

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ

Ю. А. Табунщиков
М. М. Бродач
Н. В. Шилкин



Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ

Москва
АВОК-ПРЕСС
2003

Авторы выражают искреннюю благодарность фирме «Арктика» за помощь в подготовке настоящего издания и в осуществлении замысла создания книги для самого широкого круга специалистов.



Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин
Энергоэффективные здания. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. — 200 с.

Приведены описания наиболее известных энергоэффективных зданий, построенных в различных странах мира в период с 1972 года по настоящее время: жилых, общественных, высотных, спортивных, учебных, больничных, а также поселка городского типа. Рассматриваются архитектурные, инженерные и технологические энергоэффективные решения, в том числе с использованием тепла солнечной радиации и тепла земли. Приведены научные основы проектирования энергоэффективных зданий.

Книга предназначена для широкого круга специалистов: архитекторов, инженеров, научных сотрудников, проектировщиков, преподавателей и студентов высших и средних учебных заведений, инвесторов, строителей и эксплуатационников.

Все права на книгу принадлежат издательству «АВОК-ПРЕСС» и авторам. Ничто из нее полностью или частично не может быть перепечатано, заложено в компьютерную память или скопировано в любой форме без письменного разрешения владельца.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
РАЗДЕЛ I	
ПЕРВЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ	8
Первое демонстрационное энергоэффективное здание, Манчестер, Нью-Хэмпшир, США	8
Здание «EKONO-house», Отаниеми, Финляндия	26
РАЗДЕЛ II	
ЖИЛЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ	36
Многоэтажный жилой дом в Никулино-2, Москва, Россия	36
Опыт реконструкции многоквартирных жилых домов в Дании	48
Экспериментальный жилой район VIIKKI, Хельсинки, Финляндия	60
РАЗДЕЛ III	
ВЫСОТНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ	76
Высотное здание «Commerzbank», Франкфурт-на-Майне, Германия	76
Высотное здание «MAIN TOWER», Франкфурт-на-Майне, Германия	94
РАЗДЕЛ IV	
ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ	102
Спорткомплекс «Sapporo Dome», Саппоро, Япония	102
Учебный центр по изучению окружающей среды «Adam Joseph Lewis Center», Оберлин, Огайо, США	112
Энергоэффективные здания больниц	126
Энергоэффективные здания лабораторий	144
РАЗДЕЛ V	
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ ...	160
РАЗДЕЛ VI	
ЭСКИЗ-ИДЕИ СТУДЕНТОВ МАрхИ «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЗДАНИЕ»	178
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	192

Интересно то искусство,
которое касается тайны.

Андрей Тарковский

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Энергоэффективные здания» как новое направление в экспериментальном строительстве появились после мирового энергетического кризиса 1974 года. Они явились ответом на критику специалистов Международной энергетической конференции (МИРЭК) ООН о том, что современные здания обладают огромными резервами повышения их тепловой эффективности, но исследователи недостаточно изучили особенности формирования их теплового режима, а проектировщики не умеют оптимизировать потоки тепла и массы в ограждениях и здании¹. В том же докладе специалистов МИРЭК была сформулирована главная идея экономии энергии²: энергоресурсы могут быть использованы более эффективно путем применения мер, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, а также приемлемы с экологической и социальной точек зрения, то есть вызывает минимум изменений привычного образа жизни.

Проект первого энергоэффективного здания начал осуществляться в 1972 году в Манчестере, штат Нью-Хэмпшир, США (Раздел I) архитекторами Николасом Исааком (Nicholas Isaak) и Эндрю Исааком (Andrew C. Isaak). В этот период угроза энергетического кризиса еще не пестрела в заголовках газет и статей, но уже чувствовалось «его дыхание»: время дешевой энергии прошло. Энергопотребление зданий, которое не было определяющим показателем в прошлом, стало доминирующим критерием качества проекта.

Второе здание, которое было запроектировано и построено как энергоэффективное, — это здание «EKONO-house» в г. Отаниеми, Финляндия (Раздел I). По концепции своего создания это были экспериментальные лаборатории, в которых предстояло оценить эффективность архитектурных, инженерных и технологических мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов, потребляемых зданиями.

Важно отметить, что уже 30 лет назад в обоих зданиях было предусмотрено использование тепла солнечной радиации и возможностей компьютерной техники для управления инженерным оборудованием. Первая тенденция продолжает успешно развиваться, в том числе даже в такой северной стране, как Финляндия, — например, в экспериментальном строительстве жилого района VIIKKI, Хельсинки, Финляндия (Раздел II), а вторая тенденция выросла в крупное направление в инженерии зданий, получившее название «Интеллектуальные здания» (Раздел V).

С течением времени изменялся и расширялся объект изучения: эффективность использования энергии в энергоэффективном здании. Если в самом начале строительства энергоэффективных зданий, вплоть до начала 90-х годов, основной интерес представляло изучение мероприятий по экономии энергии, то уже в середине 90-х годов центр тяжести переносится на изучение проблемы эффективности использования энергии и приоритет отдается тем энергосберегающим решениям, которые одновременно способствуют повышению качества микроклимата. Впрочем, качество микроклимата в этот период уверенно выходит на первый план по сравнению с энергосбережением.

¹ Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 года. М.: Энергия, 1980.

² Там же. С. 136.

В основе концепции проектирования современных зданий 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. Такое выделение социальных аспектов является признанием того, что архитектура и строительство развиваются на основе потребностей людей — духовных и материальных. Эта концепция ярко выражена в проекте жилого района VIIKKI, Хельсинки, Финляндия (Раздел II).

На этом, однако, не прекратилось расширение объекта изучения. Чрезвычайно важно — может быть, это самая главная идея для архитектуры и строительства XXI века — природа не пассивный фон нашей деятельности: в результате человеческой деятельности может быть создана новая природная среда, обладающая более высокими комфортными показателями для градостроительства и являющаяся в то же время энергетическим источником для систем климатизации зданий. Эта идея получила свое выражение в проекте учебного центра по изучению окружающей среды «Adam Joseph Lewis Center», Оберлин, Огайо, США (Раздел IV).

Выдающийся архитектор сэра Норман Фостер (Sir Norman Foster) пишет: «Проблемы окружающей среды воздействуют на архитектуру на каждом ее уровне. Половина потребления энергии в развитых странах приходится на здания, и еще четверть — на транспорт. Архитекторы не могут решить все мировые экологические проблемы, но мы можем проектировать здания, требующие только часть потребляемой ныне энергии, кроме того, благодаря надлежащему градостроительному планированию мы можем влиять на транспортные потоки. Расположение и функциональное назначение сооружения, его конструктивная гибкость и технологический ресурс, ориентация, форма и конструкция, его системы обогрева и вентиляции, характеристики используемых при строительстве материалов — все эти параметры влияют на количество энергии, требующейся для возведения, эксплуатации и технического обслуживания здания, а также для транспорта, движущегося к нему и от него». Это понимание гармонии окружающей среды и архитектуры сэра Норман Фостер выразил в выдающемся проекте энергоэффективного строительства — высотном здании «Commerzbank» во Франкфурте-на-Майне, Германия (Раздел III), которое является не только новым достижением в архитектуре и инженерии высотных зданий, но открывает новое направление в общей истории мирового строительства.

Логическим завершением этапов развития энергоэффективных зданий стала практика строительства «Sustainable building», которая сегодня вызывает большой интерес у специалистов всех стран. Буквальный перевод «Sustainable building» означает «поддерживающее здание», но по своему смыслу это «жизнесохраняющее здание», то есть здание, которое находится в равновесии с природой и человеком. «Sustainable building» — это обширная дисциплина, рожденная как альтернатива стремлению человека «покорить» природу, что, к несчастью, осуществлялось путем ее разрушения и истощения, и желанием создать искусственную среду своего обитания. Эта дисциплина включает в себя изучение возможности использования экологически чистых возобновляемых источников энергии, оптимального использования затребованной энергии, сохранения водных ресурсов, применения строительных материалов повторного использования, улучшения качества среды обитания человека. Но изучение отдельных аспектов этой проблемы оказывается недостаточным — необходимо в комплексе изучить здание и окружающую среду, их экологическое и энергетическое состояние как единого целого. Очевидно, что это является главной целью теории и практики «Sustainable building». Хочется предположить, что в результате этого изучения будут выявлены некоторые «предельные состояния», нарушать которые строительная отрасль не должна ни при каких условиях. Эти «предельные состояния» будут включать в себя выделение газов, приводящих к парниковому эффекту, потребление и загрязнение водных ресурсов, строительный и бытовой мусор и т. д. Эти показатели были определяющими при оценке экологической и энергетической эффективности проектов жилого района VIIKKI, Хельсинки, Финляндия (Раздел II). Знание этих «предельных состояний» должно явиться основой для корпоративных соглашений — международных

стандартов, которые позволят народам, живущим в разных природных условиях, в различных экономических, политических и социальных системах, объединить усилия для преодоления общих трудностей.

К настоящему времени в мире построено огромное количество энергоэффективных зданий, но, к сожалению, они не стали образом архитектуры конца XX века. Здесь есть вина всех: и архитекторов, и строителей, и инвесторов, и, в первую очередь, государства. Главная роль в поддержке и финансировании строительства демонстрационных энергоэффективных зданий должна принадлежать государству, потому что реализация этих проектов связана с защитой окружающей среды, повышением качества среды обитания человека, сохранением природных богатств — защитой интересов будущих поколений. Архитекторы раскрыли красоту стекла, камня, дерева, металла и даже бетона и построили много замечательных зданий из этих материалов. Но только отдельные из них смогли понять энергоэффективное здание как новый шаг в архитектуре с явными элементами искусства. Для инженеров проектирование энергоэффективных зданий требует индивидуального подхода и большого количества междисциплинарных знаний. Инвесторы как заказчики строительного объекта ставят своей целью построить здание как можно дешевле и продать его как можно дороже. В последние годы из-за конкуренции между инвесторами появляется необходимость в строительстве более привлекательных с точки зрения покупателя зданий, которые существенно экономичнее в эксплуатации, более комфортны для проживания, обладают повышенными показателями безопасности.

Разрыв между практикой строительства энергоэффективных зданий и научными основами их создания и проектирования стал совершенно нетерпимым в наши дни, а порой носит спекулятивный характер. Часто энергоэффективное здание представляется как несколько независимых инновационных энергосберегающих решений. При этом оказывается невыявленным то обстоятельство, что эти независимые решения могут взаимно снижать их первоначальную эффективность, а в некоторых случаях даже приводить к отрицательному эффекту.

В наше время техника и технология меняются настолько быстро, что «опыт» просто не успевает накапливаться, а «здравый смысл» легко может обмануть, если он не опирается на научный метод поиска наилучшего решения. В современной науке методом поиска наилучшего решения является «системный анализ» — это дисциплина, занимающаяся проблемами принятия решения в условиях, когда выбор альтернативы требует анализа сложной информации различной физической природы. Очевидно, что «системный анализ» должен явиться основой методологии современного проектирования энергоэффективных зданий.

Научные основы проектирования энергоэффективных зданий, предлагаемые в Разделе V, являются оригинальными разработками Ю. А. Табунщикова и М. М. Бродач. Они основываются на рассмотрении здания и окружающей природной среды как единой энергетической системы. В соответствии с принципами системного анализа проектирование энергоэффективного здания рассматривается как оптимизация взаимосвязанных энергетических подсистем, описываемых математическими моделями.

При создании настоящей книги авторы руководствовались следующими соображениями:

- дать широкому кругу специалистов информацию о наиболее известных энергоэффективных зданиях различного технологического назначения, построенных в различных климатических условиях;
- показать, что архитектура и строительство вступают в совершенно новый этап своей истории, что появление и развитие энергоэффективных зданий есть отражение глобальных проблем развития общества начиная с середины XX века;
- показать, что энергоэффективные здания как симбиоз творчества архитектора и инженера достигают в этом союзе вершин произведения искусства;
- поделиться со специалистами собственными теоретическими разработками в области создания энергоэффективных зданий с надеждой найти соратников по их развитию.

Материалом для создания этой книги послужили научно-технические статьи, рекламные брошюры, материалы из Интернета, посещения авторами описанных в книге объектов и беседы с архитекторами, инженерами и эксплуатационниками.

Авторы хотели бы предупредить заинтересованного читателя, что книга охватывает только незначительную часть энергоэффективных зданий, построенных в мире, например, не приведены примеры зданий театров, музеев, коттеджей, промышленных зданий, аэропортов и т. д. Такие здания существуют и безусловно представляют интерес. Книга также не содержит рабочих чертежей инновационных энергосберегающих решений, их технико-экономического обоснования и тем более рабочих чертежей систем теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования описанных объектов. Вместе с тем при необходимости, зная наименование объектов и место их расположения, заинтересованный специалист может посетить этот объект и получить необходимую дополнительную информацию.

Литература по энергоэффективным зданиям сегодня насчитывает тысячи наименований. Например, авторы обнаружили более 100 статей, посвященных зданию «Commerzbank» во Франкфурте-на-Майне. Авторы не ставили перед собой задачи составить полный перечень литературы по энергоэффективным зданиям. В разделе «Список литературы» приводятся только основные публикации, которые касаются объектов, упомянутых в данной книге.

Авторы имеют удовольствие выразить глубокую благодарность своим многочисленным коллегам, которые помогли познакомиться с объектами и предоставили материалы по их техническому содержанию. Особую благодарность необходимо выразить талантливому финскому инженеру и ученому Юхе Габриэльсону (Juha Gabrielsson), с которым проф. Ю. А. Табунщикова связывает тридцатилетняя творческая дружба и который предоставил многочисленные материалы по энергоэффективным объектам Финляндии, проф. Петеру Петерсену (Peder Vejsig Pedersen) из Дании, который любезно предоставил авторам материалы, отчет по исследованиям реконструированных многоквартирных жилых домов в Копенгагене, проф. Тору Машида (Toru Mochida), Япония, оказавшему содействие в посещении спортивного комплекса в Саппоро, инженеру Петеру Мюшелькнауцу (Peter Muschelknautz), который участвовал в проектировании и строительстве высотного здания «Commerzbank» во Франкфурте-на-Майне, организовал для авторов посещение комплекса и провел техническую экскурсию по зданию, инженерам Рите и Джиму Уолтонам (Rita и Jim Walton), США, которые проявили искреннюю заинтересованность в работе авторов и организовали экскурсию на первый энергоэффективный дом в Манчестере, а также Уле Фангеру (Øle P. Fanger), Дания, Сэму Тейлору (Sam Taylor), США, Эско Таhti (Esko Tahti), Финляндия, и своим российским коллегам за обстоятельное обсуждение материалов книги.

Авторы много лет собирали материал для этой книги, о достоинствах и недостатках которой будут судить заинтересованные читатели. Авторам остается только ждать их комментариев и оценок.

Сведения об авторах:

Табунщиков Юрий Андреевич — доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии архитектуры и строительных наук, заведующий кафедрой Московского архитектурного института.

Бродач Марианна Михайловна — кандидат технических наук, доцент Московского архитектурного института.

Шилкин Николай Васильевич — инженер НИИСФ, преподаватель Московского архитектурного института.

Табунщиков Юрий Андреевич
Бродач Марианна Михайловна
Шилкин Николай Васильевич

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ

Издание подготовлено компьютерным центром
издательства «АВОК-ПРЕСС»
107031, Москва, ул. Рождественка, д. 11, «АВОК-ПРЕСС»
Тел.: (095) 921-8048, 921-7286
www.abok.ru

Дизайн и компьютерная верстка *Р. Сурин*
Корректор *Ю. Халилова*

Подписано к печати 06.03.2003.
Бумага мелованная. Гарнитура «Ньютон».
Печать офсетная. Тираж 5 000 экз.

© Издательство «АВОК-ПРЕСС», 2003

Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО «ИВАН ФЕДОРОВ»,
191119, Санкт-Петербург, ул. Звенигородская, д. 11.