ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ

Д.И. Марков
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются особенности формирования энергоэффективных жилых зданий средней этажности. Анализируется исторический и современный опыт проектирования и строительства энергоэффективного жилья. Рассматриваются особенности энергоэффективных зданий для условий Северо-Западного региона России. Описываются основные принципы проектирования энергоэффективных зданий. Приводится экспериментальная модель энергоэффективного жилого здания средней этажности. В статье рассказано об актуальности энергоэффективных жилых домов для России, а также о роли энергоэффективной застройки в развитии новых сельских территорий. Приведен пример из строительной практики, доказывающий эффективность применения многоквартирных домов средней этажности при застройке сельских территорий Ленинградской области.

Ключевые слова: архитектура, энергоэффективные здания, энергосбережение, энергоэффективные технологии

FEATURES OF FORMATION OF THE ENERGY-EFFICIENT MEDIUM-RISE APARTMENT BUILDINGS

D. Markov
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPSUACE), Saint-Petersburg, Russia

Abstract

The formation features of energy-efficient medium-rise apartment buildings are discussed in offered article. Historical and modern experience of architectural design and construction of energy-efficient dwelling is analyzed. Features of energy-efficient buildings for conditions of North-West region of Russia are considered. The basic principles of designing energy-efficient buildings are describes. The experimental model of energy-efficient medium-rise apartment building is given. In this article we discuss the relevance of energy-efficient homes in Russia and also about the role of energy-efficient buildings in the development of new rural territories. An example from building practice is resulted, proving the effectiveness of medium-rise apartment houses in the building of the rural areas of the Leningrad region.

Keywords: architecture, energy-efficient buildings, energy conversation, energy-efficient technologies

Введение

По всему миру на здания приходится достаточно высокий уровень энергопотребления (40% от мирового показателя), а также уровень выбросов парниковых газов в атмосферу, значительно превышающий выбросы от всех транспортных средств вместе взятых. Существуют большие и привлекательные возможности снижения энергопотребления зданиями с меньшими затратами и с большей прибылью, нежели в других секторах.

Эти снижения являются основополагающими в достижении цели Международного энергетического агентства (МЭА), которая заключается в уменьшении выбросов углерода в мире на 77% против прогнозируемых данных на 2050 год для достижения стабилизированного уровня CO2, предусмотренного Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК). Важной составляющей в решении этой задачи, считают эксперты МЭА, должен стать переход от строительства обычных зданий к строительству энергоэффективных жилых и общественных зданий. Наибольшее внимание экспертов уделено проектированию и строительству энергоэффективных многоквартирных зданий по всему миру.

Основные понятия:

Под *жилым домом* средней этажности в данной статье подразумевается многоквартирный дом. Многоквартирным домом признается совокупность двух и более квартир, имеющих самостоятельные выходы либо на земельный участок, прилегающий к жилому дому, либо в помещения общего пользования в таком доме [1].

Энергоэффективный дом – это дом, который не только не зависит от внешних коммуникаций, но, в принципе, может и сам служить источником энергии. Это становится возможным благодаря рациональному использованию источников тепла и энергии самого дома и окружающей его территории. Проектирование энергоэффективного дома – это комплексная работа, учитывающая многовариантный подход, рациональный выбор теплозащиты ограждающих конструкций, выбор инженерного оборудования и эффективность использования возобновляемых источников энергии.

Одна из самых важных составляющих проектирования такого дома – обеспечение экологического и эффективного *жизненного цикла* здания (Рис. 1), т.е. такое здание изначально должно быть рассчитано на определенный срок эксплуатации, быть наиболее энергетически эффективным в течение данного срока, и быть безопасно снесено, не нанося своим разрушением вред окружающей среде. Таким образом, *жизненный цикл* здания изначально определен, рассчитан, и должен быть обеспечен условиями эксплуатации. Средний *жизненный цикл* для зданий средней этажности составляет 30-40 лет.

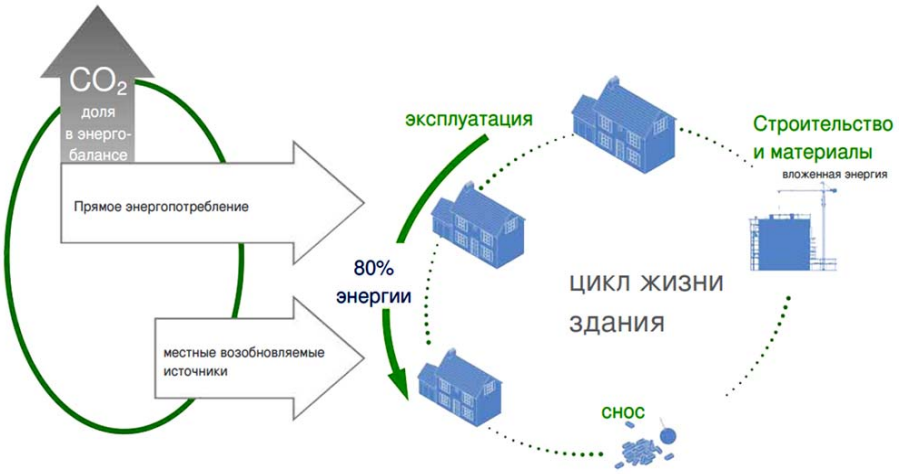


Рис. 1. Эффективное энергопотребление при эксплуатации здания – залог успешного обеспечения его *жизненного цикла* (по материалам ВСПУР (WBCSD))

Современный опыт проектирования и строительства энергоэффективных жилых зданий

Исторические предпосылки современных энергоэффективных зданий можно найти в архитектуре национальных жилищ многих северных народов. К примеру, избы на Севере и в Сибири строили таким образом, чтобы изба выходила длинной стороной на юг (у этой наружной стенки было больше всего окон, чем у других стен), а с других сторон (чаще с севера) пристраивались хозяйственные постройки. Всё это соединялось сенями – *входным тамбуром*, *связной зоной* между избой и хозяйственными помещениями и *буферной зоной* между холодной улицей и тёплой избой.

Современный опыт проектирования и строительства зданий такого типа берет начало в 70-80-х годах XX века, когда были построены два всемирно известных здания, считающихся первыми энергоэффективными строениями современного типа. Первое здание – это здание «ECONO-HOUSE», построенное в 1973—1979 годах в городе Отаниеми, Финляндия. В здании кроме сложного объёмно-планировочного решения, учитывающего особенности местоположения и климата, была применена особая система вентиляции, при которой воздух нагревался за счёт солнечной радиации, тепло которой аккумулировалось специальными стеклопакетами и жалюзи. Позднее доктор Вольфганг Файст, основатель «Института пассивного дома» в Дармштадте (Германия), и профессор Бо Адамсон из Лундского университета (Швеция) предложили концепцию «Пассивного дома», которая получила распространение во многих проектах, в том числе в известном Пассивном доме в г. Дармштадте, построенном в 1990 году.

Наиболее интересные примеры современных энергоэффективных зданий можно найти в Германии, Великобритании, США, Китае и ОАЭ. Как пример можно привести застройку квартала BedZED в Веллингтоне, Великобритания (Рис. 2a) и проект нового города Донгтан (Dongtan) в Китае (Рис. 2b).

a)

b)

Рис. 2(a,b): a) квартал BedZED (Wallington, UK), архитектурная фирма ZEDfactory Ltd.;
b) проект города Донгтан (Dongtan, China), девелоперская корпорация ARUP

Особенности формирования энергоэффективных жилых зданий средней этажности

Далее будет более подробно рассказано о проектировании модели энергоэффективного многоквартирного дома средней этажности для условий Северо-Запада России. Важно отметить, что этот тип здания выбран не случайно. Многоквартирные дома предоставляют много возможностей для повышения энергосбережения. Прежде всего, это связано с компактностью планировок квартир и использованием общественных пространств (для возможного устройства в них зимних садов или теплиц), а также с использованием придомовой территории. Стоит особо отметить, что в домах такого типа можно максимально эффективно использовать замкнутую термическую (теплоизоляционную) оболочку, охватывающую комфортные зоны [2]. Такая оболочка включает в себя улучшенную

теплоизоляцию стен, утепление подвала, кровли и другие меры по созданию непрерывного теплового контура здания. В многоквартирных домах средней этажности за счет правильного соотношения количества и размеров, особенностей конструкции световых проемов, ориентированных на южную, юго-западную сторону, можно добиться пассивного солнечного обогрева помещений. Также эффективно использование окон с тройным остеклением или с заполнением инертным газом. Вкупе с применением системы естественной вентиляции и кондиционирования такие дома становятся действительно энергоэффективными. Принцип блокировки зданий также позволяет сберегать тепло, но уже на градостроительном уровне.

Из инженерных решений, которые можно эффективно применять в многоквартирных домах, упомянем следующие: применение тепловых насосов в системе горячего водоснабжения, применение рекуператоров тепла в системе центральной механической вентиляции, а также применение солнечных фотоэлектрических установок для выработки электрической энергии, и солнечных коллекторов, подогревающих воду для нужд отопления.

Комплексный подход в проектировании и в исследовании энергетических показателей зданий, а также поиск правильных решений оптимизации их энергоэффективности определяют решение сложных взаимосвязанных задач, которые охватывают три основных направления:

– организация микроклимата помещений дома;

– минимизация энергетических затрат;

– экономичность здания, рациональное расходование материальных ресурсов.

Выбор оптимальной формы здания, его ориентации и расположения, назначение площадей световых проемов, управление микроклиматом помещений позволяют уменьшить негативное воздействие климата на тепловой баланс здания [3]. Взаимосвязь основных архитектурных и инженерных решений, которые должны учитываться при проектировании энергоэффективного дома, показана на рис. 3.

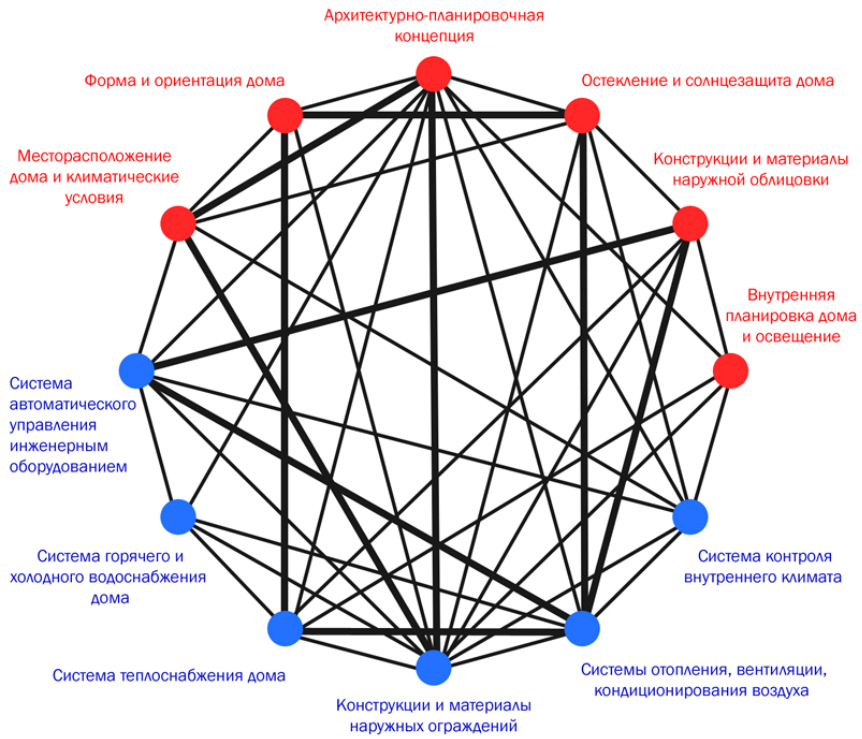


Рис. 3. Взаимосвязь архитектурных и инженерных решений в процессе проектирования энергоэффективного дома

В нашей стране развитие архитектуры энергоэффективных зданий находится на начальном этапе. Тем не менее, уже разработаны некоторые принципы формирования архитектуры различных типов таких зданий, а также построены отдельные жилые здания в таких регионах, как Московская область, республика Татарстан, Якутия и Алтайский край (Рис. 4).

Рис. 4. Энергоэффективный многоквартирный дом средней этажности в г. Барнауле

В последние годы в связи с развитием государственных программ по энергосбережению, в частности, в области городского жилищного сектора, понятие энергоэффективность и энергоэффективные дома стали известны более широкому числу владельцев жилья. В 2009 году в России был принят новый Федеральный Закон № 261 «Об энергосбережении» [4], начала свою работу городская программа г. Москвы "Энергосбережение в городе Москве на 2009-2011 гг. и на перспективу до 2020 года" [5], а также выдвинута «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года» [6].

Проектирование модели энергоэффективного жилого многоквартирного дома средней этажности

В 2010 году был разработан концептуальный проект (экспериментальная модель) энергоэффективного жилого дома, «Деревянный дом для молодежи», участник первого Международного фестиваля инновационных технологий в архитектуре и строительстве «Зеленый проект 2010» (Рис. 5). Целью проекта была разработка инновационных решений в области деревянного домостроения в соответствии с современными требованиями к жилью. Был выбран вариант многоквартирного дома секционного типа средней этажности (4 этажа). Область применения – центры сельских поселений, застройка пригородов малых городов и крупных центров. Проект ориентирован на применение в климатических условиях Северо-Западного региона России.

Рис. 5. Проект энергоэффективного жилого дома «Деревянный дом для молодежи» (авторы проекта: архитекторы Марков Д.И., Переходова И.А., инженер Храмов К.С.)

Основные принципы проектирования данной модели энергоэффективного жилого 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;

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

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

Архитектурные решения

Особое внимание при проектировании жилых пространств энергоэффективного многоквартирного дома уделено естественному освещению. Широтная ориентация дома, большая площадь остекления южного фасада, фонари верхнего света позволяют при необходимости максимально эффективно «пропускать» солнечный свет внутрь дома. Специальные «солнечные ловушки» с использованием материалов с высокой отражательной способностью рассчитаны на транспортировку в жилые помещения зимнего солнца (Рис. 6). Большие выносы террас южного фасада предохраняют внутренние пространства от прямых солнечных лучей в летний период.

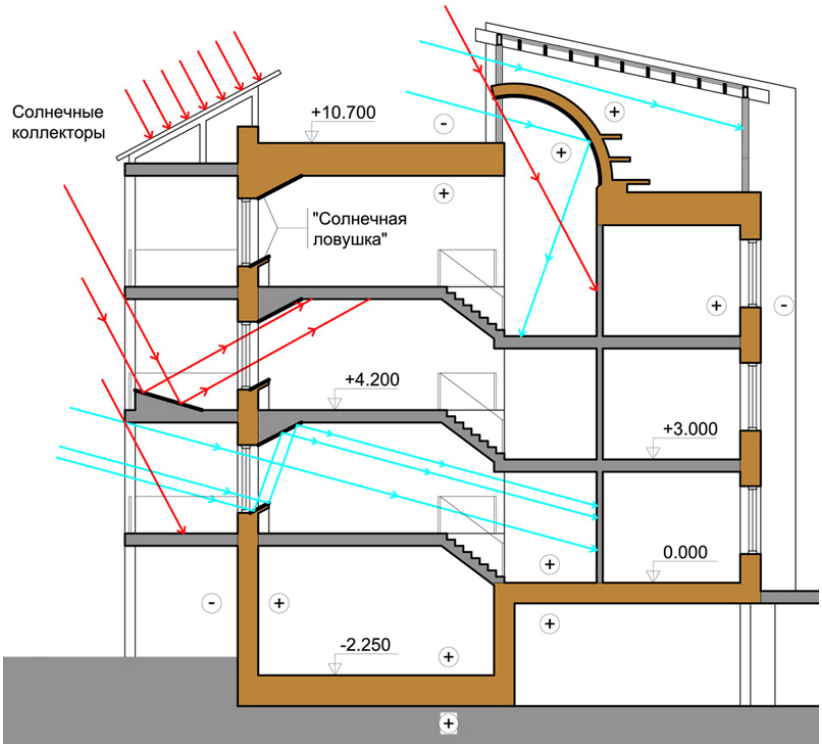


Рис. 6. Разрез с указаниями решений, направленных на обеспечение инсоляции и теплопоступлений в летний и зимний периоды (красные стрелки – направление солнечных лучей в период летнего солнцестояния; голубые стрелки – направление солнечных лучей в период зимнего солнцестояния)

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 зданием 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. [7]. 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 дворика. При

открытом дворике обеспечивается уменьшение площади наружных поверхностей блокированного здания по отношению к суммарной площади отдельных объектов в 1,5 раза. Однако если внутренний дворик преобразовать в атриум, застеклив его сверху, то эффективность блокирования может еще больше возрасти, до 1,6, поскольку увеличивается число внутренних граней [8].

При проектировании модели было решено применить результаты данных исследований и при построении жилой группы застеклить внутренний двор, создав тем самым наиболее благоприятные условия для жителей домов.

Инженерные решения

Отопление

В многоквартирном доме с большим количеством помещений, имеющих разную ориентацию, учитывается неравномерность воздействия солнечного излучения, а также противоположное воздействие (скорость и направление ветра) наружной среды. Поэтому отопительная система этого дома разделена на самостоятельные зоны в соответствии с ориентацией по сторонам света (особенно на северную и южную).

Изолированный тепловой контур здания прежде всего обеспечивает минимальные тепловые потери здания, за счет эффективной изоляции и энергоэффективных окон.

Буферные зоны (мобильные жилые зоны на южной стороне, теплицы) за счет механизма нагрева-теплоотдачи-охлаждения позволяют зимой экономить электроэнергию на отопление за счет собственной тепловой отдачи в жилые помещения напрямую (теплоотдача стен) или через систему вентиляции между помещениями, а также через лестничный пролет внутри здания.

Зимой тепловые отдачи происходят от конструкций перекрытий – аккумулированное тепло летом, а также от различных электроприборов используется в системе обогрева полов. Важную роль в пассивном отоплении здания играют ставни-жалюзи (также возможно использование рафштор), которые снижают тепловые потери через окна на 70%.

Вентиляция

Естественная вентиляция осуществляется за счет охлаждения буферных зон (мобильные жилые зоны на южной стороне, теплицы) которые летом нагреваются днем, охлаждаются ночью, не давая нагреваться внутренним помещения. Вертикальная вентиляция, осуществляемая через специальные регулируемые отверстия в конструкциях стен и перекрытий, позволяет воздушным потокам перемещаться по всему зданию, обеспечивая охлаждение и вентиляцию внутренних помещений.

Также используется система механической вентиляции, состоящая из двух систем проветривания. Первая основана на применении устройств, которые открывают и закрывают створки окна механически (посредством электропривода). Вторая система предполагает применение приточных устройств-клапанов, встраиваемых в оконную конструкцию и обеспечивающих непрерывный приток свежего воздуха - так называемое микропроветривание. Эта система позволяет снабжать помещение воздухом с улицы даже при закрытом окне. Основа принципа действия устройств этой группы – разница движения воздушного потока снаружи и внутри здания, возникающая из-за ветра или вследствие работы естественной вытяжной вентиляции.

При нормально функционирующей в квартире вентиляции клапан не дает воздуху застаиваться и положительно действует на микроклимат в помещении. Поступление воздуха дозируется и при сильном ветре прекращается. Регулировать величину открывания клапана можно с помощью ограничивающих устройств, имеющихся в фурнитуре окна. «Проветриватель» оснащен разными функциями, например, «быстрое проветривание» и

«таймер автоматического проветривания». Также обеспечена вентиляция наружных стен для предотвращения их перегрева летом. Для этого в облицовке внешних стенах сделаны специальные зазоры.

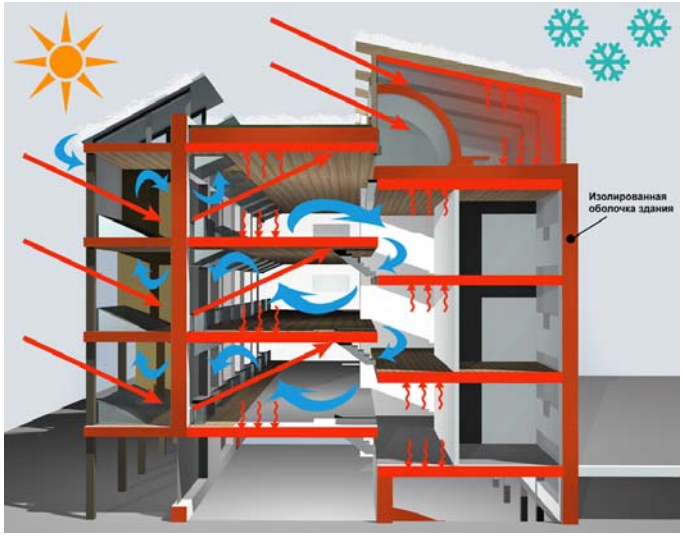
Кондиционирование

Кондиционирование совмещено с приточной вентиляцией. Воздух кондиционируется путем очистки в системе фильтров различных конструкций, подогревается или охлаждается, увлажняется или осушается и подается по системе воздуховодов в помещения. Заданные параметры воздушной среды в помещении поддерживают посредством автоматического регулирования обработки воздуха в установках кондиционирования в зависимости от состояния наружного воздуха, выделения тепла и влаги в помещениях. Применяются центральные кондиционеры. От центральных кондиционеров воздух подается в помещения по воздуховодам, протяженность которых может составлять 60—70 м. Энергетическая эффективность данных кондиционеров – порядка 70%.

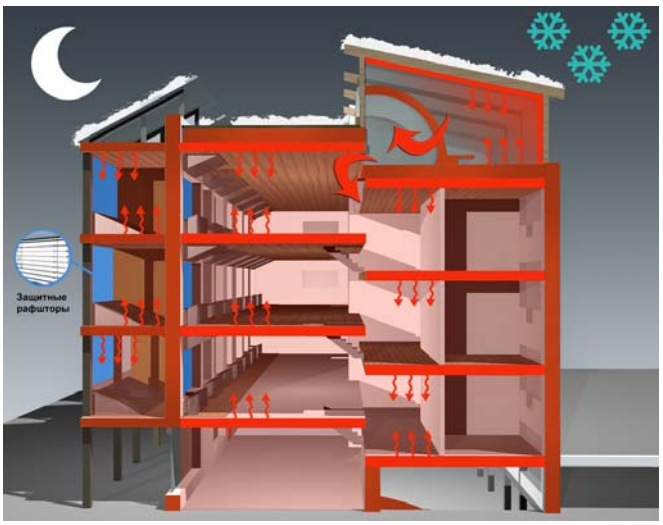
Рекуперация тепла

Многоквартирный дом снабжен рекуператорами тепла – специальным климатическим оборудованием, позволяющим нагревать приточный холодный воздух за счет тепла отработанного воздуха помещений. Рекуперационные теплообменники, использованные в проекте, встроены непосредственно в вентиляционную систему. Используется пластинчатый рекуператор, принцип работы которого состоит в пропускании удаляемого и приточного воздуха по каналам, разделенным листами оцинкованной стали. Оба потока не смешиваются, но происходит неизбежный теплообмен за счет одновременного нагрева и охлаждения пластин с разных сторон. Рекуперация тепла регулируется посредством перепускного клапана, который контролирует расход проходящего через рекуператор воздуха. Энергетическая эффективность теплообменников достигает 60%.

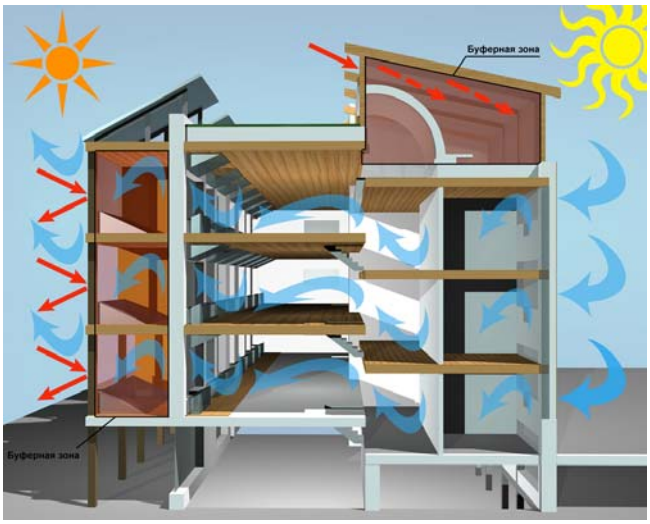
На рис. 7(a-d) графически условно показана работа систем отопления, вентиляции и кондиционирования в различное время года, в условиях Северо-Запада России.



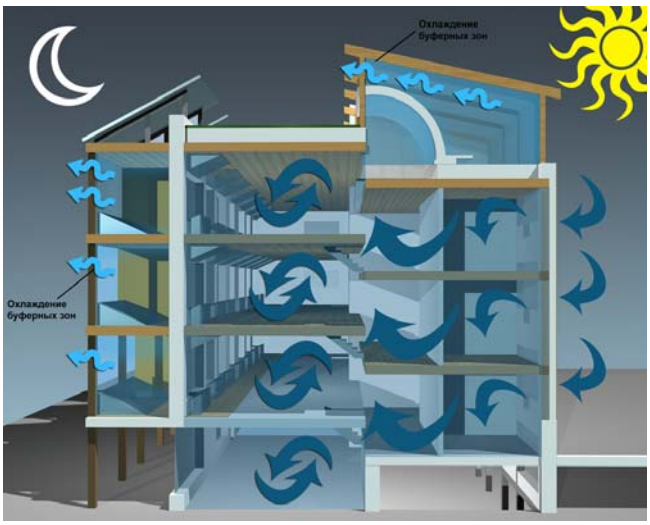
a)



b)



c)



d)

Рис. 7(a-d). Работа инженерных систем и архитектурных решений, направленных на энергосбережение в доме в течение года: a) зимой днем; b) зимой ночью; c) летом днем; d) летом ночью

Использование энергии возобновляемых источников

При проектировании модели энергоэффективного жилого дома было решено использовать энергию возобновляемых источников путем применения солнечных коллекторов для подогрева воды и геотермального грунтового теплового насоса для нужд системы отопления.

Актуальность энергоэффективных жилых зданий в России

Развитие архитектуры энергоэффективных зданий как направления сейчас становится актуальным ввиду следующих причин:

1) энергоэффективные здания позволяют поселениям, прежде всего сельским, в наименьшей степени зависеть от тепло- и электроцентралей ввиду того, что энергосберегающие решения обеспечивают автономность поселениям, в той или иной степени;

2) энергоэффективные здания, обеспечивая автономность жилых образований, позволяют градостроителям осваивать новые территории пригодные для проживания, что в итоге положительно сказывается на снижении перенаселенности городов;

3) энергоэффективные здания позволяют достичь не только высокого уровня автономности, но также и экологичности проживания, что в целом подводит нас к такому важному аспекту, как повышение устойчивости среды обитания.

Устойчивость территорий, основанная на эколого-ориентированном подходе, сейчас является одним из важнейших условий в градостроительном планировании в нашей стране. Но, к сожалению, проектируя генеральные планы новых (или проводя реконструкцию существующих) поселений планировщики не всегда учитывают экологический подход к застройке данных поселений. А ведь работа должна быть комплексной. Нельзя спроектировав «город-сад» застроить его типовыми домами из железобетона. Именно поэтому энергоэффективные здания – это самый актуальный тип застройки в новых поселениях. Пример такой энергоэффективной застройки для новых кварталов городов и поселений показан на рис. 8.

Рис. 8. Визуализация пилотного проекта «Энергоэффективный квартал» в городе Казани

В России для развития архитектуры энергоэффективных зданий, как направления, требуется разработка методологии проектирования таких зданий и создание типологии, применимой в нашей стране с ее различными климатическими условиями на всей территории. Именно поэтому разработка такой типологии должна начинаться с разработки локальных моделей энергоэффективных домов, наиболее отвечающих условиям региона. Методологический аппарат проектирования должен разрабатываться параллельно с разработкой моделей и учитывать комплексный подход к проектированию не только самого здания, но и к созданию экологически-устойчивой жилой среды.

Заключение

Проектирование энергоэффективных зданий – это сложная комплексная работа многих специалистов, работа которых основана на принципах максимального обеспечения энергоэффективности, экологичности и экономической эффективности здания. В здании средней этажности, в многоквартирном доме обеспечить такие критерии представляется порой более возможным, нежели в малоэтажном доме. Ввиду того, что владельцы квартир как сообщество совместно управляют домом, возможен более рациональный и выгодный для всех расход энергии, воды и т.д. Именно поэтому все большее внимание застройщиков направленно на дома средней этажности, которые постепенно становятся альтернативой коттеджной застройке в новых поселках и пригородах.

Примеры такого перехода от массового коттеджного строительства к строительству кварталов с многоквартирными домами можно наблюдать в Ленинградской области и пригородах Санкт-Петербурга. Как показала практика, более экономически выгодна застройка небольшими жилыми группами, состоящими из 6 - 12 домов, подключенных к автономным котельным станциям, работающим на местном топливе.

В заключение следует отметить, что проектирование энергоэффективных зданий на сегодняшний день является одним из самых приоритетных в современной архитектуре.

Conclusions

Designing energy-efficient buildings – it is a complicated complex work of many specialists whose work is based on the principles of maximum energy efficiency, environmental friendliness and economic efficiency of the building. In the medium-rise apartment building to provide such criteria is often more affordable than in low-rise building. In view of the fact that the apartment owners as a community co-managing a building, it is possible a more rational and beneficial for all energy consumption, water, etc. That is why more and more attention is directed at developers building medium-rise, which are gradually becoming an alternative to cottage development in new villages and suburbs.

Examples of such change from mass cottage construction to the construction of apartment buildings can be seen in the Leningrad region and the suburbs of St. Petersburg. As shown, the more economically advantageous development in small residential groups consisting of 6 - 12 houses, connected to an autonomous boiler plants running on local fuel.

In conclusion should be noted that the designing of energy efficient buildings is one of the top priorities in modern architecture nowadays.

Литература

1. Российская Федерация. Постановление Правительства РФ № 47 от 28.01.2006 г. Положение о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания и многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции [Текст].

2. Файст В. Основные положения по проектированию пассивных домов. / Вольфганг Файст ; Пер. с нем. А. Елохов. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 144 с. – 1000 экз. – ISBN 978-5-93093-619-3, 3-935243-00-6.

3. 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.

4. 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. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html

5. Российская Федерация. 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». [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.mos.ru/documents/index.php?id_4=112416

6. Российская федерация. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. №1715-р. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года [Текст].

7. Береговой А.М. Энергоэкономичные и энергоактивные здания: Учеб. пособие. – Пенза: Пензенская архитектурно-строительная академия, 1997. – 155 с.

8. Голованова Л.А. Основные аспекты территориального энергосбережения: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2002. – 115 с.

References

1. *Russian Federation. Postanovlenie Pravitel'stva RF № 47 ot 28.01.2006 g.(Text)* [Russian Federation. Russian Federation Government Resolution № 47 of 28.01.2006. (Text)].

2. Feist B. *Osnovnye polozhenija po proektirovaniju passivnyh domov* [Highlights of the design of passive houses]. Moscow, 2008, 144 p., ISBN 978-5-93093-619-3, 3-935243-00-6.

3. Podolyan L. A. *Jenergojeffektivnost' zhilyh zdanij novogo pokolenija (avtoref. kand. dis.)* [Residential energy efficiency of new generation (Cand. Dis.Thesis)]. Moscow, 2005, 28 p.

4. *Russian Federation. Zakon 23.11.2009 g. №261-FZ.«Rossijskaja gazeta» ot 27 nojabrja 2009* [Russian Federation. Law 23.11.2009 № 261-FZ. "Rossiyskaya Gazeta" on November 27, 2009]. Available at: http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html

5. *Russian Federation. Pravitel'stvo g. Moskvy. Postanovlenie 28.10.2008 g. №1012-PP. «Vestnik Mjera i Pravitel'stva Moskvy»* [Russian Federation. The government of Moscow. Resolution of 28.10.2008, № 1012-PP. "Bulletin of the Mayor and the Moscow City Government."]. Available at: http://www.mos.ru/documents/index.php?id_4=112416

6. *Russian Federation. Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 13 nojabrja 2009 g. №1715-r. (Text)* [Russian Federation. Order of the Government of the Russian Federation of November 13, 2009 № 1715-p. (Text)].

7. Beregovoj A.M. *Jenergojekonomichnye i jenergoaktivnye zdanija* [Energy efficient and energy activity buildings]. Penza, 1997, 155 p.

8. Golovanova L.A. *Osnovnye aspekty territorial'nogo jenergosberezhenija* [The main aspects of territorial economy of energy]. Habarovsk, 2002, 115 p.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Д.И. Марков
Аспирант, кафедра «Реставрация и реконструкция архитектурного наследия», Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия
e-mail: denis.markov.arch@gmail.com

DATA ABOUT THE AUTHOR

D. Markov
Post-graduate student, chair “Restoration and Reconstruction of Architectural Heritage”, the Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, Russia
e-mail: denis.markov.arch@gmail.com