

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ РАЙОНОВ

Ю.А. Табунщиков

Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

Аннотация

Идея строительства демонстрационных энергоэффективных районов или поселков родилась и развивалась практически одновременно с идеей строительства отдельных демонстрационных энергоэффективных зданий, и в конце 1970-х – начале 1980-х годов, появились первые энергоэффективные поселки – Керава в Финляндии, молодежные поселки вблизи города Сакраменто в США. По сравнению со строительством отдельных демонстрационных энергоэффективных зданий, строительство энергоэффективных районов или поселков позволяет на принципиально более высоком уровне изучить в реальных условиях энергосберегающие технологии, а также их взаимосвязь с экологическими и социальными условиями. В настоящей статье рассматриваются социальные, экологические и энергетические требования, которым должны отвечать проекты энергоэффективных поселков и жилых районов, а также критерии, по которым можно оценить эти проекты.

Ключевые слова: энергоэффективные здания, качество микроклимата, экологическая безопасность жилища, потребительские качества здания

PRINCIPLES OF FORMATION OF ENERGY EFFICIENT SETTLEMENTS

Yu. Tabunschikov

Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

Abstract

The first energy-efficient settlements appeared in the late 1970's - early 1980's. Energy-efficient settlements allow to study the energy-saving technologies in real conditions. We also studied the ratio between the energy saving and ecological and social conditions. In this article the social, environmental and energy requirements for energy-efficient settlements are presented. Article also presents the criteria for assessment the quality of energy efficient settlements.

Keywords: energy efficient buildings, indoor air quality, environmental safety

После мирового энергетического кризиса 1974 года в мировой строительной и архитектурной практике уделяется огромное внимание проблеме экономии топливно-энергетических ресурсов, затрачиваемых на теплоснабжение зданий. Появилось большое количество зданий, микрорайонов и даже архитектурно-строительных зон, которые были запроектированы и построены на основе различных концепций энергетически эффективных и экологически чистых технологий.

Если в самом начале строительства энергоэффективных зданий, вплоть до начала 1990-х годов, основной интерес представляло изучение мероприятий по экономии энергии, то уже в середине 1990-х годов центр тяжести переносится на изучение проблемы эффективности использования энергии и приоритет отдается тем энергосберегающим решениям, которые одновременно способствуют повышению качества микроклимата. Все большее внимание уделяется потребительским качествам здания: помимо энергетической

эффективности и качества микроклимата, это проблемы экологической безопасности, гармонизации здания с окружающей средой, интеллектуализации зданий. Тем не менее, сегодня во всем мире при конкурсной оценке проектов вопросы обеспечения качества микроклимата и энергоэффективности здания являются определяющими.

Остановимся несколько подробнее на содержании терминов, характеризующих потребительские качества здания.

«Энергетическую эффективность здания» принято характеризовать сегодня величиной удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в холодный и переходный периоды года. Однако этот показатель следовало бы понимать значительно шире, имея в виду установочную мощность системы отопления, затраты энергии на кондиционирование воздуха помещений в течение летнего периода, установочную мощность системы охлаждения и, наконец, затраты энергии на климатизацию помещения в годовом периоде.

Термин «системы обеспечения качества микроклимата» включает в себя устройства и оборудование для обеспечения санитарно-гигиенических показателей помещения: температуры, влажности, подвижности и газового состава воздуха, радиационной температуры помещения.

Термин «Гармонизация здания с естественной окружающей средой» означает, что здание – как некоторое искусственное образование в этой среде – должно не только не разрушать или сохранять ее, но даже стремиться к улучшению этой среды. Минимум показателей влияния здания на окружающую среду включает выделение углекислого газа от сжигания топлива или бытового газа, количество сточных вод, бытовой мусор.

Термин «экологическая безопасность жилища» включает в себя систему показателей, значимость которых постоянно возрастает вместе с ростом знаний о радиационной активности строительных материалов и об их влиянии на самочувствие и здоровье людей, о поступлении радона, об аэрозолях и других загрязняющих веществах.

Термин «интеллектуализация здания» в соответствии с содержанием данной статьи включает в себя уровень автоматизации систем обеспечения микроклимата помещений. Однако учитывая сегодняшнюю обстановку, содержание данного термина следует дополнить требованиями к автоматизации систем пожароповещения и тушения, безопасности и защиты от террористических актов.

В основе концепции проектирования современных зданий лежит идея того, что качество окружающей нас среды оказывает непосредственное влияние на качество нашей жизни дома, 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 – как духовных, так и материальных. Эта концепция получила яркое выражение в проектах энергоэффективных жилых поселков и районов.

Сама идея строительства демонстрационных энергоэффективных районов или поселков родилась и развивалась практически одновременно с идеей строительства отдельных демонстрационных энергоэффективных зданий. Именно в то время, в конце 1970-х – начале 1980-х годов, появились поселок Керава в Финляндии или молодежные поселки вблизи города Сакраменто (штат Калифорния, США).

Строительство энергоэффективных районов или поселков по сравнению со строительством отдельных демонстрационных энергоэффективных зданий позволяет на принципиально более высоком уровне изучить в реальных условиях энергосберегающие технологии, а также их взаимосвязь с экологическими и социальными условиями. Архитекторам и инженерам, обычно связанным ограниченными возможностями одного здания, в данном случае обеспечиваются условия, и предоставляется возможность дать волю своей

фантазии и «проиграть» систему энергосберегающих решений с учетом технических и экономических возможностей проекта.

Мировой опыт строительства различных энергоэффективных зданий показал, что нелегко убедить клиента в необходимости сохранения энергии, поскольку внедрение энергосберегающих мероприятий обычно требует дополнительных затрат. Даже если эти затраты окупятся в 10-летний период, клиенту это кажется слишком долго. Поэтому при строительстве энергоэффективных поселков и жилых районов применяется такой подход, когда речь идет не только об экономии энергии, но и об экологическом и социальном аспектах, о долговременности строительства, его влиянии на окружающую среду, то есть о так называемом жизнеподдерживающем (sustainable) строительстве.

Среди потребительских качеств здания будущий владелец, как правило, будет выделять один главный для него потребительский показатель – чаще всего это, безусловно, качество микроклимата помещений. Если же на первый план выдвигается необходимость экономии энергии, то в качестве главного показателя будет выбрана система показателей энергетической эффективности здания. Естественно, что выбор главного потребительского показателя не исключает необходимость и целесообразность учета других потребительских показателей здания.

Целью строительства демонстрационных энергоэффективных поселков и жилых районов является, в том числе, выявление эффективности энергосберегающих технологий в реальных условиях во взаимосвязи с экологическими и социальными аспектами.

Можно сформулировать следующие социальные, экологические и энергетические требования, которым должны отвечать проекты энергоэффективных поселков и жилых районов:

1. Социальные требования:

- создание городской архитектуры, обеспечивающей высокое качество среды обитания людей;
- сохранение окружающей среды;
- экономичность при поддержании жизненного цикла.

2. Экологические и энергетические требования:

- отказ от использования технологических процессов и источников энергии, загрязняющих окружающую среду;
- сокращение использования природного топлива;
- увеличение объема использования возобновляемых источников энергии;
- повышение качества микроклимата помещений;
- утилизация тепла и повторное использование водных ресурсов.

Для оценки проектов обычно используются методы, основанные на рассмотрении главных факторов, включенных в понятие «sustainable building»: влияние проекта на окружающую среду, степень загрязнения и затраты энергии за период жизненного цикла зданий. Рассмотрим содержание критериев, позволяющих оценить выполнение социальных, экологических и энергетических требований.

Создание городской архитектуры, обеспечивающей высокое качество среды обитания людей

Эту категорию требований обеспечивают такие критерии, как доступность общественного транспорта, которая определяется как дальность пешеходного подхода до остановки общественного транспорта. Критерий доступности объектов социально-бытовой инфраструктуры может быть выражен как общее число объектов торговли, связи, бытовых, банковских услуг и аптек, объектов здравоохранения, и образования. Отдельно оценивается количество таких объектов непосредственно в здании. Оценивается обеспеченность придомовой территории физкультурно-оздоровительными, спортивными сооружениями и игровыми площадками. Важный в современных условиях критерий – обеспеченность стоянками для автомобилей.

Озелененность территории может быть определена как отношение площади озелененной придомовой территории к общей площади придомовой территории. Может быть использовано и озеленение непосредственно самого здания, которое оценивается как доля площади сада на крыше или озелененной крыши в общей площади кровли, наличие элементов вертикального озеленения (трельяжи, шпалеры, перголы), наличие «зимнего сада» с элементами мобильного озеленения (цветочницы, вазоны).

Близость водной среды определяется наличием не заболоченных естественных водных объектов и искусственных водных объектов на придомовой территории, таких, как открытый бассейн, искусственный пруд с проточной водой, фонтан, декоративный водоем (водопад). Инсоляция прилегающей территории, защищенность придомовой территории от шума и инфразвука, защищенность от ионизирующих и электромагнитных излучений может быть определена в ходе инженерно-экологических изысканий.

Визуальный комфорт может быть определен методом экспертных оценок, по субъективным оценкам отсутствия монотонности пейзажа, фасадов, крыш, окон, интерьеров. Качество архитектурного облика здания также определяется методом экспертной оценки гармонии здания с внешней застройкой, соответствия функциональному назначению, оригинальности, эстетичности, идеальности цветовых решений. Оценивается соответствие облика здания окружающей застройке, функциональному назначению и эстетическим предпочтениям, оригинальность, уникальность, новизна архитектуры и эстетическое совершенство.

Здесь же можно оценить оптимальность формы и ориентации здания. Этот критерий показывает, насколько хорошо архитектору или инженеру удалось использовать положительное и минимизировать отрицательное влияние наружного климата. Оценка оптимальности формы и ориентации здания может быть выполнена в соответствии с методикой [1].

Сохранение окружающей среды

Эту категорию требований определяют критерии, которые позволяют обеспечить качество санитарной защиты и утилизации отходов (например, в здании могут быть предусмотрены автоматизированные системы антибактериальной обработки – УФ-установки, озонирование); качество организации сбора и утилизации отходов (организация первичной сортировки отходов, система утилизации использованных ртутных отходов).

Другая категория требований определяется минимизацией воздействия материалов, используемых в строительстве, на экологию окружающей среды. При строительстве должна быть использована определенная доля экологически сертифицированных (маркированных) строительных материалов и конструкций. Необходимо повышать долю местных строительных материалов, вторичного сырья и материалов, а также изделий из сырья растительного происхождения. Это, например, отделочные материалы, краски, покрытия на основе естественных (природных) материалов, теплоизоляция на основе естественных (природных) материалов (базальты, песок, древесина).

Требования по минимизации отходов при выполнении строительных работ могут быть выполнены при вторичной переработке или использовании отходов (стекла, стекловолокна, бетона, раствора, кирпича, дерева, черных и цветных металлов).

Мероприятия по защите и восстановлению внешней среды в процессе строительства включают в себя складирование почвенного слоя с его последующим применением на участке, свободном от застройки; пылеподавление, мойка и чистка транспорта; регулируемый сток ливневых вод к единому месту сбора; очистка сточных вод; восстановление (рекультивация) участка с использованием плодородной почвы; компенсационное озеленение в объеме более 100 % древесных насаждений, удаленных (уничтоженных) в процессе строительства.

Минимизация воздействия от эксплуатации и утилизации здания включает, например, использование озонобезопасных хладагентов, применение экологически нейтральных противогололедных реагентов, удобрений для озеленения и средств уборки, отказ от использования ртутьсодержащих ламп, применение в эксплуатации здания машин и механизмов, работающих на электричестве или на экологическом топливе.

Экономичность при поддержании жизненного цикла

Для оценки экономической эффективности объекта строительства могут быть использованы критерии стоимости дисконтированных инвестиционных затрат, которая не должна существенно превышать стоимость аналогичного объекта, удовлетворяющего минимально необходимым требованиям. Среднегодовая стоимость затрат по эксплуатации объекта (энергия, вода, обслуживание, ремонт) должна быть ниже аналогичных затрат по традиционному объекту-аналогу. И, в целом, стоимость приведенных совокупных затрат по циклу жизни объекта должна быть ниже совокупных затрат по объекту-аналогу.

Отказ от использования технологических процессов и источников энергии, загрязняющих окружающую среду, сокращение использования природного топлива, увеличение объема использования возобновляемых источников энергии.

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, на горячее водоснабжение, расход электроэнергии является одним из важнейших критериев, определяющих энергетическую эффективность объекта строительства. Может быть обеспечено при внедрении целого ряда энергосберегающих мероприятий, как с точки зрения архитектуры объекта, так и с точки зрения его инженерного оборудования. Эти мероприятия получили достаточно подробное описание в специальной литературе (см., например [2]). Достаточно подробно освещены в литературе и вопросы использования природного топлива и возобновляемых источников энергии, таких, как солнечных коллекторов, фотоэлектрические панели, низкопотенциальные источники посредством теплонасосных установок, топливных элементов [2, 3, 4].

Стоит отметить здесь то обстоятельство, что в современных зданиях затраты энергии, например, на отопление, кондиционирование и освещение имеют разную стоимость за единицу потребленной энергии, поэтому в мировой практике принято оценивать расход, так называемой, «первичной» энергии. Такой же подход принят и в современной отечественной практике нормирования: требования по интеграции в энергетический баланс зданий, строений, сооружений нетрадиционных источников энергии и вторичных энергетических ресурсов, а также требования о включении нормируемого удельного суммарного расхода первичной энергии в нормируемые показатели, характеризующие годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, строении, сооружении, применяются с 1 января 2013 г. [5].

Повышение качества микроклимата помещений

Качество микроклимата помещений определяется рядом критериев. Это, в первую очередь, критерий воздушно-теплого комфорта. Для обеспечения воздушно-теплого комфорта

предусматриваются мероприятия для оптимизации параметров микроклимата по температуре, влажности, воздухообмену, как правило, с возможностью индивидуального или автоматического регулирования этих параметров.

Кроме воздушно-теплого, должен быть обеспечен световой комфорт, акустический комфорт, защищенность помещений от накопления радона.

Утилизация тепла и повторное использование водных ресурсов

Доля вторичной энергии в годовом энергобалансе современного здания должна составлять, для условий нашей страны, 20 % и более. Это может быть теплота вентиляционных выбросов, канализационных стоков, технологических процессов.

В критерии водосбережения входят, например, снижение удельного потребления воды на человека в год, разделение водопровода на технологический и питьевой (это простейшее мероприятие позволяет существенно снизить потребление воды питьевого качества). Мероприятия по утилизации стоков предусматривают повторное использование «серых» стоков для слива в унитазах и писсуарах, сбор ливневых вод, их очистку и использование в системе технологического водопровода, сбор ливневых вод для полива прилегающей территории (ландшафтного орошения) таким образом, что доля оборотного водоснабжения в общем объеме водопотребления должна составлять 20 % и более.

Предусматривается применение водосберегающей арматуры, системы контроля и регулирования давления воды у конечных потребителей, учета расхода воды у конечных потребителей, применение водосберегающих смывных бачков, душевых сеток, смесителей.

Пример использования экологических и энергетических критериев для оценки проекта одного из энергоэффективных районов в Финляндии приведен в **таблице**. Проектированию района предшествовал конкурс. Городским советом города Хельсинки были разработаны социальные, экологические и энергетические требования, которым должны отвечать проекты. Каждый фактор оценивается определенным количеством баллов по степени весомости, например, загрязнение окружающей среды оценивается в 10 баллов и включено в число обязательных; использование природных ресурсов – в 8 баллов. Контрольные данные показывают уровень существующих норм. Требуемый минимум показывает необходимость и обязательность улучшения существующих норм. Достижение более высокого уровня, по сравнению с требуемым минимумом, оценивается одним или двумя баллами. Таким образом, максимальное количество баллов, которое может набрать проект, равно 30.

Таблица

Экологические и энергетические критерии для оценки проектов энергоэффективного жилого района

Критерий	Контрольные данные	Требуемый минимум	1 балл	2 балла
Обязательные критерии:				
10 баллов — Влияние проекта на окружающую среду, степень загрязнения				
CO ₂	4000 кг/м ² /50 лет	3 200 (–20 % от контрольных данных)	2700	2200
Сточные воды	160 л/чел./день	125 (–22 % от контрольных данных)	105	85

Строительные отходы	20 кг/м ²	18 (–10 % от контрольных данных)	15	10
Бытовой мусор	200 кг/чел./год	160 (–20 % от контрольных данных)	140	120
Экологический сертификат	Строительные и отделочные материалы	Нет	2	Много
8 баллов — Затраты энергии				
Энергия на отопление	160 кВт·ч/м ² /год	105 (–34 % от контрольных данных)	85	65
Электрическая энергия	45 кВт·ч/м ² /год	45 (0 % от контрольных данных)	40	35
Общее количество энергии, требуемое для тепло- и электроснабжения	37 ГДж/м ² /50 лет	30 (–19 % от контрольных данных)	25	20
Гибкость, взаимозаменяемость источников энергии		Стандартная	15%	Лучше
Добровольные критерии:				
6 баллов — Качество среды обитания				
Качество микроклимата		Хорошее		Отличное
Снижение рисков, связанных с влажностью		Норма	Повышенное	Новаторское
Защита от шума		Норма	Новые нормы	Улучшенная
Защита от ветра, вклад солнечной радиации		Планируемая	Хорошая	Отличная
Возможность выбора альтернативных планов квартир		Стандартная	15%	30%
4 балла — Биологическая вариативность				
Выбор фруктовых и прочих деревьев		По плану	Лучше	Отлично
Использование ливневых вод		По плану	Лучше	Инновационное

2 балла — Качество природной среды				
Полезные растения		По норме	1/3 полезных	Культивация почв
Повторное использование почвенного слоя		По норме	На месте	
Всего, баллы		0		Максимум 30

В заключение приведем примеры реализации энергоэффективных жилых районов и поселков. Пример жилого района VIIKKI в Финляндии интересен тем, что охватывает практически все основные аспекты, посредством которых обеспечивается энергетическая эффективность, экологическая безопасность и высокое качество среды обитания: это и использование инновационных инженерных систем, и альтернативная энергетика, и водосбережение, и гармонизация формы здания с окружающей средой. Этот проект описан в [6]. Проект малоэтажного жилого микрорайона вблизи деревни Дудкино в Подмосковье интересен тем, что проектировщикам удалось совместить преимущества комфортного проживания в городском квартале с достоинствами проживания в отдельно стоящем загородном здании, сохранив при этом стоимость жилья на приемлемом уровне (сопоставимую со стоимостью обычной квартиры), и обеспечив высокое качество среды обитания при минимизации энергопотребления, водосбережения и повышении экологической безопасности. Проект малоэтажного жилого микрорайона вблизи деревни Дудкино стал лауреатом смотра-конкурса «"Зеленое" строительство. Технологии и архитектура».

Наконец, главной особенностью коттеджного поселка Первомайское, расположенного в Подмосковье, является его система теплоснабжения, выполненная на базе использования теплоты грунта посредством теплонасосных установок. Опыт реализации коттеджного поселка особенно интересен еще и тем обстоятельством, что здания изначально создавались не как демонстрационные, а как коммерческие проекты: технические решения выбирались на основе технико-экономической оценки различных вариантов. Предпосылкой к его реализации стала высокая стоимость подключения к газовым сетям. Анализ и сравнение альтернативных вариантов энергоснабжения объекта показали, что вариант с тепловыми насосами по капитальным затратам, даже без учета стоимости самого газа, экономически выгоднее варианта с газовыми водонагревателями, что было обусловлено, главным образом, высокой стоимостью подключения к газовым сетям. Этот проект описан в [7].

Литература

1. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК–ПРЕСС, 2002.
2. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. – М.: АВОК–ПРЕСС, 2003.
3. Васильев Г.П., Шилкин Н.В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах // АВОК. – 2003. – № 2. – С. 52–60.
4. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоснабжение высотного здания с использованием топливных элементов // АВОК. – 2003. – № 3. – С. 44.

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. №18 «Об утверждении правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».
6. Бродач М.М. VIIKKI – новый взгляд на энергосбережение // АВОК. – 2002. – № 6. – С. 14–20.
7. Шилкин Н.В. Опыт реализации системы отопления на базе теплонасосных установок в коттеджном поселке // АВОК. – 2010. – № 2. – С. 22.

References

1. Tabunschikov Yu., Brodach M. *Matematicheskoe modelirovanie i optimizacija teplovoj jeffektivnosti zdaniy* [Mathematical modeling and optimization of the thermal performance of buildings]. Moscow, 2002.
2. Tabunschikov Yu., Brodach M., Shilkin N. *Jenergojeffektivnye zdaniya* [Energy-efficient buildings]. Moscow, 2003.
3. Vasiliev G., Shilkin N. *Ispol'zovanie nizkopotencial'noj teplovoj jenerгии zemli v teplonasosnyh sistemah* [The use of low-grade thermal energy of the earth to heat pump systems]. 2003, no. 2, p. 52-60.
4. Tabunschikov Yu., Brodach M., Shilkin N. *Jenergosnabzhenie vysotnogo zdaniya s ispol'zovaniem toplivnyh jelementov* [Energy supply of high-rise buildings using fuel cells]. 2003, no.3, p. 44.
5. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 25 janvarja 2011 g. №18 «Ob utverzhdenii pravil ustanovleniya trebovanij jenergeticheskoy jeffektivnosti dlja zdaniy, stroenij, sooruzhenij i trebovanij k pravilam opredelenija klassa jenergeticheskoy jeffektivnosti mnogokvartirnyh domov».
6. Brodach M. *VIIKKI – novyy vzgljad na jenergosberezhenie* [VIIKKI - a new look at energy conservation]. 2002, no.6, p. 14-20.
7. Shilkin N. *Opyt realizacii sistemy otoplenija na baze teplonasosnyh ustanovok v kottedzhnom poselke* [Experience of implementation of the heating system on the basis of heat pump installations in the cottage]. 2010, no. 2, p. 22.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Ю.А. Табунщиков

Доктор техн. наук, проф., член-корр. РААСН, зав. кафедрой «Инженерное оборудование зданий и сооружений», Московский архитектурный институт (Государственная академия), Москва, Россия
e-mail: tab@abok.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Yu. Tabunschikov

Ph.D. in technical sciences, Professor, Corresponding member of RAABS, Chief of Chair «The engineering equipment of buildings and constructions», Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: tab@abok.ru