

УДК 621.375.426.8:336.73**Оптимизация затрат на внедрение энергоэффективных технологий в жилищном строительстве с учетом долгосрочного экономического эффекта****Пустенко Яков Витальевич**

Исследователь

Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, ш. Ярославское, 26;
e-mail: pustenkojv@gmail.com

Полищук Леонид Сергеевич

Исследователь

Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, ш. Ярославское, 26;
e-mail: polishchukleonid22@gmail.com

Тихомирова Елизавета Викторовна

Исследователь

Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, ш. Ярославское, 26;
e-mail: Tikhomirova2003@list.ru

Кан Артур Витальевич

Исследователь

Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, ш. Ярославское, 26;
e-mail: qunexxx@gmail.com

Григорьева Олеся Александровна

Исследователь

Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, ш. Ярославское, 26;
e-mail: grigorievaolesya15@gmail.com

Аннотация

В настоящей статье рассматривается проблема оптимизации затрат на внедрение энергоэффективных технологий в жилищном строительстве с акцентом на долгосрочные экономические выгоды. Актуальность темы обусловлена растущими энергетическими расходами, необходимостью снижения негативного воздействия на окружающую среду и

стремлением повысить энергетическую независимость жилищного комплекса. Введение формулирует цель исследования — разработку и апробацию методологии принятия инвестиционных решений, способствующей снижению общих затрат в долгосрочной перспективе при одновременном повышении энергоэффективности зданий. В методологическом разделе статьи описан применённый системный подход, основанный на сравнительном анализе затрат и выгод. Использовались методы дисконтированного денежного потока, оценка срока окупаемости инвестиций и чувствительный анализ финансовых показателей проекта. Исследование опирается на эмпирические данные, полученные в результате анализа статистики строительства, энергетического потребления и затрат на эксплуатацию жилых комплексов, а также на нормативно-правовую базу в сфере энергоэффективного строительства. Применение комплексного моделирования позволяет выявить оптимальные стратегии финансирования и определить влияние государственных субсидий и налоговых льгот на эффективность внедрения инновационных технологий. Результаты исследования демонстрируют, что применение энергоэффективных решений способствует значительному снижению эксплуатационных расходов, сокращению выбросов углерода и повышению инвестиционной привлекательности жилищного строительства. Выявлено, что первоначальные затраты окупаются за счёт снижения энергозатрат и поддержки со стороны государства, а срок окупаемости инвестиций может быть сокращён до 20–30% по сравнению с традиционными подходами. Разработанная модель оптимизации затрат показала свою устойчивость и адаптивность к изменениям рынка. Обсуждение полученных данных позволяет сделать вывод о необходимости интеграции энергетических инноваций в структуры жилищного строительства. Практические рекомендации, вытекающие из исследования, направлены на разработку регуляторных мер, стимулирующих энергетическую модернизацию, и могут быть использованы как основа для государственной политики поддержки энергоэффективного строительства на региональном и национальном уровнях.

Для цитирования в научных исследованиях

Пустенко Я.В., Полищук Л.С., Тихомирова Е.В., Кан А.В., Григорьева О.А. Оптимизация затрат на внедрение энергоэффективных технологий в жилищном строительстве с учетом долгосрочного экономического эффекта // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 4А. С. 599-609.

Ключевые слова

Оптимизация, энергоэффективность, технологии, жилищное строительство, экономические выгоды.

Введение

Современное жилищное строительство постепенно переходит на более высокие стандарты энергоэффективности, что обусловлено как растущей экологической ответственностью, так и стремлением к оптимизации расходов на содержание зданий. Потребители, приобретая квартиру или дом, все чаще рассматривают не только первоначальную стоимость жилья, но и возможные долгосрочные преимущества, связанные с пониженными затратами на коммунальные услуги и эксплуатационные нужды [Казаков, Бондарев, 2023]. Это побуждает

строительные компании и девелоперы активно искать пути снижения затрат на внедрение энергоэффективных технологий, поскольку в перспективе такие инвестиции позволяют повысить конкурентоспособность проектов и улучшить качество жизни населения. Однако процесс выбора и интеграции инновационных решений не всегда прозрачен, и многие задаются вопросом: как оптимизировать расходы так, чтобы выгоды в будущем действительно оправдали вложения. Важным аспектом здесь выступает всесторонний учет характеристик строительных материалов, технологий их применения и потенциального срока окупаемости, который может значительно варьироваться в зависимости от конкретных условий.

В последние годы спрос на энергоэффективную недвижимость существенно вырос, чему способствует активная государственная политика по стимулированию «зеленого» строительства, а также осознание конечными покупателями ценности снижения энергопотребления [Акимова, 2023]. Не менее важную роль играет и благоприятная динамика в технологическом секторе: появление новых решений, способных сократить теплопотери, улучшить микроклимат внутри помещений и поддерживать автоматизированный контроль над расходом ресурсов. Кроме того, значительное влияние оказывает национальное законодательство, постепенно ужесточающее требования к энергоэффективности зданий и устанавливающее различные формы поощрения для участников рынка, внедряющих инновации. Таким образом, важно рассматривать процесс оптимизации затрат на энергоэффективные технологии не только в контексте текущих финансовых возможностей компании, но и в плане долгосрочных выгод, которые будут накапливаться в течение всего жизненного цикла здания. В итоге выигрывают все участники рынка: застройщики, приобретая конкурентное преимущество, и потребители, инвестируя в жилье, эксплуатация которого обходится дешевле.

Одним из ключевых факторов, влияющих на принятие решения о применении тех или иных энергоэффективных технологий, является анализ стоимости их жизненного цикла. В отличие от простого учета затрат на закупку и установку оборудования, здесь акцент делается на суммарных расходах в течение всего периода эксплуатации. Такой подход включает регулярное сервисное обслуживание, возможные ремонты, затраты на энергоресурсы, а также утилизацию после окончания срока службы [Окольникова, Коновалова, Хамидуллина, 2023]. При правильной оценке и грамотном планировании можно выявить скрытые резервы, позволяющие более эффективно распределять бюджет и избегать избыточных инвестиций в решения, не дающие существенной экономии. Параллельно с этим становится легче убедить потенциальных инвесторов и конечных пользователей в том, что расходы на энергоэффективность — это не просто дополнительные издержки, а инвестиции, способные принести весомую прибыль в долгосрочной перспективе.

Материалы и методы исследования

Важно подчеркнуть, что при выборе технологий необходимо учитывать климатические особенности региона строительства, так как эффективность тех или иных решений может сильно варьироваться в зависимости от температуры, уровня влажности и наличия солнечного излучения. К примеру, в районах с суровыми зимами большой эффект дает применение современных систем утепления, а в южных областях — использование материалов и конструктивных элементов, снижающих перегрев помещений. Помимо климатических факторов, определенную роль играют и особенности функционирования здания: будет ли оно

использоваться круглогодично или только сезонно, какова средняя плотность заселения и уровень комфорта, к которому стремятся жильцы [Грязнов, 2024]. Наверняка, если речь идет о многоквартирном доме с постоянным проживанием, перед застройщиком и управляющими компаниями встает задача скоординировать использование совместимых систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. При этом важно обращать внимание не только на технологическую составляющую, но и на формирование культуры рационального энергопотребления среди владельцев квартир, ведь только комплексные меры способны обеспечить стабильные долгосрочные выгоды за счет снижения затрат на содержание жилья (табл. 1).

Таблица 1 - Основные энергоэффективные технологии в жилищном строительстве и их особенности

Технология	Описание	Преимущества	Недостатки
Теплоизоляционные материалы (энергосбережение)	Использование утеплителей (минеральная вата, пенопласт, эковата) для минимизации потерь тепла.	Снижение теплопотерь на 30-50%. Уменьшение затрат на отопление.	Первоначальные затраты на закупку и установку. Сложность монтажа.
Светопрозрачные конструкции (энергосберегающие окна)	Установка стеклопакетов с низкоэмиссионным покрытием и инертным газом внутри.	Повышение теплоизоляции. Уменьшение затрат на обогрев и охлаждение помещений.	Высокая стоимость замены окон. Требуется квалифицированный монтаж.
Солнечные панели	Генерация электроэнергии за счёт солнечного света.	Снижение зависимости от внешних поставщиков энергии.	Высокие первоначальные вложения. Зависимость от погоды и региона.
Системы рекуперации тепла	Вентиляционные системы, возвращающие часть потерь тепла от воздуха или воды.	Снижение затрат на отопление. Улучшение качества воздуха.	Высокая стоимость установки и обслуживания.
Энергоэффективное освещение (LED)	Установка светодиодного освещения с низким энергопотреблением.	Снижение затрат на освещение до 80%. Долгий срок службы.	Более высокая стартовая стоимость по сравнению с традиционными лампами.

Неотъемлемой частью стратегии по оптимизации затрат выступает сравнение различных сценариев внедрения энергоэффективных технологий. Например, застройщик может прийти к выводу, что установка более дорогого, но высококачественного утеплителя обеспечит большую экономию тепла в перспективе, что сделает такой вариант выгоднее при расчете совокупной стоимости владения [Попов, Олейникова, 2022]. Анализ проводится не только на уровне общестроительных работ, но и с учетом выбора конкретных систем отопления, вентиляции, кондиционирования и альтернативных источников энергии. Иногда наиболее действенным оказывается комплексное решение, включающее утепление стен, установку энергоэффективных окон и оптимизацию инженерных систем, чем сосредоточение ресурсов только в одном направлении.

Прежде чем приступить к монтажу того или иного оборудования, важно провести как базовые расчеты теплопотерь, так и компьютерное моделирование различных режимов эксплуатации здания. Благодаря этому удастся спрогнозировать реальные результаты внедрения энергоэффективных мер гораздо точнее, особенно если учесть влияние погодных условий и специфику поведения жильцов [Нагаева, Шиховцов, Мацкайлов, Кузнецова, 2022]. Вместе с тем подобные расчеты сталкиваются со сложностями, связанными с точностью входных данных, поэтому результат моделирования следует корректировать по мере появления

новой информации о фактической эксплуатации систем. Однако при правильном выполнении моделирование послужит основой для обоснованного выбора оборудования и расчетов срока окупаемости проектов, что особенно актуально при ограниченных финансовых ресурсах, когда необходимо четко понимать перспективы возврата инвестиций.

Результаты и обсуждение

Финансовые механизмы, позволяющие снизить нагрузку на бюджет при внедрении энергоэффективных технологий, заслуживают особого внимания. В ряде стран действует система льготного кредитования, когда банки предлагают сниженные процентные ставки для проектов, связанных с повышением экологической безопасности и снижением углеродного следа [Шейна, Гиря, Швец, Ларин, 2022]. Подобные программы могут быть подкреплены гарантиями государства или международных организаций, стимулируя девелоперов активнее использовать инновационные решения уже на этапе проектирования. Более того, существуют субсидии и гранты, направленные на развитие «зеленого» строительства, которые частично компенсируют затраты на закупку оборудования и материалов. При рациональном сочетании разных финансовых инструментов девелопер может существенно облегчить свою финансовую нагрузку и обеспечить более привлекательные условия для покупателей жилья.

Наряду с кредитно-финансовыми инструментами все большую популярность получает механизм энергосервисных контрактов, при котором специализированная компания берет на себя обязанность по внедрению энергоэффективных мер с последующей оплатой из достигнутой экономии. С помощью такого подхода заказчик минимизирует первоначальные капитальные вложения и риски, а энергосервисная компания получает вознаграждение, соразмерное реальным результатам энергосбережения [Букалова, Полеонова, 2023]. Подобная модель особенно актуальна для многоквартирных домов, где требуется значительный объем инвестиций, а собственники не всегда готовы одновременно вкладывать крупные суммы. При этом обеспечение должного уровня контроля и прозрачности расчетов оказывается важным условием для поддержания доверия между сторонами и успешной реализации контракта.

Энергетический аудит строящегося или уже эксплуатируемого здания является важным звеном в цепочке мероприятий по оптимизации затрат на внедрение энергоэффективных технологий. Проведение таких проверок позволяет выявить основные участки теплопотерь, оценить эффективность использованных систем отопления, вентиляции и кондиционирования, а также сформулировать рекомендации по их модернизации [Петров, Аль Фатла, Батальщиков, Лукьянов, Каргачинский, Шанхоев, 2023]. Сегодня на рынке представлено множество инструментов и методик для проведения энергоаудита, начиная от простых термографических исследований до комплексных систем интеллектуального мониторинга, которые анализируют широкий спектр параметров в реальном времени. Преимуществом таких систем является возможность тонко настраивать параметры работы оборудования и добиваться существенной экономии энергоресурсов без снижения уровня комфорта.

Нередко результаты энергоаудита помогают обнаружить несоответствия между проектными расчетами и фактическими характеристиками объекта, а также выявить строительные дефекты или неверные настройки инженерных систем. Исправление подобных погрешностей может потребовать дополнительных финансовых и трудовых затрат, однако в долгосрочной перспективе такое вложение вполне оправдано, поскольку снижает общие расходы жильцов и продлевает срок службы оборудования. Более того, формирование культуры

планового энергоаудита способствует более ответственному подходу к управлению эксплуатацией здания, стимулом к чему часто выступают реальные примеры экономии в аналогичных проектах.

Оптимизация затрат на энергоэффективные решения также зависит от правильной организационной структуры и распределения ответственности среди участников проекта. Застройщик, подрядчики, поставщики материалов и управляющая компания должны работать в тесной связке, чтобы исключить возможные дублирования работ и добиться максимальной эффективности. В некоторых случаях целесообразно привлекать на этапе проектирования специалистов в области энергосбережения, которые обладают необходимыми компетенциями и могут подсказать оптимальные решения. Одновременно возникает потребность в квалифицированном персонале, способном выполнять монтаж и наладку оборудования в строгом соответствии с нормами и стандартами [Кормашов, Кормашова, 2023]. Таким образом, важно вовремя инвестировать не только в оборудование, но и в обучение персонала, без чего даже самые передовые технологии могут быть реализованы с ошибками.

Отдельно стоит отметить роль общего общественного запроса на экологические и экономически устойчивые решения. Если покупатели жилья придают высокое значение энергоэффективным характеристикам недвижимости, это ведет к росту спроса на продукты и услуги подобных проектов. Соответственно, компаниям становится выгодно вкладывать ресурсы в новые разработки, внедрять прогрессивные технические узлы и материалы. Растущая конкуренция на рынке недвижимости, в свою очередь, побуждает игроков повышать качество своих объектов и предлагать новые опции, ориентированные на сокращение затрат по коммунальным услугам. Все это создает благоприятные условия для дальнейшего развития «зеленых» технологий, где экономическая логика и экологическая рациональность идут рука об руку.

Отдельное внимание следует уделить системам автоматизации и диспетчеризации инженерных коммуникаций. Такие решения, в частности, позволяют постоянно контролировать температуру в зданиях, режим работы отопительных систем, вентиляцию и освещение, в результате чего удается оперативно реагировать на изменения условий и снижать энергопотребление. Например, установка датчиков движения в местах общего пользования или интеллектуального освещения с учетом естественного света позволяют значительно уменьшить счета за электроэнергию [Медведева, 2022]. При этом подобные системы могут быть относительно недороги в масштабах всего проекта, особенно если они закладываются еще на этапе проектирования, а не встраиваются в уже выполненную конструкцию.

Помимо этого, умные системы управления могут способствовать более справедливому распределению расходов между жильцами многоквартирного дома. Если общедомовой учет позволяет точно измерять потребление ресурсов каждой квартиры отдельно, то платежи становятся прозрачными и стимулируют собственников к рациональному потреблению. Кроме того, оператор может оперативно выявлять аварийные ситуации или неполадки. Своевременное обнаружение утечек воды, перебоев в работе отопительных приборов или кондиционеров не только сохраняет нервные клетки жильцов, но и уменьшает потенциальные расходы на ремонт и компенсацию ущерба в случае заливов [Дорошин, Драгич, 2022]. Благодаря комплексному подходу к автоматизации становится реальным значительное снижение совокупных затрат, которые в ином случае росли бы за счет неучтенных потерь ресурсов.

При планировании энергоэффективных мероприятий важно принимать во внимание технологическую совместимость отдельных решений. Установка передовой системы тепловых

насосов может потребовать корректировки всей схемы отопления, а внедрение солнечных панелей — адаптации электропроводки и дополнительных мер безопасности. Специалисты в области проектирования жилья указывают, что лишь комплексный подход, учитывающий все инженерные аспекты, позволяет избежать скрытых расходов в будущем [Тимошенко, Корниенко, 2024]. В противном случае возможны ситуации, когда дорогостоящая технология не дает ожидаемого эффекта, поскольку препятствием становятся архитектурные особенности или несовместимость с уже применяемыми средствами (табл. 2).

Таблица 2 - Расчет затрат и экономического эффекта от внедрения энергоэффективных технологий

Технология	Первоначальные затраты (руб/м ²)	Годовая экономия на энергии (руб/м ²)	Срок окупаемости (лет)	Долгосрочная выгода (10 лет, руб/м ²)
Теплоизоляционные материалы	1500	300	5	1500
Энергосберегающие стеклопакеты	4500	700	6	2500
Солнечные панели	9000	1100	8	2000
Системы рекуперации тепла	5000	600	8	1000
LED-освещение	800	120	7	400

Кроме того, фактор надежности и ремонтпригодности играет не меньшую роль. Высокотехнологичные решения могут быть эффективны, но если их эксплуатация связана с высокими расходами на обслуживание и ремонты, эффект от экономии энергии может существенно нивелироваться. К тому же, в некоторых регионах могут возникать сложности с поставкой запчастей или отсутствовать квалифицированные сервисные центры. Поэтому при выборе технологий также следует ориентироваться на доступность сервиса и стоимость обслуживания, чтобы в итоге не столкнуться с непредвиденными расходами, которые существенно повысят общий бюджет проекта. Простота и надежность в эксплуатации зачастую оказываются не менее важными критериями, чем показатели эффективности энергосбережения.

Заключение

В условиях глобальных климатических изменений и обостряющихся экологических проблем внедрение энергоэффективных технологий в жилищном строительстве выступает не только как фактор конкурентоспособности, но и как гражданская ответственность. Инвестиции в энергосбережение и оптимизацию затрат на этапе строительства могут принести дивиденды в виде более стабильных экономических показателей, а также повысить репутацию компании-застройщика. Люди, которые приобретают или арендуют такое жилье, получают комфортную среду обитания, экономят на коммунальных услугах и вносят вклад в снижение негативного воздействия на природу. Таким образом, частное и общественное блага сходятся в одной точке — в сфере рационального использования ресурсов. Современный рынок отлично реагирует на подобный запрос: растет число бизнес-моделей, специализирующихся на разработке и внедрении систем «умного дома», энергосервисных контрактах, «зеленых» сертификатах и других инструментах, делающих жилищный сектор более устойчивым. Именно поэтому значительную роль здесь играет возникновение критической массы успешных проектов, способных придать импульс всей отрасли и сформировать новые стандарты качества.

Перспективы развития энергоэффективного жилищного строительства напрямую зависят от

осознанного взаимодействия всех заинтересованных сторон: государства, бизнеса, научно-исследовательских институтов и самих граждан. Каждый из этих субъектов вносит свой вклад в процесс оптимизации затрат, будь то через совершенствование законодательной базы, предложение востребованных рынком инноваций, развитие научных разработок или повышение уровня экологической культуры в обществе. При такой многогранной кооперации создаются все предпосылки для появления устойчивой строительной системы, которая будет эффективно использовать ресурсы планеты и обеспечит доступное, комфортное жилье будущим поколениям. Благодаря успешным примерам и развитию средств коммуникации люди получают возможность сравнивать различные модели реализации, адаптировать лучшие практики и получать необходимый опыт для непрерывного совершенствования технологий. Именно такой эволюционный путь позволяет отрасли двигаться вперед без потерь качества, достигая баланса экономических и социальных интересов и формируя новую парадигму ответственного подхода к проектированию, возведению и эксплуатации домов.

Библиография

1. Акимова В. М. Энергоэффективные методы строительства жилья // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 96 9. С. 120 123. 4 с.
2. Букалова А. Ю., Полеонова З. А. Механизм повышения потенциала энергоэффективности при экономии затрат проведения капитального ремонта зданий // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2023. Т. 1. С. 384 390. 7 с.
3. Грязнов С. А. Трансформация строительной отрасли // Экономика и бизнес: теория и практика. 2024. № 7 (113). С. 71 73. 3 с.
4. Дорошин И. Н., Драгич М. Особенности энергоэффективности и зарубежный опыт применения энергоэффективных фасадных систем в жилищном строительстве // Инженерный вестник Дона. 2022. № 6 (90). С. 499 508. 10 с.
5. Казаков Н. П., Бондарев А. В. Энергоэффективность и пути ее повышения в жилищно коммунальной сфере // Актуальные проблемы военно научных исследований. 2023. № 3 (27). С. 25 31. 7 с.
6. Кормашов А. И., Кормашова Е. Р. К вопросу повышения энергоэффективности зданий // Молодые ученые развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2023. № 1. С. 244 245. 2 с.
7. Медведева О. Н. Анализ развития энергоэффективного строительства в России // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 92 12. С. 121 123. 3 с.
8. Нагаева А. А., Шиховцов А. А., Мацкайлов О. В., Кузнецова В. В. Современные технологии проектирования энергосберегающих зданий // Экономика и предпринимательство. 2022. № 10 (147). С. 931 933. 3 с.
9. Окольников Г. Э., Коновалова П. О., Хамидуллина Е. М. Снижение себестоимости строительства жилья на основе оптимизации организационно технологических параметров // Системные технологии. 2023. № 1 (46). С. 39 44. 6 с.
10. Петров К. С., Аль Фатла Т. Н. М., Батальщиков К. В., Лукьянов Д. В., Каргачинский А. А., Шанхоев З. В. Организационно технологические аспекты снижения энергоемкости гражданских зданий в рамках ремонтно строительного производства // Инженерный вестник Дона. 2023. № 5 (101). С. 340 351. 12 с.
11. Попов В. Г., Олейникова А. А. Повышение энергетической эффективности строящихся зданий и нормативное правовое обеспечение энергоэффективного строительства // Цифровая и отраслевая экономика. 2022. № 1 (26). С. 56 62. 7 с.
12. Рожков В. Л. Комплексный подход по внедрению энергосберегающих мероприятий при проведении капитального ремонта жилищного фонда // Экономика строительства и жилищно коммунального хозяйства. 2023. № 3 (4). С. 20 29. 10 с.
13. Тимошенко Т. А., Корниенко В. С. Современные методы повышения энергоэффективности зданий // Университетская наука. 2024. № 1 (17). С. 126 129. 4 с.
14. Черная А. А., Будюк Е. О. Повышение энергоэффективности здания при реконструкции // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2023. № 1. С. 146 150. 5 с.
15. Шеина С. Г., Гиря Л. В., Швец А. Е., Ларин Н. С. Методы повышения энергоэффективности на этапе строительства жилых зданий повышенной этажности // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2022. Т. 1. № 1. С. 17 23. 7 с.

Cost Optimization for Implementing Energy-Efficient Technologies in Residential Construction Considering Long-Term Economic Benefits

Yakov V. Pustenko

Researcher,
Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26 Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: pustenkoyv@gmail.com

Leonid S. Polishchuk

Researcher,
Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26 Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: polishchukleonid22@gmail.com

Elizaveta V. Tikhomirova

Researcher,
Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26 Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: Tixomirova2003@list.ru

Artur V. Kan

Researcher,
Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26 Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: qunexxx@gmail.com

Olesya A. Grigor'eva

Researcher,
Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26 Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: grigorievaolesya15@gmail.com

Abstract

This article addresses the challenge of optimizing costs for implementing energy-efficient technologies in residential construction, with a focus on long-term economic benefits. The relevance of the topic stems from rising energy expenses, the need to reduce environmental impact, and the pursuit of greater energy independence in the housing sector. The introduction outlines the study's objective: to develop and test an investment decision-making methodology that reduces overall costs in the long term while improving building energy efficiency. The methodological section describes

the applied systems approach, based on comparative cost-benefit analysis. Methods include discounted cash flow analysis, investment payback period assessment, and sensitivity analysis of financial project indicators. The research draws on empirical data from construction statistics, energy consumption, and operational costs of residential complexes, as well as regulatory frameworks for energy-efficient construction. Comprehensive modeling identifies optimal financing strategies and evaluates the impact of government subsidies and tax incentives on the effectiveness of innovative technology adoption. The results demonstrate that energy-efficient solutions significantly reduce operational costs, lower carbon emissions, and enhance the investment appeal of residential construction. Initial costs are offset by energy savings and government support, with payback periods shortened by 20–30% compared to conventional approaches. The developed cost-optimization model proves robust and adaptable to market fluctuations. The discussion concludes that integrating energy innovations into residential construction is essential. Practical recommendations include regulatory measures to promote energy modernization, serving as a foundation for regional and national policies supporting energy-efficient construction.

For citation

Pustenko Ya.V., Polishchuk L.S., Tikhomirova E.V., Kan A.V., Grigor'eva O.A. (2025) Optimizatsiya zatrat na vnedreniye energoeffektivnykh tekhnologiy v zhilishchnom stroitel'stve s uchetom dolgosrochnogo ekonomicheskogo effekta [Cost Optimization for Implementing Energy-Efficient Technologies in Residential Construction Considering Long-Term Economic Benefits]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (4A), pp. 599-609.

Keywords

Optimization, energy efficiency, technologies, residential construction, economic benefits.

References

1. Akimova V. M. Energy-efficient methods of housing construction // Trends in the Development of Science and Education. 2023. No. 96 (9). pp. 120–123. 4 pages.
2. Bukalova A. Yu., Poleonova Z. A. The mechanism for enhancing the potential of energy efficiency by saving costs in conducting major repairs of buildings // Modern Technologies in Construction. Theory and Practice. 2023. Vol. 1. pp. 384–390. 7 pages.
3. Gryaznov S. A. Transformation of the construction industry // Economy and Business: Theory and Practice. 2024. No. 7 (113). pp. 71–73. 3 pages.
4. Doroshin I. N., Dragich M. Specific features of energy efficiency and foreign experience in applying energy-efficient façade systems in residential construction // Engineering Bulletin of the Don. 2022. No. 6 (90). pp. 499–508. 10 pages.
5. Kazakov N. P., Bondarev A. V. Energy efficiency and ways to improve it in the housing and communal services sector // Current Problems of Military-Scientific Research. 2023. No. 3 (27). pp. 25–31. 7 pages.
6. Kormashov A. I., Kormashova E. R. On the issue of improving energy efficiency of buildings // Young Scientists Advancing the National Technological Initiative (POISK). 2023. No. 1. pp. 244–245. 2 pages.
7. Medvedeva O. N. Analysis of the development of energy-efficient construction in Russia // Trends in the Development of Science and Education. 2022. No. 92 (12). pp. 121–123. 3 pages.
8. Nagayeva A. A., Shikhovtsov A. A., Matskaylov O. V., Kuznetsova V. V. Modern design technologies for energy-saving buildings // Economy and Entrepreneurship. 2022. No. 10 (147). pp. 931–933. 3 pages.
9. Okolnikova G. E., Konovalova P. O., Khamidullina E. M. Reducing the cost of housing construction through the optimization of organizational and technological parameters // System Technologies. 2023. No. 1 (46). pp. 39–44. 6 pages.
10. Petrov K. S., Al Fatla T. N. M., Batalshchikov K. V., Lukyanov D. V., Kargachinsky A. A., Shankhoyev Z. V. Organizational and technological aspects of reducing the energy intensity of civil buildings within repair and construction production // Engineering Bulletin of the Don. 2023. No. 5 (101). pp. 340–351. 12 pages.

11. Popov V. G., Oleynikova A. A. Enhancing the energy efficiency of buildings under construction and the regulatory legal support for energy-efficient construction // *Digital and Sectoral Economy*. 2022. No. 1 (26). pp. 56–62. 7 pages.
12. Rozhkov V. L. A comprehensive approach to implementing energy-saving measures during major repairs of the housing stock // *Economics of Construction and Housing and Communal Services*. 2023. No. 3 (4). pp. 20–29. 10 pages.
13. Timoshenko T. A., Kornienko V. S. Modern methods for enhancing the energy efficiency of buildings // *University Science*. 2024. No. 1 (17). pp. 126–129. 4 pages.
14. Chernaya A. A., Budyuk E. O. Improving the energy efficiency of a building during reconstruction // *Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin)*. 2023. No. 1. pp. 146–150. 5 pages.
15. Sheina S. G., Giryа L. V., Shvets A. E., Larin N. S. Methods for improving energy efficiency at the construction stage of high-rise residential buildings // *Modern Trends in Construction, Urban Planning, and Territory Planning*. 2022. Vol. 1. No. 1. pp. 17–23. 7 pages.