

# ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ КАК СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Касимов Р.Г., Каледин О.Д., Дергунова Д.В., Бикматова Э.А.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Энергоэффективные здания являются реальностью нашего времени, одним из неотъемлемых факторов устойчивого развития среды обитания человека. С конца 70-х гг. прошлого века из единичных пилотных проектов они превратились в реальные объекты: энергоактивные, энергопассивные, нулевые, энергоэффективные здания, представляющие собой слияние архитектурно-планировочных, конструкторских, инженерных решений, направленных на снижение потребляемых зданиями энергоресурсов без потери их надежности и комфортности.

Несмотря на активную политику, направленную на энергосбережение и повышение энергетической эффективности, в том числе в строительной отрасли, в настоящее время нерешенными остаются многие проблемы:

1. Принятая в России практика проектирования нового здания с определенным классом энергоэффективности либо реконструкции существующего здания с целью повышения этого класса в должной мере не учитывает динамики жизненного цикла: заказчик и проектировщик не заинтересованы ни в энергосбережении, ни в повышении энергоэффективности здания, мотивирующие механизмы для этого не работают в должной степени.

2. Организация строительного производства в нашей стране в недостаточной мере не направлена на энергосбережение: в настоящее время процесс организации строительного производства регламентируется СП 48.13330.2011 (актуализированном СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»), не содержащим разделов по энергосбережению и энергетической эффективности.

3. Строительство новых зданий осуществляется без учета принципов устойчивого развития среды жизнедеятельности, согласно которым основой развития является разумный выбор между реконструкцией, существующего здания или сносом с последующим строительством нового.

4. Существующая нормативно-техническая база энергоэффективного строительства регламентирует осуществление отдельных процессов, например: ужесточение теплотехнических требований к ограждающим конструкциям, повышение уровня тепловой защиты зданий в целом [1], в то время как повышение требований к теплозащите зданий приводит не только к повышению стоимости строительства, но и отрицательно влияет на долговечность ограждающих конструкций [2]. Таким образом, отсутствуют требования к системному подходу к управлению процессами.

5. На государственном уровне практически не уделяется внимания завершающей стадии жизненного цикла зданий: выводу из эксплуатации, демонтажу, утилизации и рециклингу строительных материалов после демонтажа, в то время как в России строительная индустрия потребляет до 50 % общего

объема добываемых природных ресурсов [3].

Одной из основных причин появления данных проблем является отсутствие системного подхода к организации жизненного цикла зданий. Ключевым моментом здесь является взгляд на здание не только как на статический объект, но рассмотрение его в аспекте жизненного цикла, во взаимосвязи и динамике всех процессов: проектирования, строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации. Жизненный цикл здания можно определить, как совокупность связанных причинно-следственными отношениями этапов, стадий, процессов, образующих законченный виток развития от возникновения проектного замысла до ликвидации [4].

Организация и управление жизненным циклом зданий как энергетических систем с учетом энергосбережения и энергоэффективности являются предметом исследования зарубежных ученых, занимающихся этой проблемой более 50 лет и достигших значительных результатов. В частности, известны примеры проектирования и строительства зданий с нулевым потреблением невозобновляемых энергоресурсов. Обобщенный обзор зданий с нулевым энергопотреблением и методик их расчета, проведенный зарубежными учеными на основе результатов более 50 научных исследований, представленный в [5], позволяет сделать важный вывод, что несмотря на различные определения и методы расчета «нулевых» зданий, в целом методологической основой их проектирования является системный подход, а также учет динамики жизненного цикла зданий как системы. Таким образом, повышение уровня энергетической эффективности зданий, снижение их энергоемкости невозможно без принятия того, что здание как единая энергетическая система представляет собой не простое суммирование этих элементов, а особое их соединение, придающее всей системе в целом новые качества, отсутствующие у каждого из элементов. Современные российские научные исследования в строительстве и архитектуре посвящены вопросам разработки и внедрения всеохватывающего принципа «целенаправленной системной работы архитекторов и инженеров по созданию жилых многоэтажных зданий с ресурсо- и энергосберегающей структурой» [6].

Системный подход - это методология исследования объектов как систем. Неотъемлемой частью системного подхода является процессный подход, так как центральным понятием системного анализа является понятие процесса.

Анализируя здание как энергетическую систему, необходимо учесть, что здание как система проходит все стадии своего жизненного цикла, являющиеся процессами. [7]. Главная задача системного подхода сводится к установлению заданного состояния функционирования системы, предусмотренного планированием как упреждающим управлением.

Следовательно, главная задача системного подхода к организации жизненного цикла энергоэффективных зданий сводится к такому функционированию здания, при котором достигался бы высокий уровень энергоэффективности на всех стадиях. Системный подход к организации жизненного цикла энергоэффективных зданий отвечает также принципам устойчивого развития

среды жизнедеятельности и системотехническим принципам энергоэффективности, сформулированным в [8].

В настоящее время организация жизненного цикла зданий не отвечает основным принципам системного подхода, а именно:

1. Целеполагание – основной целью строительства, эксплуатации или реконструкции здания не всегда ставится высокий уровень энергоэффективности, отсутствует методика комплексной оценки энергопотребления здания, учитывающая потребление энергоресурсов на всех стадиях жизненного цикла. Инвесторы, проектировщики, строители и эксплуатирующие организации имеют разные цели и стремятся достигнуть их на разных этапах жизненного цикла здания.

2. Внешняя среда системы – наружный климат; земная поверхность как источник энергии и энергетический обмен между зданием и внешней средой учитывается на стадии проектирования. На стадиях строительства и эксплуатации взаимодействие здания и внешней среды учитывается только со стороны внешней среды (при принятии решения об утеплении наружных ограждающих конструкций) и не учитывается влияние здания на среду (инфраструктура здания, энергоресурсообмен, утилизация строительных материалов после ремонтных работ, реконструкции и демонтажа здания).

3. Внутренние компоненты здания как системы – учет взаимосвязи архитектурно-планировочных, конструктивных, инженерных, энергетических подсистем зданий, направленных на их высокую энергоэффективность, осуществляются не в массовой застройке и реконструкции, а лишь в отдельных пилотных проектах зданий, сертифицированных по «зеленым» стандартам энергоэффективности.

4. Функционирование системы – отсутствует единый центр ответственности за организацию взаимодействия энергетических ресурсов и подсистем здания по достижению высокого уровня энергоэффективности, его учета и контроля, мотивации и регулированию.

С точки зрения системного подхода энергоэффективность здания - это не статическая характеристика, а динамическая, изменяющаяся на протяжении всего жизненного цикла, от инвестиционного замысла до вывода из эксплуатации. Необходимо подчеркнуть, что при выборе проектных решений нужно учитывать, что суммарные удельные энергозатраты на строительство здания, в том числе на добычу и переработку сырья, производство строительных материалов и изделий-полуфабрикатов, строительные-монтажные работы, транспорт, оборудование здания и пр., могут существенно превышать удельные эксплуатационные энергозатраты на отопление здания за весь расчетный срок службы дома и затраты на дальнейшую утилизацию здания сводят на нет понятие энергоэффективности.

Организация жизненного цикла здания как жизненного цикла сложной системы представляет собой целенаправленное упорядоченное взаимодействие взаимосвязанных элементов (подсистем здания) и внешней среды для достижения цели - высокой энергетической эффективности. Данная цель является основополагающей, по мнению многих современных ученых, в частности в [9] доказано, что «энергосбережение нужно рассматривать как системообразующий

фактор, определяющий вектор развития ЖЦ зданий и сооружений». Изображение жизненного цикла здания как системы позволит концептуально сегментировать его по стадиям, описать контрольные точки продвижения системы по жизненному циклу и таким образом принимать решения по определенным критериям (например, высокая энергоэффективность) до продвижения системы на следующую стадию. Стадии жизненного цикла образуют структуру работ и процессов для детализированного моделирования жизненного цикла здания как системы.

Жизненный цикл здания как системы является, таким образом, сложной системой процессов, обычно обладающих параллельными и зависящими от времени характеристиками: в течение жизненного цикла здания как системы взаимодействуют с внешней средой, через них проходят материальные, финансовые, информационные и другие потоки, являющиеся подсистемами.

Таким образом, делая вывод, можно отметить, что применение принципов системного подхода является важным направлением развития архитектурно-строительной науки. Важна не только организация проектирования и эксплуатации, но и организация строительного производства, производства строительных материалов, ремонтных работ, реконструкции, демонтажа здания и утилизации строительных материалов, т. е. организация всего жизненного цикла здания как системы. В этом случае будет выполняться системный подход, закон целеполагания, согласно которому цели системы должны совпадать с целью системы более высокого порядка. Действительно, если в настоящее время основной целью является снижение потребления энергоресурсов зданиями, то все составляющие подсистемы объекты здания как сложной системы должны функционировать таким образом, чтобы потреблять как можно меньше энергоресурсов.

#### *Список литературы*

1. Пец Т. Как сделать энергосбережение эффективным быстро и без трагических последствий // Строительные материалы. 2010. № 2. С. 10-13.

2. Гагарин В.Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. 2010. № 2. С. 8-16.

3. Ильичев В.А., Карпенко Н.И., Ярмаковский В.Н. О развитии производства строительных материалов на основе вторичных продуктов промышленности // Строительные материалы. 2011. № 4. С. 36-42.

4. Дьячкова О.Н. Системный подход к оценке эффективности жизненного цикла жилых многоэтажных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 11. С. 41—42.

5. Marszal A.J., Heiselberg P., Bourrelle J.S., Musall E., Voss K., Sartori I., Napolitano A. Zero energy building a review of definitions and calculation methodologies // Energy and Buildings. 2011. № 43. Pp. 971-979.

6. Якушевский Л.Е. Эколого-типологический подход к светлому проектированию жилых зданий // Жилищное строительство. 2003. № 8. С. 4—7.

7. Опарина Л.А. Обоснование применения методологии процессного подхода к моделированию жизненного цикла энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. 2011. № 5. С. 0-10.

8. Алоян Р.М., Опарина Л.А., Варамашвили Н.И. Формирование системотехнических принципов энергоэффективности зданий // Вестник МГСУ. 2012. № 8. С. 147-153.

9. Голубцов Н.В., Ефремов Л.Г., Исматуллин Р.Г. Энергетическая эффективность зданий и сооружений в аспекте управления их жизненным циклом // Вестник Чувашского университета. 2013. № 11. С. 247-255.

