

УДК 728

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

И. В. Слимак, М. П. Диндиенко, Н. В. Сергеева

Аннотация. Статья посвящена анализу отечественного и международного опыта проектирования и строительства энергоэффективных зданий. Исследованы предпосылки появления технологий энергоэффективных зданий (ЭЗ) и проанализированы подходы к их проектированию и строительству.

Ключевые слова: энергоэффективные технологии, архитектура, отечественный и международный опыт.

Основные понятия, используемые в статье

Энергоэффективность – эффективное использование энергетических ресурсов, т. е. достижение экономически оправданной эффективности использования (ТЭР) при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении требований охраны окружающей среды.

Энергосбережение – является частным случаем мер по повышению энергоэффективности, в результате которого затраты, вызывающие полезный эффект, уменьшаются, уменьшается знаменатель в формуле и, соответственно, растет энергоэффективность.

Схематично разницу между повышением энергоэффективности и энергосбережением можно выразить следующим образом: энергосбережение – это уменьшение затрат энергии при сохранении исходного полезного продукта, а энергоэффективность – увеличение полезного продукта при сохранении исходных затрат энергии [1].

Альтернативные источники энергии – возобновляемые ресурсы, заменяющие собой традиционные (нефть, природный газ и уголь), которые при сгорании выделяют в атмосферу углекислый газ, способствующий росту парникового эффекта и глобальному потеплению [2].

Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР) являются необходимым условием существования современной цивилизации. Однако случившийся в 70-х гг. XX в. мировой энергетический кризис обратил внимание общества на следующие проблемы.

1. Проблему получения энергетических ресурсов. Стало очевидным, что обычные источники не безграничны. Дальнейшая добыча невозобновляемых природных источни-

ков энергии в скором времени может привести к новому энергетическому кризису.

2. Привычные энергоносители оказывают негативное воздействие на окружающую среду, к тому же, они довольно дорогие [1]. Возникла необходимость поиска иных источников энергии. Альтернативных источников энергии (АИС) нашлось немало – солнечная, ветровая, геотермальная, биологическая, водородная, атомная и их разновидности. Однако широкое распространение АИС получило в основном только на государственных и международных уровнях. Применение альтернативной энергии на уровне небольших объединений или семьи – очень редкое явление из-за дороговизны и сложности эксплуатации. Выходом из сложившейся ситуации как раз и являются энергосберегающие технологии, в частности жилых зданий.

Актуальность проблемы энергосбережения особенно высока для стран с высокоразвитой экономикой и в первую очередь – для стран Европы, где до 70 % энергопотребления удовлетворяется за счет импорта [2].

В европейских странах на энергопотребление зданий расходуется 20-22 % от общего потребления тепловой энергии, а в России – 43-45 %. Материалы и конструкции, из которых возводят здания, не полностью препятствуют потерям тепла, а энергетические ресурсы из общих систем большинства городов России добываются из невозобновляемых природных ресурсов, загрязняющих природную среду. Всё вышесказанное свидетельствует о том, что в России существует значительный потенциал энергосбережения [3].

За последние 30 лет мировое энергопотребление выросло почти в два раза и составило в 2010 году 12,3 млрд. т. у. т. Среднего-

довые темпы прироста мирового энергопотребления составили 1,90 т н.э. в год [4].

Учитывая естественную ограниченность мировых запасов ТЭР при существующих объемах и темпах роста потребления, очевидной является возможность возникновения их дефицита в обозримом будущем, лет через 30-50. В связи с этим одним из приоритетных направлений в развитии мировой экономики является ограничение темпов роста потребления энергетических ресурсов за счет повышения энергоэффективности объектов в строительстве, внедрения энергосберегающих технологий и материалов.

Цель исследования – провести анализ отечественных и международных аналогов проектирования и строительства энергоэффективных зданий.

Задачи исследования

- изучить предпосылки появления технологий проектирования и строительства энергоэффективных зданий;
- изучить отечественный опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий;
- изучить международный опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий.

Энергетическая стратегия энергосбережения в зданиях должна строиться на формировании и реализации стимулов экономного использования природных ресурсов. Главным мотивом энергосбережения должно быть сохранение окружающей естественной среды и даже ее улучшение, а также защита интересов будущих поколений в сохранении традиционных природных источников энергии.

Строительство энергоэффективных зданий является молодой отраслью, и за последние годы оно претерпело не столь значительные изменения.

Изучение и решение проблем энергосбережения стали мощным импульсом к появлению объектов на основе различных *подходов проектирования и строительства с применением энергетически эффективных технологий.*

В основе концепций таких подходов лежит идея того, что *качество окружающей нас среды оказывает непосредственное влияние на качество нашей жизни* как дома, так и на рабочем месте или в местах общего пользования, составляющих основу наших городов.

Концепции имеют собственное наименование. Наиболее известные из них:

Пассивное здание (passive building) **(или энергоэффективное** (energy efficient)) – здание, основной особенностью которого яв-

ляется отсутствие необходимости центрального отопления или его малого потребления за счёт использования нетрадиционных (возобновляемых) источников энергии. Также в таком здании применяются технологии по уменьшению теплопотерь.

Умное здание (smart building) – здание использующее технологию, которая обеспечивает безопасность, энергосбережение и комфорт для всех пользователей. Такая технология подразумевает слаженную работу системы отопления и кондиционирования, а также контроль факторов, влияющих на необходимость включения или отключения указанных систем. Иными словами, в автоматизированном режиме в соответствии с внешними и внутренними условиями задаются и отслеживаются режимы работы всех инженерных систем и электроприборов.

Активное здание (англ. Active House) – здание, объединяющее в себе комплекс решений института пассивного здания и технологий «умного дома», ставящее перед собой цель – создание максимального комфорта и качества проживания путём эффективного использования природных энергоресурсов и современных технологий. Благодаря этому, удаётся создать дом, который не только тратит мало энергии, но ещё и грамотно распоряжается той, которую вынужден потреблять [3].

Экологически здоровое здание (healthy building), (часто путается с экодомом) – здание, в котором приоритетность при выборе технологий имеют технические решения, способствующие улучшению микроклимата помещений и защите окружающей среды, построенные с применением экологически чистых строительных материалов.

Экологически нейтральное здание или экодом (ecohouse) – здание, объединяющее в себе характерные черты и комплекс мер (в той или иной мере) пассивного здания, «умного дома», активного здания и экологически здорового здания.

Отличительные черты энергоэффективного здания:

- компактность и хорошая изоляция наружных ограждающих частей здания, в 2-3 раза превышающая нормативные показатели сопротивления теплопередаче;
- энергоэффективное остекление с сопротивлением теплопередачи оконных конструкций не менее 0,8 м С/Вт;
- воздухопроницаемость с допустимой утечкой воздуха через неплотные соединения не выше 0.6 объема помещения в час;

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

- пассивное предварительное нагревание свежего воздуха, поступающего в дом по подземным трубам, предварительно нагреваясь от соприкосновения с почвой почти до 5°C даже в холодные зимние дни;
- высокоэффективный воздухообмен: более 80 %;
- применение термической массы из теплоаккумулирующих материалов для сохранения тепла в холодные ночи и для поддержания прохлады в жаркие дни.

Современное здание, с точки зрения эффективности, характеризуется потребительскими системами показателей. Одна из главных потребительских систем показателей здания – система показателей энергетической эффективности здания. Экономия энергоресурсов достигается за счет применения инновационных решений, технически осуществимых, экономически обоснованных, приемлемых с экологической и социальной точек зрения и не изменяющих привычный образ жизни.

Международный опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий

Концепция "Passive House" (пассивный дом) была совместно разработана в мае 1988 г. доктором Вольфгангом Файстом, профессором Бо Адамсоном (Университет в г. Лунд, Швеция).

Первым реализованным энергоэффективным или пассивным было здание в г. Дармштадт, р-н Кранихштайн, в 1991 г.

Это здание нуждается в столь малом количестве тепла, что можно было бы действительно отказаться от отдельной системы отопления. Теплоизоляция и рекуперация тепла являлись решающими компонентами. Дополнительно к этому были применены солнечные коллекторы для нагрева горячей воды и грунтовый теплообменник для предварительного нагрева свежего воздуха. Крыша покрыта гумусом, а наружные стены были отделаны минеральной штукатуркой. Также в доме была качественно выполнена теплоизоляция: теплоизоляционный слой был отделен от внутренних помещений благодаря сплошной внутренней штукатурке и пароизоляционному слою, выполненному без разрывов. Теплоизоляционная оболочка имеет высокие теплотехнические свойства уже 15 лет. Важным фактором теплоизоляции также являлось тройное остекление окон (рисунок 1).

Именно благодаря высокой оценке экспертов и хорошим результатам этого проекта с 1996 года началось активное внедрение направления энергоэффективных зданий [4].



Рисунок 1 – Первый пассивный дом. Дармштадт, р-н Кранихштайн, Германия. 1991 г.

В 1979 году было построено энергоэффективное здание в Отаниеми (Otaniemi) близ Хельсинки. Авторами проекта стали инженеры фирмы, работавшие под руководством архитектора Хеймо Каутонена. Энергосберегающие решения были разработаны талантливым финским ученым Юхой Габриэльсоном (рисунок 2).



Рисунок 2 – Энергоэффективное здание "EKONOhouse", Финляндия (1973-1979 гг.). Архитектор Хеймо Каутонен

Теплоизоляция ограждающих конструкций имеет значительно улучшенные характеристики, что также приводит к уменьшению теплопотерь. Кроме того, сами ограждающие конструкции имеют высокую теплоемкость, за счет чего повышена теплоустойчивость здания, накапливается тепло.

Вентилируемые окна имеют одинарное стекло во внутреннем переплете и трехслойный стеклопакет в наружном переплете. В нижней части внутреннего переплета имеется узкое входное отверстие. Через него воздух из помещения попадает в межстекольное пространство, где забирает на себя значительную часть тепловой энергии солнечной радиации. То есть вентилируемые окна работают как солнечные коллекторы. Они дают возможность использовать для нагрева воздуха до 55 % солнечного тепла.

В основании здания располагается система аккумулирования тепла солнечной радиации, и это снижает нагрузку на отопитель-

ную систему. Здание отличается минимальными утечками воздуха за счет герметизации конструкций [5].

Существует район энергоэффективных зданий, построенных в 2000 г. Он располагается в Германии, г. Фрайбург. Главные достоинства проекта района Вобан относятся к сфере энергоэффективности и альтернативной энергетики (рисунок 3).



Рисунок 3 – Энергоэффективный квартал Вобан (Vauban). Фрайбург, 2000 г.

Все здания очень хорошо утеплены. В них установлены системы рекуперации энергии, которые позволяют «отбирать» энергию у выходящего из дома теплого воздуха. В большинстве домов используют солнечные батареи для производства электричества и солнечные коллекторы для получения горячей воды. В части домов для отопления и производства электричества применяются котлы, где сжигаются деревянные пеллеты. В районе установлены тепловые насосы, позволяющие использовать энергию земных недр.

Основная часть района Вобан – это сотня домов, построенных по стандартам сверхнизкого потребления энергии (стандарт Passivhaus, «Пассивный дом»). Эти здания-термосы настолько хорошо утеплены, что для их обогрева не требуется отопительных систем. По сути, они могут отапливаться за счет солнечной энергии, попадающей через окна, а также энергии, выделяемой людьми и электроприборами [6].

Отечественный опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий

В настоящее время в России существует ряд домов нового поколения, при строительстве которых использовались энергосберегающие конструкции. Одним из первых в России считается проект энергоэффективного дома в микрорайоне Никулино-2 в Москве (рисунок 4).



Рисунок 4 – Энергоэффективный жилой дом в микрорайоне Никулино-2, Москва. 1998-2002 гг.

Проект был реализован в 1998-2002 гг. Его целью было создание и внедрение новейших технологий и оборудования, обеспечивающих, как минимум, двукратное снижение энергозатрат на жильё. Архитекторы и дизайнеры применили новые энергоэффективные конструктивные решения. С помощью использования современных материалов повышена теплозащита конструкций, установлены тепловые насосы, использующие тепло грунта и тепло удаляемого вентиляционного воздуха. В качестве отопительных приборов использованы конвекторы – механическая вытяжная система вентиляции с естественным притоком через воздухозаборные устройства. В результате удалось снизить энергопотери здания на 34 %, а экономия энергии по сравнению с базовым домом составила 45,5 % [7].

Также в городе Бийске Алтайского края состоялся официальный ввод в эксплуатацию энергоэффективного жилого комплекса. Он включает в себя пять трехэтажных домов, в каждом из которых установлено энергосберегающее оборудование и использованы энергоэффективные технологии (рисунок 5).



Рисунок 5 – Энергоэффективный жилой комплекс в г. Бийске

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Объемно-планировочные решения домов обеспечивают максимальное использование солнечной энергии и минимальные теплопотери здания. Дома оснащены накопительными бойлерами, предназначенными для накопления тепловой энергии, полученной за счет автономных источников теплоснабжения. Также имеется система на базе солнечных вакуумных коллекторов, предназначенная для производства горячей воды. В домах установлена теплонасосная система, работающая от тепла грунтовых вод. Эти «умные» дома оборудованы поквартирными датчиками, измеряющими расход всех видов энергии, воды и газа. Также в них производится автоматическое регулирование микроклимата помещений. Кроме того, в домах предусмотрена система раздельного сбора отходов, позволяющая использовать их для дальнейшей переработки. На территории квартала размещен единый центр управления жилым комплексом. В этот квартал переедут 144 семьи, ранее проживавшие в 17 аварийных домах [8].

Строительство первого в городе Барнауле 3-х этажного 19-квартирного энергоэффективного дома осуществлялась при участии Фонда Содействия Развития ЖКХ и Администрации Алтайского края. Генпроектировщик – ООО «Барнаулгражданпроект» при техническом содействии энергетического факультета Алтайского государственного технического университета.

Проектом предусматривалось строительство жилого дома серии «КПД-330» (рисунк 6).



Рисунок 6 – Энергоэффективный дом на ул. Смирнова, 67. г. Барнаул

В основу планировки блок-секций положено конструктивно-планировочное решение десятиэтажных крупнопанельных жилых домов. Для снижения теплопотерь через стены применена система «мокрого» фасада, позволяющая при минимальных затратах обес-

печить высокое сопротивление теплопередачи стен. Светопрозрачные конструкции приняты в деревянном исполнении со стеклопакетами с низкоэмиссионными стеклами (теплоотражающие) на основе нанотехнологий (Роснано). В системе вентиляции дома использовалась механическая приточно-вытяжная система с рекуперацией тепла выходящего воздуха. Источником воды служила система тепловых насосов. Отбор тепла с помощью вертикального теплообменника, расположенного в грунтовом массиве. В АИТ установлено два газовых котла; на крыше дома расположены вакуумные солнечные коллекторы.

Однако дом, сданный в эксплуатацию в 2010 году, не оправдал себя. После ливня 8 июля 2013 года его стали жаловаться на протекающую крышу и ненадлежащее обслуживание оборудования. Причиной всему стала проблема договора с застройщиком [9].

Выводы

1) Исходя из представленных аналогов можно сделать вывод о том, что в последнее время в связи с обострением проблем экономии энергоресурсов и защиты окружающей среды возрос интерес к использованию нетрадиционных видов энергии, таких как солнечная, ветровая энергия и др. Возобновляемые источники энергии: солнце, ветер – с давних пор используются человеком. Солнечная энергия, применяемая в концепциях проектирования современного здания – пассивный дом и солнечный дом – оказывает существенное влияние на снижение потребления энергии от традиционных источников – нагревательных и охладительных устройств.

2) В технологиях энергоэффективного здания применяется комплексный подход, использующий альтернативные источники энергии, и технологии, уменьшающие теплопотери.

3) В статье описаны предпосылки появления энергоэффективных технологий.

4) Исследование отечественной и мировой практики позволило сделать вывод о причинах появления технологий энергоэффективности.

Энергоэффективные здания могут сделать жилищное строительство средством решения многих экологических и энергетических проблем, стоящих перед человечеством. Также при эксплуатации таких объектов средства, затраченные на строительство, окажутся выгодными не только в смысле энергосбережения, но и в смысле сбережения здоровья, а это самый главный наш ресурс.

Список литературы

1. Энергетический кризис и переход на альтернативные источники. – «Экологическая архитектура», 2013.
2. Алексеенко, С. В. Нетрадиционная энергетика / С. В. Алексеенко // Большая российская энциклопедия в 35 т.; гл. ред. Ю. С. Осипов. – М., 2004.
3. Сабакаев, Ю. Энергосбережение в жилых зданиях: опыт строительства многоэтажных энергосберегающих домов в России / Ю. Сабакаев. – АEnergy, 2010.
4. Экзархо, М. Концептуальный проект экожилища / М. Экзархо // Nashekodomo: журнал. – 2003.
5. Современные энергоактивные дома: Строительство и архитектура [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://referatwork.ru/new/source/46594text-46594.html>
6. Эко-строительство в Европе и в России // Зеленый дом: электронный журнал. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://green-dom.info/>

7. Сабакаев, Ю. Энергосбережение в жилых зданиях: опыт строительства многоэтажных энергосберегающих домов в России // АEnergy: журнал. – 2010.

8. Домой // «Строительство и ремонт»: журнал. – Владимир, 2012. – № 32 (330). – С 54.

9. Энергоэффективный дом на ул. Смирнова, 67 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://barnaulgp.ru/projects/energoeffektivnyy-dom-na-ul-smirnova-67/>

Сведения об авторах

Слимак Иван Владимирович, магистрант 1 курса (гр. 8Арх-71) ИнАрхДиз АлтГТУ им. И.И. Ползунова; 656038, Алтайский край г. Барнаул, пр-т Ленина, 46; e-mail:ivan-slimak@mail.ru

Диндиенко Михаил Петрович, член СА РФ, член СД РФ, доцент кафедры АрхДиз АлтГТУ им. И.И. Ползунова; e-mail: instibox@mail.ru

Сергеева Наталья Владимировна, доцент кафедры АрхДиз АлтГТУ им. И.И. Ползунова; 656038, Алтайский край г. Барнаул, ул. Аванесова, 132, б.