

## ЭНЕРГЕТИКАЛЫК ҮНӨМДҮҮ ТУРАЙ-ЖАЙ ИМАРАТТАРДЫН ЖАШОО ЦИКЛИН УЮШТУРУУГА СИСТЕМАЛЫК МАМИЛЕ

Сарбаева Н.М.<sup>1</sup>, Джумакадыров С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>КГУСТА им. Н. Исанова, Кыргызская Республика

<sup>2</sup>КГУСТА им. Н. Исанова, Кыргызская Республика

**Аннотация.** Энергетика бардык өлкөлөрдө байлыкты түзүүдө, экономикалык өсүштүн жана социалдык өнүгүүнүн эң маанилүү катализаторлорунун бири. Турак жай жана коомдук имараттар жалпы энергияны керектөөдө олуттуу үлүшкө ээ жана алардын жашоо циклин ар бир этабында колдонулат.

Бул жумушта энергияны үнөмдөөчү имараттарды долбоорлоого жана курууга тоскоол болгон курулуш индустриясынын көйгөйлөрү ачылган. Бул проблемаларды чечүү үчүн энергияны үнөмдөөчү имараттардын жашоо циклин уюштурууга системалуу мамилени колдонуу зарыл экендиги аныкталды. Энергияны үнөмдөөчү имараттардын жашоо циклин уюштурууга системалуу мамиле кылуу имараттардын жашоо чөйрөсүн туруктуу өнүктүрүү принциптерине жооп берери далилденген. Бул багытта системалуу мамиле жасоонун негизги милдети формулировкаланган. Системалык инженердик стандарттардын негизинде имараттын жашоо циклин уюштуруу схемасы сунушталган.

**Негизги сөздөр:** турак-жай жана коомдук имараттар, энергия эффективдүүлүгү, энергия керектөө, жашоо цикли, системалык мамиле.

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Сарбаева Н.М.<sup>1</sup>, Джумакадыров С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>КГУСТА им. Н. Исанова, Кыргызская Республика

<sup>2</sup>КГУСТА им. Н. Исанова, Кыргызская Республика

**Аннотация.** Энергия является одним из важнейших катализаторов в создании материальных благ, экономическом росте и социальном развитии во всех странах. Жилые и общественные здания имеют значительную долю в общем потреблении энергии в целом и используется на каждом этапе их жизненного цикла.

В работе выявлены проблемы строительной отрасли, препятствующие проектированию и строительству энергоэффективных зданий. Установлено, что для решения данных проблем необходимо применение системного подхода к организации жизненного цикла энергоэффективных зданий. Обосновано, что системный подход к организации жизненного цикла энергоэффективных зданий отвечает принципам устойчивого развития среды жизнедеятельности зданий. Сформулирована главная задача системного подхода в данном направлении. Предложена схема организации жизненного цикла здания на основе стандартов системной инженерии.

**Ключевые слова:** жилые и общественные здания, энергоэффективность, энергопотребление, жизненный цикл, системный подход.

## A SYSTEM APPROACH TO THE ORGANIZATION OF LIFE CYCLE OF ENERGY EFFICIENT RESIDENTIAL BUILDINGS

Sarbaeva N.M.<sup>1</sup>, Dzhumakadyrov S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KGUSTA them. N. Isanova, Kyrgyz Republic

<sup>2</sup>KGUSTA them. N. Isanova, Kyrgyz Republic

**Annotation.** Energy is one of the most important catalysts in wealth creation, economic growth and social development in all countries. Residential and public buildings have a significant share in total energy consumption in general and are used at every stage of their life cycle.

The paper reveals the problems of the construction industry that impede the design and construction of energy-efficient buildings. It has been established that in order to solve these problems, it is necessary to apply a systematic approach to organizing the life cycle of energy-efficient buildings. It is substantiated that a systematic approach to the organization of the life cycle of energy-efficient buildings meets the principles of sustainable development of the living environment of buildings. The main task of a systematic approach in this direction is formulated. A scheme for organizing the life cycle of a building based on system engineering standards is proposed.

**Key words:** residential and public buildings, energy efficiency, energy consumption, life cycle, systems approach.

**Актуальность научного исследования.** Энергосбережение и повышение энергетической эффективности зданий является одной из приоритетных задач, определяющих социально-экономическое развитие нашего государства, обеспечивающих рост благосостояния и, как следствие, уровня и качества жизни населения. Особенно жилищно-коммунальный сектор является одним из важнейших факторов обеспечения нормальных условий жизни граждан. В нем сосредоточена треть всех основных фондов стран, что является крупным потребителем энергоресурсов. Как видно из рисунка 1, основная доля энергозатрат (до 75 %) приходится на эксплуатацию зданий, в процессе проектирования потребляется около 6 %, в процессе строительства - 15 %, а на утилизацию 4 % [5,6].

По данным [2-4 ] текущий уровень потребления энергии в секторе зданий составляет около 50 % от всей энергии, производимой в нашей стране, в порядке 300-400 кВт·ч расходуется на единицу площади здания в год, что в 2-3 раза больше нормативного и в 3-4 раза больше, чем в аналогичных зданиях развитых стран. Потери теплоэнергии в старых типовых домах достигают 70 %, а снижение уровня жизни населения и рост цен резко увеличили стоимость коммунальных услуг.

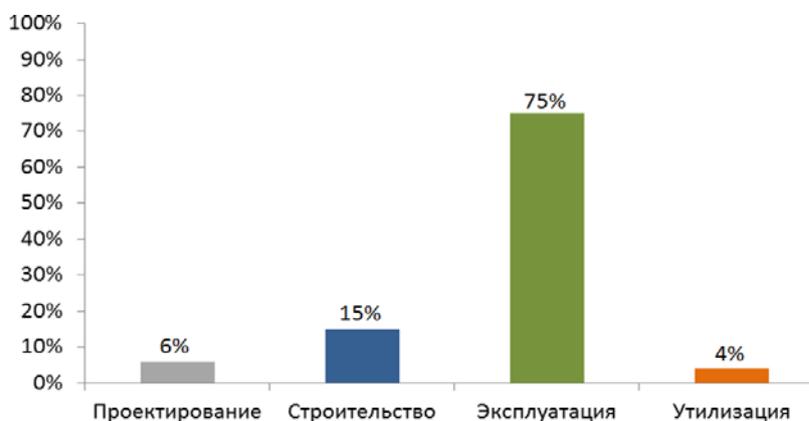


Рисунок 1 - Усредненные затраты на протяжении жизненного цикла здания

При таких обстоятельствах, несмотря на наличие ряда нормативно-правовых документов нашей республики, проблема энергосбережения и повышения энергетической эффективности жилищного строительства, в сфере жилищно-коммунального сектора остается весьма актуальной задачей.

**Целью исследования** является формирование системного подхода к организации жизненного цикла энергоэффективных жилых и общественных зданий.

**Анализ и исследование.** В Кыргызстане ежегодно численность населения, фонд жилых, общественных зданий и стоимость энергоносителей устойчиво растут. Например, численность населения за период 2015-2020 гг. выросла на 408,6 тыс. человек или на 9,4 %. За это же время жилищный фонд вырос на 27,5%.

По прогнозу ООН, к 2025 году население Кыргызской Республики вырастет на 8,7 %, соответственно ожидается спрос на электроэнергию к 2023 году минимум на 16 %, а с учетом роста спроса экономических субъектов – до 20 %, что соответствует мировым тенденциям.

Согласно прогнозу мировой энергетики WEO-2017, разработанному Международным энергетическим агентством, предполагается рост глобальных энергетических потребностей до 2040 года на 30 % и потребностей в электроэнергии на 60 % [5].

В такой не простой ситуации объективной необходимостью является усиление организационно-технологических мероприятий по повышению энергоэффективности жилищного фонда. Важнейшей составляющей системы стимулирования строительства и эксплуатации жилого фонда на принципах эффективности является действующая система нормирования в области энергоресурсов. Энергосберегающая политика Кыргызской Республики регулируется законами: «Об энергосбережении»; «Об энергетической эффективности зданий» [2,3]. Однако следует отметить, что система проектирования и строительства зданий, не учитывает продолжительность их эксплуатации и потребляемые зданиями на всех стадиях энергетические ресурсы. Поэтому, несмотря на систему нормирования, направленную на энергосбережение и повышение энергетической эффективности зданий, в настоящее время нерешенными остаются многие проблемы, такие как:

1. Принятая в Кыргызской Республике практика проектирования нового здания с определенным классом энергоэффективности не учитывает динамики жизненного цикла: заказчик и проектировщик не заинтересованы ни в энергосбережении, ни в повышении энергоэффективности своего здания, мотивирующие механизмы для этого отсутствуют;

2. Организация строительного производства в нашей стране не направлена на энергосбережение: в настоящее время процесс организации строительного

производства регламентируется СП 8948.13330.2011, который не содержит разделы по энергосбережению и энергетической эффективности;

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

4. На государственном уровне практически не уделяется внимания к завершающей стадии жизненного цикла зданий: вывода из эксплуатации, демонтажа и утилизации и рециклингу строительных материалов после демонтажа.

Все эти проблемы возникают на стадии жизненного цикла жилых и общественных зданий и их решение требует в два раза больше затрат. Поэтому введение системного подхода в жилищный сектор является необходимостью для сохранения энергоэффективности на протяжении его жизненного цикла.

Организация жизненного цикла здания как система представляет собой целенаправленное упорядоченное взаимодействие взаимосвязанных элементов (подсистем здания) и внешней среды для достижения цели – высокой энергетической эффективности [1,2,5,6].

По нашему мнению, организация жизненного цикла зданий должна основываться на следующем системном подходе, а именно:

1. Необходимо использовать методики комплексной оценки, учитывающая потребление энергоресурсов на всех стадиях жизненного цикла зданий;

2. Необходимо учитывать взаимосвязи архитектурно-планировочных, конструктивных, инженерных, энергетических подсистем зданий, направленных на их высокую энергоэффективность;

3. Необходимо создать функционирование системы – единого центра ответственности за организацию взаимодействия энергетических ресурсов и подсистем здания по достижению высокого уровня энергоэффективности, его учёта и контроля, мотивации и регулированию.

4. Необходимо мотивирующих механизмов для обеспечения высокого класса энергоэффективности зданий на стадиях проектирования, строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации;

5. Необходимо квалификационной сертификации специалистов в области энергоэффективности зданий.

Главным преимуществом комплексного подхода в создании энергоэффективного здания является применение цифровых технологий. Они осуществляют моделирование и анализ расхода энергии на жизненном цикле объекта с использованием энерго-экономической модели, учитывающей междисциплинарные связи факторов влияния на теплопередачу за срок жизни здания [3-8]. Выявлено, что экономически целесообразно применение технологии информационного моделирования для анализа энергоэффективности здания на этапе проектирования [1], что позволяет использовать цифровой макет будущего здания для параметрического моделирования и расчета различных сценариев в процессе проектирования здания для поиска энергоэффективного решения.

Задачей проектирования энергоэффективных зданий относится к так называемым задачам «системного анализа» или задачам «исследования операций», поиск решения которых связан с выбором альтернативы и требует анализа сложной информации различной физической природы [1].

В работе с целью обобщения вышеизложенного нами разработана схема жизненного цикла здания как системы (рисунок 2).



Рисунок 2. Жизненный цикл здания

На рисунке 2, жизненный цикл здания представлен с позиции классического изображения жизненного цикла систем, принятого в системной инженерии [ISO/IEC 15288:2008]. Видно, что здание как система существует на всех стадиях жизненного цикла, и на всех стадиях происходит взаимодействие с внешней средой. Целевая функция системы обеспечивает его основные характеристики, если целевой функцией задать энергоэффективность, то здание на протяжении всего жизненного цикла будет являться энергоэффективным, причем понятие «энергетическая эффективность» применительно к зданиям объединяет в себе такие важные характеристики, как энергосбережение, ресурсосбережение без потери надежности, комфортабельности, способствующее устойчивому развитию среды жизнедеятельности человека.

Жизненный цикл здания как системы является, таким образом, сложной системой процессов, обычно обладающих параллельными, итеративными, рекурсивными и зависящими от времени характеристиками. На разных стадиях жизненного цикла зданий эти потоки определенным образом видоизменяются и покидают систему, выполнив свои функции по отношению к ней. Предлагаемая схема может служить структурной основой процессов и действий, относящихся к жизненному циклу любого здания как системы.

Таким образом, 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. Организация жизненного цикла здания должна обеспечить выполнение данной цели.

Работами Опарина Л.А. [ 5] утверждается, что энергоэффективность зданий на всех стадиях жизненного цикла является наиболее приемлемым, от этапа проектирования до утилизации, то есть организация процессов жизненного цикла зданий, направленная на повышение энергоэффективности зданий, является важным фактором устойчивого развития среды жизнедеятельности человека. В научных работах [3,4] обосновано, что процессы жизненного цикла зданий организованы таким образом, что характеристики энергоэффективности зданий достигаются простым суммированием архитектурных, конструктивных, инженерных решений зданий, при этом не рассматривается их взаимозависимость и взаимодействие в системе и не уделяется внимание организационным аспектам жизненного цикла здания. В связи с этим не достигается необходимого уровня энергоэффективности и не обеспечивается его преемственности на всех стадиях жизненного цикла. Именно поэтому необходимо рассматривать энергоэффективные здания с позиции теории функциональных систем – динамически работающих организаций.

Кроме того, сегодня следует рассматривать проблемы энергопотребления внутри страны с нарастающим общемировым экологическим кризисом. По оценкам экспертов, взаимодействие энергопотребляющих и энергоснабжающих объектов с

окружающей средой дает до 82 % всех видов ее загрязнения [7,8]. В основном совпадают точки зрения ученых и о значительной роли энергетики в усилении парникового эффекта и создании условий нарастающей тенденции потепления климата, что грозит природными бедствиями и негативным воздействием на здоровье человека. Изменения в лучшую сторону могут быть достигнуты только посредством нормативных законов и проведения государственной энергосберегающей политики. То есть, сегодня необходимо комплексные и эффективные меры по повышению энергоэффективности зданий, которые должны быть основаны на трех устойчивых подходах: экологических, экономических и социальных компонентах.

Итак, решение этого вопроса имеет важное значение как для повышения энергетической эффективности жилищного фонда в Кыргызстане. Добиться снижения количества энергетических ресурсов, идущих на эксплуатацию зданий, можно только при применении комплексного системного подхода энергоэффективных технологий. Таким образом, 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, согласно которому цели системы должны совпадать с целью системы более высокого порядка. Действительно, если 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.

Одним из условий экономического и социального развития строительной отрасли и продукции в Кыргызской Республики является создание энерго-ресурсосберегающих материалов для строительства из местного сырья с улучшенными техническими и механическими свойствами. Благоприятным фактором является то, что имеются растительные отходы сельского хозяйства, которые почти не утилизируются, их целесообразно применить в качестве заполнителя вместо древесины в производстве арболита (солома, стебли хлопчатника, рисовой лузги, табака и др.) [9].

Вовлечение техногенных отходов и отходов сельского хозяйства в производство энергоэффективных стеновых материалов является решением экологических вопросов их утилизации, охраны окружающей среды, снижением себестоимости продукции и расширения выпуска теплоэффективных и экологических комфортных материалов для малоэтажного строительства [10].

## **Выводы:**

Итак, на основе вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. До настоящего времени в Кыргызской республике комплексный подход, проработка механизмов организационно-технологического обеспечения программ энергосбережения в жилищном фонде не проводилась. Поэтому, считаем необходимым при повышении энергоэффективности зданий применять комплексного подхода с учетом жизненного цикла зданий. Для этого пересмотреть политику рационального энергопользования в республике, реализуемой через систему правовых, организационных, организационно-технических, экономических и экологических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов в строительстве и ЖКХ.

2. Необходимо создать единого центра ответственности и контроля за энергоэффективностью зданий в течение всего жизненного цикла;

3. Необходимо вести государственного реестра энергетических сертификатов зданий, отчетов о периодическом контроле энергетической эффективности котлов, систем отопления и горячего водоснабжения зданий, и сертифицированных специалистов по периодическому контролю энергоэффективности котлов, систем отопления и горячего водоснабжения;

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Матыева А.К. Анализ методологии проектирования энергоэффективных зданий. Europäische fachhochschule №2, 2016. – С.54-58.*

2. *Матыева А.К., Озубекова Р.С. Инновационные энергосберегающие технологии. Вестник КГУСТА №3(13), 2015. – С.44-46.*

3. *Анализ регулятивного воздействия проекта Закона Кыргызской Республики «О внесении изменений в Закон Кыргызской Республики «Об энергетической эффективности зданий». - Бишкек 2018- 10 с.*

4. *Программа развития «зеленой» экономики в Кыргызской Республике на 2019-2023 гг. Б, 2014. – 101 с.*

5. *Опарин Л.А. Теоретические основы процессов организации жизненного цикла энергоэффективности зданий. дисс. на соис. ученой степени доктора технических наук. Иванов, 2015. – 273 с.*

6. *Гусаков, А.А. Организационно-технологическая надежность строительного производства в условиях автоматизированных систем проектирования. / А.А.Гусаков. – М.: Стройиздат, 1974. – 246 с.*

7. *Алоян, Р.М. Применение принципов системотехники строительства к обеспечению энергоэффективности зданий /Актуальные вопросы строительства: материалы десятой Межд. науч.-техн. конф. – Саранск: изд-во Мордов. ун-та, 2011. – С. 292- 295.*

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

9. *Матыева А.К., Кенешбек уТ., Сайыткадыев Н.Т. Арболит из легкого бетона. Наука и инновационные технологии. МУИТ. Бишкек. №1/2019(10). С. 38-44.*

10. *Матыева А.К. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. Москва , Академия Естествознания, №4, 2019. С. 33-37.*