффективная система вентиляции с рекуперацией тепла, на мансарде установлены солнечные коллекторы, которые используются для горячего водоснабжения, на фасадах установлены фотоэлектрические панели, предназначенные для выработки электричества (освещение зон общего пользования в купе со светодиодными светильниками). На рис. 7 представлены схематичные разрезы с указанием инженерных решений энергоэффективного дома.



Рис. 7. Схематичные разрезы энергоэффективного дома с пояснениями (иллюстрация автора)

Заключение. Проектирование энергоэффективных экологических зданий — это уже не тенденция и даже не направление, а целый пласт научно-практических разработок, проектов и инновационных внедрений в современной архитектуре. Для России разработка зданий такого типа представляет интерес огромной важности ввиду того, что наша страна, экономика которой во многом базируется на добыче нефти и газа, отстает в проектных наработках экологических зданий на многие годы.

В процессе разработки проекта жилого комплекса для деревни Парицы стало ясно, что в нашей стране для развития архитектуры энергоэффективных зданий как направления требуется разработка подробной методологии проектирования таких зданий и создание типологии, применимой во всех климатических условиях России. Разработка такой типологии должна начинаться с разработки локальных моделей энергоэффективных зданий, универсальных проектов домов и жилых комплексов, наиболее отвечающих условиям конкретного региона нашей страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Bauer M., Möslе P., Schwarz M.* Green Building — Guidebook for Sustainable Architecture / Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Germany : Berlin, 2010. 208 p.
2. *Roaf S., Fuentes M., Thomas S.* Ecohouse: a design guide (third edition). UK, England : Architectural Press. Oxford, Elsevier, 2007. 480 p.
3. *Stang A., Hawthorne C.* The green house. New directions in sustainable architecture // Princeton Architectural Press. New York, USA, 2005. P. 3.
4. *Береговой А. М.* Энергоэкономичные и энергоактивные здания : учеб. пособие. Пенза : Пензенская архит.-строит. академия, 1997. 155 с.
5. *Файст В.* Основные положения по проектированию пассивных домов / пер. с нем. А. Елохов. М. : АСТ, 2008. С. 14.
6. СНиП 23-01—99*. Строительная климатология.

1. *Bauer M., Möslе P., Schwarz M.* Green Building — Guidebook for Sustainable Architecture / Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Germany : Berlin, 2010. 208 p.
2. *Roaf S., Fuentes M., Thomas S.* Ecohouse: a design guide (third edition). UK, England : Architectural Press. Oxford, Elsevier, 2007. 480 p.
3. *Stang A., Hawthorne C.* The green house. New directions in sustainable architecture // Princeton Architectural Press. New York, USA, 2005. p. 3.
4. *Beregovoi A. M.* Energoekonomichnye i energoaktivnye zdaniya : ucheb. posobie. Penza : Penzenskaya arkhит.-stroit. akademiya, 1997. 155 s.
5. *Fayst V.* Osnovnye polozheniya po proektirovaniyu passivnykh domov / per. s nem. A. Elohov. M. : AST, 2008. S. 14.
6. SNiP 23-01—99*. Stroitel'naya klimatologiya.

© Марков Д. И., 2012

Поступила в редакцию
в феврале 2012 г.

Ссылка для цитирования:

Марков Д. И. Проектирование энергоэффективных жилых зданий средней этажности для условий Ленинградской области России // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 1(20).