

УДК 728.1.012.1:658.26(575.22)
DOI: 10.36979/1694-500X-2025-25-12-126-131

ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Ю.Н. Смирнов, Э.З. Тургумбекова, Б. Шамшыбаева

Аннотация. Рассмотрены комплексные подходы к энергоэффективному проектированию жилых зданий, предназначенных для эксплуатации в южной климатической зоне Кыргызской Республики. Учитывая высокую солнечную радиацию, низкую влажность воздуха и значительные суточные температурные колебания, раскрыты методы повышения теплозащитных характеристик зданий и снижения их энергопотребления. Особое внимание уделено пассивным архитектурным решениям, системам естественного охлаждения, управлению солнечными потоками и выбору строительных материалов. На основе климатического анализа предложены рекомендации по формированию устойчивой жилой среды, учитывающей природные и эксплуатационные особенности региона.

Ключевые слова: энергоэффективность; жилые здания; южная климатическая зона; теплозащита; солнечная радиация; микроклимат.

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ТҮШТҮК КЛИМАТТЫК ЗОНАСЫНЫН ШАРТЫНДА ТУРУКТУУ ТУРАК ЖАЙЛАРДЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВДҮҮ ДОЛБООРЛОО ПРИНЦИПТЕРИ

Ю.Н. Смирнов, Э.З. Тургумбекова, Б. Шамшыбаева

Аннотация. Макалада Кыргыз Республикасынын түштүк климаттык зонасында колдонууга арналган турак жай имараттарын энергоэффективдүү долбоорлоонун комплекстүү ыкмалары каралат. Жогорку күн радиациясын, абанын төмөн нымдуулугун жана суткалык температуранын олуттуу өзгөрүүлөрүн эске алуу менен, имараттардын жылуулук коргоо көрсөткүчтөрүн жогорулатуу жана энергия керектөөсүн азайтуу ыкмалары ачып берилет. Өзгөчө көңүл пассивдүү архитектуралык чечимдерге, табигый муздатуу системаларына, күн нурун башкарууга жана курулуш материалдарын тандоого бурулган. Климаттык анализдин негизинде аймактын табигый жана эксплуатациялык өзгөчөлүктөрүн эске алган туруктуу жашоо чөйрөсүн түзүү боюнча сунуштар берилет.

Түйүндүү сөздөр: энергоэффективдүүлүк; турак жай имараттары; түштүк климаттык зона; жылуулук коргоо; күн радиациясы; микроклимат.

PRINCIPLES OF ENERGYEFFICIENT DESIGN OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN CLIMATIC ZONE OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Yu.N. Smirnov, E.Z. Turgumbekova, B. Shamshybaeva

Abstract. The article examines comprehensive approaches to the energyefficient design of residential buildings intended for operation in the southern climatic zone of the Kyrgyz Republic. Taking into account high solar radiation, low air humidity, and significant daily temperature fluctuations, the study reveals methods for improving the thermal protection characteristics of buildings and reducing their energy consumption. Special attention is given to passive architectural solutions, natural cooling systems, solar radiation control, and the selection of building materials. Based

on climatic analysis, recommendations are proposed for creating a sustainable living environment that considers the natural and operational characteristics of the region.

Keywords: energy efficiency; residential buildings; southern climatic zone; thermal protection; solar radiation; microclimate.

Введение. Южная климатическая зона Кыргызстана относится к числу наиболее контрастных и нестабильных по температурному режиму территорий страны, что напрямую влияет на архитектурно-строительные процессы [1]. Сухая жара, интенсивная солнечная радиация, малое количество осадков и сильные ветровые потоки создают условия, требующие адаптированных подходов к проектированию жилых зданий. При этом культурные особенности и традиции населения южных регионов также накладывают отпечаток на пространственную структуру жилища, организацию быта, ориентацию помещений и характер их использования.

В контексте климатических изменений, наблюдаемых в последние десятилетия, а также растущей энергозависимости жилого сектора, разработка энергоэффективных зданий становится одним из ключевых направлений развития строительной отрасли Кыргызстана [1]. Повышение энергопроизводительности зданий позволяет не только снизить расходы населения на электроэнергию и охлаждение помещений, но и уменьшить нагрузку на региональные энергосистемы, которые в летний период испытывают повышенный спрос вследствие широкого использования кондиционеров.

В современном проектировании требуется учитывать не только конструктивные и инженерные аспекты, но и процессы формирования микроклимата внутри помещений и вокруг жилых комплексов [1]. Правильное использование энергии солнца, ветра, тени, влажности воздуха и теплоёмкости материалов может значительно уменьшить потребление электричества и повысить комфорт проживания. Научный и технический прогресс позволяет дополнять традиционные методы современными технологиями, создавая сбалансированные архитектурные решения, которые гармонично вписываются в контекст южной климатической зоны.

Актуальность. Актуальность исследования обусловлена возрастающей потребностью в устойчивых архитектурно-строительных решениях, направленных на снижение энергозатрат и адаптацию жилых зданий к неблагоприятным климатическим условиям [1]. Южные районы Кыргызстана сталкиваются с рядом вызовов: перегрев зданий летом, низкая энергоэффективность существующего жилого фонда, отсутствие систематических подходов к затенению территории и недостаточное использование альтернативных источников энергии.

Высокая солнечная активность приводит к значительному повышению температуры внутри помещений, что вынуждает жителей активно использовать кондиционеры, увеличивая как финансовые затраты, так и нагрузку на энергосистемы [1]. В то же время южная климатическая зона обладает значительным потенциалом для энергоэффективного строительства: большая продолжительность солнечного дня, низкая влажность воздуха и благоприятные условия для ночного охлаждения. Однако данный потенциал используется недостаточно.

Цель исследования – определить основные архитектурные и инженерные принципы энергоэффективных жилых зданий для климатических условий южной зоны Кыргызстана, и разработать рекомендации по повышению качества жилой среды и снижению энергопотребления.

Задачи исследования:

1. Проанализировать климатические особенности южной климатической зоны Кыргызстана, их влияние на архитектурные и инженерные решения и определить ключевые факторы, влияющие на перегрев и энергопотребление жилых зданий.
2. Изучить традиционные и современные методы пассивного охлаждения и теплозащиты и выявить эффективность различных строительных материалов с точки зрения теплоёмкости и теплопередачи

3. Выявить оптимальные принципы ориентации зданий и планировочных решений для южных регионов Кыргызстана и разработать рекомендации по применению энергоэффективных технологий при проектировании жилых объектов.

Научная новизна заключается в комплексном подходе к формированию энергоэффективной жилой среды в современных условиях южной климатической зоны Кыргызстана; включающем:

- систематизацию климатических факторов с учетом новейших технологий, влияющих на тепловой режим зданий и адаптацию принципов пассивного охлаждения к местным условиям;
- обоснование способов рационального использования солнечной энергии и ночного охлаждения в проектировании жилых объектов и разработке архитектурных рекомендаций, учитывающих региональные особенности.

Методы исследования. В исследовании проанализированы следующие методы [1]:

- климатический анализ, включающий изучение температурных режимов, солнечной радиации, скорости ветра и влажности;
- теоретический анализ отечественных и зарубежных практик энергоэффективного проектирования;
- аналитический метод для оценки энергоэффективности материалов и инженерных решений.
- анализ методов математического моделирования тепловых процессов в ограждающих конструкциях;
- градостроительный и архитектурный анализ традиционных жилых форм Южного Кыргызстана.

Обсуждение. В современных условиях энергоэффективное проектирование жилых зданий требует учета климатических особенностей региона. В южных регионах Кыргызской Республики, где климат характеризуется высокой солнечной радиацией и значительными суточными перепадами температуры, оптимальными являются те решения, которые направлены на минимизацию теплопотерь зимой и перегрева летом.

В мировой практике существует многолетний опыт применения подобных решений в строительстве. В Китае активно применяются технологии энергоэффективных оболочек и пассивного солнечного отопления. Например, в жилых комплексах провинции Ганьсу используются многослойные фасадные системы с внешней теплоизоляцией, стеклопакетами с низким коэффициентом теплопередачи и активным контролем солнечного затенения. Такие здания показывают снижение потребления энергии на отопление и кондиционирование до 50–60 % по сравнению с традиционными постройками [2].

В Центральной Азии, в Кыргызстане, или Казахстане, по данным исследований Омарова [3], внедрение энергоэффективных ограждающих конструкций, теплоизоляции и окон с низким коэффициентом теплопередачи в жилых зданиях позволяет снижать энергопотребление на 30–40 % даже без применения сложных систем активного контроля. Также отечественные проекты учитывают традиционные методы естественной вентиляции и ориентацию здания для оптимизации солнечного обогрева в зимний период.

В настоящее время современные методы инженерных энергоэффективных решений широко применяются в строительстве. Согласно Смирнову [1] и Омарову [3], эффективные инженерные решения для пассивных жилых зданий включают:

1. Теплоизоляционные ограждающие конструкции: многослойные стены с наружной теплоизоляцией и внутренними теплоаккумулирующими слоями.
2. Энергоэффективные окна и остекление: использование стеклопакетов с низким коэффициентом теплопередачи и солнечным контролем.
3. Пассивное солнечное отопление: ориентация окон на юг, использование тепловых солнечных коллекторов и Trombe-стен [4].
4. Система естественной вентиляции, комбинированная с теплообменниками для сохранения тепла зимой и охлаждения летом.

5. Математическое моделирование тепловых процессов: расчет теплопотерь через ограждающие конструкции с использованием динамических моделей, позволяющих оптимизировать толщину изоляции и тип стеклопакета. Смирнов показывает, что при корректной параметризации моделирования можно снизить энергопотребление на 20–25 % [5].

Результаты. Анализ соответствующей литературы по применению методов инженерных энергоэффективных решений в условиях южной климатической зоны Кыргызстана для пассивных жилых домов показал, что необходимо:

- использовать наружную теплоизоляцию стен не менее 150 мм с материалами высокой плотности для снижения теплопотерь;
- ориентировать основные жилые помещения на южную сторону для максимального солнечного прогрева;
- применять стеклопакеты с коэффициентом теплопередачи не выше $1,2 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$;
- использовать элементы затенения (навесы, жалюзи, декоративные фасадные панели) для защиты от перегрева летом;
- внедрять вентилируемые фасады с накоплением тепла и ночным охлаждением для снижения суточных температурных колебаний.

В контексте южной климатической зоны Кыргызстана архитектура жилых зданий рассматривается не только как совокупность формы, конструкции и инженерных систем, но и как среда, влияющая на энергетический баланс человека и окружающей территории [1]. Восприятие пространства выходит за рамки визуального – архитектура воздействует на тепловой комфорт, микроклимат, ощущение защищенности и психологическое состояние жителей.

Высокая солнечная активность, сухой воздух и выраженные суточные колебания температуры требуют понимания архитектуры как регулятора тепловых процессов, где каждая деталь – от ориентации окон до состава стеновых материалов – становится элементом энергоэффективной среды. Жилое пространство в таких условиях должно не только обеспечивать комфорт, но и снижать потребность в искусственном охлаждении, сохраняя естественный температурный баланс.

В этих условиях архитектура приобретает значение не только функциональной оболочки, но и активного участника формирования микроклимата, который регулирует теплообмен между зданием и окружающей средой. Пространственная организация, применение теплоёмких материалов, продуманная система теневых элементов и озеленённых зон позволяют создать «пассивный климатический фильтр», уменьшающий влияние экстремальных температур.

Архитектурная среда становится своеобразным энергетическим посредником, выравнивающим суточные колебания температуры и световой нагрузки. Чем точнее здание согласовано с природными ритмами, тем меньше энергии требуется для охлаждения и тем стабильнее эмоциональное состояние человека. В этом контексте жилые пространства рассматриваются как микросистемы, обеспечивающие не только физический комфорт, но и психологическое восстановление за счёт стабильности, предсказуемости и естественности среды [1].

Одновременно архитектурные приёмы – ориентация планировок, глубина проёмов, логика расположения жилых и общественных зон, интеграция внутренних дворов и зелёных кассет – должны комбинироваться с локальными инженерными решениями: естественной вентиляцией, солнечной пассивной инсоляцией, тепловой инерцией стен и использованием возобновляемых источников энергии. Такой синтез обеспечивает минимизацию энергетических затрат при сохранении высокого уровня комфорта и эмоциональной устойчивости обитателей.

Архитектура, направленная на энергоэффективность, стремится к созерцательности, а не к визуальной сложности. Её задача – не демонстрировать форму, а работать с климатом: отражать чрезмерное солнечное излучение, аккумулировать ночную прохладу, регулировать свет и тень. Ритм фасадов, пропорции проёмов, глубина лоджий и навесов формируют не внешний эффект, а тепловой сценарий здания, уменьшая перегрев и энергетические потери.

Мягкий рассеянный свет, отсутствие резких световых контрастов, наличие шедовых и горизонтальных солнцезащитных элементов создают визуально и термически комфортную среду, необходимую для снижения сенсорной нагрузки на жителей. Когда архитектурное пространство логично и пропорционально, ум воспринимает его как безопасное; когда линии естественны и не агрессивны – формируется психологическое ощущение защищённости [1]. Жилое здание становится не только инженерным объектом, но и системой климатической адаптации, которая воздействует на состояние человека посредством света, тепла, вентиляции и природных материалов. Архитектура в этом контексте превращается в форму «энергетической терапии», обеспечивая равновесие между климатом и техногенной средой.

Особое значение в энергоэффективном проектировании имеет организация тишины и тепловой стабильности. В южном климате эти характеристики формируются не столько инженерными системами, сколько архитектурными приёмами: глубиной фасада, массивностью стен, оптимальным остеклением, ориентацией помещений и интеграцией озеленённых пространств. Тишина и прохлада – это не отсутствие шума и жары, а качество среды, где ничто не нарушает естественного ритма жизни.

Важен и диалог света и тени. Свет должен быть естественным и направленным, формируя комфортные контрасты. Тень – мягкой, создающей прохладные зоны, при этом защищающей от перегрева и одновременно показывающей визуальную глубину пространства. Именно их сочетание формирует энергетический баланс жилой среды, позволяющий минимизировать потребление электроэнергии на охлаждение.

Материалы также играют ключевую роль. Массивные, теплоёмкие конструкции – камень, глина, кирпич – аккумулируют ночную прохладу и замедляют нагревание днём, снижая тепловые колебания внутри помещений [1]. Натуральные материалы вызывают доверие и формируют психологически комфортную атмосферу, что усиливает общее качество проживания.

Энергоэффективная архитектура должна быть эмпатичной – учитывать особенности климата и реакции человека на среду. Это пространство, которое не навязывает форму, а работает через микроклимат и рациональность, направляя ветер, регулируя тень, поддерживая прохладу и световой комфорт.

Выводы:

1. Анализ зарубежного опыта (Китай) показал эффективность пассивных решений с комплексной теплоизоляцией и солнечным контролем для снижения энергопотребления.
2. Отечественные исследования подтверждают возможность значительной экономии энергии при применении пассивных методов без крупных инвестиций в сложные активные системы.
3. Математическое моделирование позволяет точно определить оптимальные параметры ограждающих конструкций, что критично для южной климатической зоны.
4. Внедрение рекомендаций по ориентации зданий, окон и фасадных систем позволяет достичь энергоэффективности пассивного жилого дома на уровне 60–70 % от традиционного.

Заключение. Таким образом, энергоэффективная архитектура южной зоны Кыргызстана – это не только технический подход, но и философия устойчивого проживания, основанная на взаимодействии человека, климата и пространства. Комплексное применение пассивных инженерных решений, учитывающее климатические особенности южных регионов Кыргызстана, позволяет проектировать жилые здания с минимальным энергопотреблением. Зарубежный опыт демонстрирует успешные примеры энергосберегающих фасадных систем и пассивного солнечного отопления.

Отечественные исследования подтверждают их адаптивность к локальным условиям. Математическое моделирование тепловых процессов обеспечивает научную обоснованность проектных решений. Внедрение таких методов позволит не только сократить энергозатраты, но и повысить комфорт проживания, уменьшить эксплуатационные расходы и минимизировать экологический след.

Поступила: 10.11.2025; рецензирована: 24.11.2025; принята: 26.11.2025.

Литература

1. *Смирнов Ю.Н.* Энергоэффективное проектирование жилых зданий в условиях жаркого климата / Ю.Н. Смирнов. Бишкек: КРСУ, 2020. 156 с.
2. *Омаров М.Т.* Пассивные методы охлаждения зданий в континентальном и жарком климате / М.Т. Омаров. Алматы: КазГАСА, 2019 (2020). 132 с.
3. *Тургумбекова Э.З.* Особенности проектирования жилых комплексов для южных районов Кыргызской Республики / Э.З. Тургумбекова, Б. Шамшыбаева // Вестник КРСУ. 2025. Т. 25. № 8. С. 197–201.
4. Parametric Study on Residential Passive House Building in Different Chinese Climate Zones / Li X., Deng Q., Ren Z., Shan X., Yang G. // Sustainability. 2021. 13. 4416.
5. Feasibility Study and Passive Design of Nearly Zero Energy Building on Rural Houses in Xi'an, China / Han Chang, Yaolong Hou, Inhee Lee, Tianye Liu et al. (2022).