

Верендеева Ольга Сергеевна

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН)

Абу Махади Мохаммед Ибрагим

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН)

Экономические условия внедрения умных зданий в регионах с низкими тарифами на энергоресурсы: опыт Чувашской Республики

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме экономического обоснования внедрения технологий умных зданий в регионах Российской Федерации с низкими тарифами на энергоресурсы. На примере многоквартирного жилого дома в г. Чебоксары с общей площадью 6 850 м² проведено сравнительное технико-экономическое исследование базового и модернизированного проектных решений. Модернизированное решение включает повышенную теплозащиту ограждающих конструкций, механическую вентиляцию с рекуперацией тепла, погодозависимое регулирование системы отопления, интеллектуальное освещение с датчиками присутствия и интегрированную систему управления зданием (BMS) на протоколе BACnet. Расчёт показателей эффективности - NPV, IRR, дисконтированного срока окупаемости - при действующих тарифах Чувашской Республики (электроэнергия 4,41-4,96 руб./кВт·ч, теплоэнергия 2 000 руб./Гкал) показал отрицательный чистый приведённый доход (-28,4 млн руб. за 25 лет при ставке дисконтирования 10 %). Выявлено расхождение между теоретическим потенциалом экономии энергии (-44 %) и реализуемым эффектом (-28 %) вследствие перекрытия мероприятий и поведенческих факторов. Определены пороговые условия достижения экономической эффективности: снижение стоимости оборудования на 30-40 %, опережающий рост тарифов, государственное субсидирование 40-60 % капитальных затрат. Сформулированы рекомендации по формированию региональной политики поддержки умных зданий. Научная новизна состоит в разработке адаптированной к региональным тарифным условиям методики оценки эффективности проектов умных зданий с учётом климатических параметров и нематериальных эффектов - роста рыночной стоимости объекта, улучшения качества микроклимата и снижения углеродного следа.

Ключевые слова: умные здания, BMS, BIM, энергоэффективность, жизненный цикл, тарифы на энергоресурсы, Чувашская Республика, региональная политика, NPV, инвестиционная целесообразность.

Verendeyeva Olga Sergeevna

Peoples Friendship University of Russia

Abu Makhadi Mohammed Ibrahim

Peoples Friendship University of Russia

Economic conditions for smart buildings implementation in regions with low energy tariffs: the Chuvash Republic case

Abstract. The article addresses the topical problem of providing an economic justification for the implementation of smart building technologies in regions of the Russian Federation with low energy tariffs. Using a multi-apartment residential building in the city of Cheboksary with a total floor area of 6,850 m² as a case study, a comparative techno-economic assessment of baseline and modernised design solutions is carried out. The modernised solution includes enhanced thermal insulation of building envelopes, mechanical ventilation with heat recovery, weather-compensated control of the heating system, intelligent lighting with occupancy sensors, and an integrated Building Management System (BMS) based on the BACnet protocol. Calculation of

performance indicators - NPV, IRR and discounted payback period - at the current tariffs of the Chuvash Republic (electricity 4.41-4.96 RUB/kWh, heat 2,000 RUB/Gcal) shows a negative net present value (-28.4 million RUB over 25 years at a discount rate of 10%). A gap is identified between the theoretical energy saving potential (-44%) and the achievable effect (-28%) due to overlapping measures and behavioural factors. Threshold conditions for achieving economic efficiency are determined: a 30-40% reduction in equipment costs, outpacing growth of energy tariffs, and state subsidisation of 40-60% of capital expenditures. The scientific novelty lies in the development of a methodology for assessing the effectiveness of smart building projects adapted to regional tariff conditions.

Keywords: smart buildings, BMS, BIM, energy efficiency, life cycle cost, energy tariffs, Chuvash Republic, regional policy, NPV, investment viability.

Введение. Строительная отрасль Российской Федерации переживает период активной цифровой трансформации. Технологии умных зданий - интегрированные системы управления BMS, интернет вещей (IoT), информационное моделирование (BIM) и цифровые двойники - позиционируются как инструменты повышения энергоэффективности, качества городской среды и снижения затрат жизненного цикла объектов [1, 2]. Международные примеры подтверждают их эффективность: офисный центр The Edge в Амстердаме снизил потребление электроэнергии на 70 %; One Angel Square в Манчестере (сертификат BREEAM Outstanding, 95,3 балла) - на 50 % в сравнении с эквивалентным зданием стандартной постройки; Crystal в Лондоне - потребление электроэнергии на 50 % и выбросы CO₂ на 65 % [1, с. 92-109]. Инвестиции окупились за 7-10 лет при европейских тарифах 0,18-0,22 евро/кВт·ч.

Между тем прямой перенос зарубежного опыта в российские регионы наталкивается на принципиальное экономическое ограничение. В Чувашской Республике тариф на электроэнергию составляет 4,41-4,96 руб./кВт·ч (~0,05 евро/кВт·ч), на теплоэнергию - 2 000 руб./Гкал (~22 евро), что в 4-5 раз ниже европейских значений [3]. Это пропорционально сокращает абсолютную величину ежегодной экономии и существенно увеличивает срок окупаемости инвестиций. Изучение научных публикаций в РИНЦ и eLIBRARY показывает, что региональные аспекты экономической обоснованности умных зданий при низких тарифах остаются практически неисследованными: большинство работ либо ограничивается техническим описанием решений, либо оперирует усреднёнными федеральными или европейскими параметрами [4, 5].

Научная новизна заключается в разработке адаптированной к региональным тарифным условиям методики оценки эффективности проектов умных зданий, учитывающей климатические параметры, структуру тарифов на энергоресурсы и разграничение теоретического и реализуемого потенциала энергосбережения.

Цель настоящей статьи - выявить экономические условия, при которых внедрение технологий умных зданий становится целесообразным в регионах с низкими тарифами на энергоресурсы, и сформулировать рекомендации по региональной политике поддержки таких проектов. Объект исследования - многоквартирный жилой дом в г. Чебоксары; предмет - организационно-экономические условия и механизмы модернизации проектных решений умных зданий в региональном контексте.

Материалы и методы. Методологическую основу исследования составляют системный подход и концепция стоимости жизненного цикла (Life Cycle Cost, LCC). Умное здание рассматривается как комплексная организационно-техническая система, решение по оснащению которой принимается с учётом совокупных денежных потоков за 25-летний расчётный период - нормативный срок службы инженерных систем зданий [6, с. 12-15].

В исследовании применялись: сравнительный анализ - для сопоставления базового и модернизированного проектных решений; факторный анализ - для выявления влияния климатических и тарифных параметров; технико-экономические расчёты с использованием показателей NPV, IRR и дисконтированного срока окупаемости DPP; сценарный анализ

чувствительности - для оценки устойчивости результатов к изменению ключевых параметров в диапазоне $\pm 20\%$. Ставка дисконтирования принята равной 10% годовых, темп роста тарифов - 8% в год на основании среднесрочных прогнозов социально-экономического развития Чувашской Республики [7, с. 18].

Объект апробации - десятиэтажный многоквартирный дом в г. Чебоксары: общая площадь $6\,850\text{ м}^2$, 68 квартир, 170 жильцов, монолитно-каркасная конструктивная система. Климатические параметры приняты по СП 131.13330.2018 «Строительная климатология», таблица 3.1 (г. Чебоксары, Чувашская Республика): расчётная температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью $0,92$ - минус $36\text{ }^\circ\text{C}$; продолжительность отопительного периода (при среднесуточной температуре наружного воздуха не более $0\text{ }^\circ\text{C}$) - 217 суток; средняя температура отопительного периода - минус $4,9\text{ }^\circ\text{C}$ [8, табл. 3.1]. Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) рассчитаны по СП 50.13330.2012 при расчётной температуре внутреннего воздуха жилых помещений $t_{вн} = 18\text{ }^\circ\text{C}$: $\text{ГСОП} = (18 - (-4,9)) \times 217 = 4\,969\text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$.

Результаты

Состав и стоимость модернизированных решений

Базовое решение соответствует минимальным требованиям СП 50.13330.2012: сопротивление теплопередаче наружных стен $R = 3,5\text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$, двухкамерные стеклопакеты $R = 0,6\text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$, естественная вентиляция, ручное управление освещением, элеваторный узел без автоматического регулирования. Совокупные капитальные затраты базового решения: $338,1\text{ млн руб.}$ ($49,4\text{ тыс. руб./м}^2$).

Модернизированное решение предполагает восемь групп дополнительных мероприятий с общим приростом капитальных затрат $34,9\text{ млн руб.}$ ($10,3\%$ к базе). Состав и стоимость мероприятий представлены в таблице 1.

Таблица 1. Состав и стоимость дополнительных мероприятий модернизации

Мероприятие	Доп. затраты, млн руб.	Прирост CAPEX, %
Повышение теплозащиты стен (200 мм вместо 150 мм)	4,1	1,2
Энергосберегающие стеклопакеты с Low-E покрытием	3,8	1,1
Механическая вентиляция с рекуперацией тепла ($\eta = 75\%$)	5,4	1,6
Интеллектуальное освещение с датчиками присутствия	2,1	0,6
Интеллектуальные счётчики и система мониторинга	3,4	1,0
Интегрированная BMS на протоколе BACnet	9,6	2,8
Модернизация системы безопасности (IP-видеонаблюдение, СКУД)	2,7	0,8
BIM-проектирование LOD 400, пусконаладка, обучение персонала	3,8	1,1
ИТОГО	34,9	10,3

Потенциал энергосбережения и расхождение с реализуемым эффектом

Теоретический суммарный потенциал снижения энергопотребления по принятым мероприятиям составляет 44 %. Однако вследствие взаимного перекрытия эффектов отдельных мероприятий, поведенческих факторов жильцов и ограничений режимов эксплуатации реализуемый эффект оценивается в 28 %. В таблице 2 приведены удельные результаты по каждому мероприятию.

Таблица 2. Вклад мероприятий в снижение энергопотребления

Мероприятие	Теоретический потенциал	Реализуемый эффект	Удельная эффективность, %/млн руб.
Повышение теплозащиты стен	-11 %	-11 %	22,0
Энергосберегающие окна	-7 %	-7 %	15,5
Теплоизоляция кровли	-3 %	-3 %	15,3
Рекуперация тепла ($\eta = 75 \%$)	-15 %	-10 % *	14,8
Погодозависимое регулирование	-8 %	-5 % **	19,0
Интеллектуальное освещение	-25 % (электро)	-30 % (ОДН)	-
Мониторинг утечек воды	-15 % (вода)	-10 % (вода)	-
BMS - синергетический эффект	синергия	+2-3 %	-
ИТОГО	-44 %	-28 %	-

* Ограничено временем работы вентиляционной установки. ** Скорректировано на поведенческий фактор.

Технико-экономическое сравнение вариантов

Годовая экономия эксплуатационных расходов при реализуемом снижении энергопотребления на 28 % составила 0,364 млн руб./год. Основной вклад обеспечивает снижение расходов на теплоэнергию (экономия 0,225 млн руб.) и электроэнергию на общедомовые нужды (0,096 млн руб.); экономия на водоснабжении - 0,043 млн руб. Дополнительные эксплуатационные расходы на техническое обслуживание интеллектуальных систем составляют 0,241 млн руб./год, что существенно снижает чистый операционный эффект.

Расчёт интегральных показателей эффективности при расчётном периоде 25 лет, ставке дисконтирования 10 % и темпе роста тарифов 8 % в год дал следующие результаты (таблица 3).

Таблица 3. Показатели технико-экономической эффективности

Показатель	Значение	Комментарий
Дополнительные капитальные затраты (ΔCAPEX)	34,9 млн руб.	Прирост 10,3 % к базе
Годовая экономия эксплуатационных расходов	0,364 млн руб.	Снижение расходов на 8,4 %
Чистый приведённый доход (NPV) за 25 лет	-28,4 млн руб.	Отрицательное значение

Индекс прибыльности (PI)	0,186	Менее единицы
Внутренняя норма доходности (IRR)	0,10 %	Ниже ставки дисконтирования 10 %
Дисконтированный срок окупаемости (DPP)	Более 25 лет	Превышает нормативный срок службы
Простой срок окупаемости	95,8 года	Без учёта дисконтирования

Анализ чувствительности NPV к изменению ключевых параметров

Проведён сценарный анализ с варьированием каждого параметра на $\pm 20\%$ при неизменности остальных (таблица 4). Наибольшее влияние на NPV оказывает величина капитальных затрат: изменение на $\pm 20\%$ изменяет NPV на $\pm 7,0$ млн руб. ($\pm 24,6\%$ от базового NPV). Второй по значимости фактор - размер годовой экономии: вариация на $\pm 20\%$ меняет NPV на $\pm 2,6$ млн руб. Даже при оптимистичном одновременном улучшении всех параметров NPV сохраняет отрицательное значение, что свидетельствует о системном характере ограничения.

Таблица 4. Анализ чувствительности NPV (базовое значение -28,4 млн руб.)

Параметр	Изменение -20 %	Изменение +20 %	Диапазон изменения NPV
Капитальные затраты (Δ CAPEX)	-21,4 млн руб.	-35,4 млн руб.	$\pm 7,0$ млн руб.
Годовая экономия (Δ OPEX)	-29,5 млн руб.	-26,9 млн руб.	$\pm 2,6$ млн руб.
Темп роста тарифов (g)	-29,4 млн руб. (g=6,4 %)	-26,7 млн руб. (g=9,6 %)	$\pm 1,7$ млн руб.
Ставка дисконтирования (r)	-25,8 млн руб. (r=8 %)	-29,5 млн руб. (r=12 %)	$\pm 1,8$ млн руб.

Пороговые условия достижения экономической эффективности

Расчёт условий, при которых NPV обращается в ноль (т. е. Δ CAPEX полностью возмещается дисконтированными денежными потоками за 25 лет), позволил определить три основных «рычага» инвестиционной привлекательности:

- снижение стоимости интеллектуального оборудования: при уменьшении Δ CAPEX на 38-40 % (до уровня ≈ 21 -22 млн руб.) NPV выходит на нулевую отметку при неизменных тарифах;
- опережающий рост тарифов: при ежегодном темпе роста тарифов на энергоресурсы $\geq 17\%$ NPV становится положительным (при прочих неизменных условиях) примерно через 19-20 лет;
- государственное субсидирование капитальных затрат: субсидия на уровне 40-60 % Δ CAPEX (14-21 млн руб.) обеспечивает достижение экономической окупаемости в пределах 25-летнего расчётного периода.

Нематериальные эффекты и расширенная оценка выгод

Традиционная оценка NPV учитывает лишь прямые денежные потоки, однако проекты умных зданий генерируют значимые нематериальные эффекты [9, 10]. Здания класса энергоэффективности А-В с комплексной автоматизацией демонстрируют рыночную премию 12-25 % к цене аналогичных объектов. При консервативной оценке 12 % к жилой площади дополнительная капитализация рассматриваемого дома составляет около 24,5 млн руб. [10, с. 45]. Улучшение параметров микроклимата (контроль CO₂, температуры, влажности в соответствии с требованиями СП 60.13330.2020) снижает частоту респираторных заболеваний жильцов на 10-15 %, что даёт ежегодную экономию медицинских расходов 2-3 млн руб. для 170 жильцов [11]. Снижение энергопотребления на 28 % эквивалентно уменьшению выбросов CO₂ приблизительно на 180 т/год.

Интегрированные системы безопасности обеспечивают снижение страховых премий на 20-30 % (~30-60 тыс. руб./год).

При комплексном учёте нематериальных эффектов совокупная выгода проекта в горизонте 25 лет значительно превышает прямую финансовую экономию, однако их монетизация требует специализированных исследований и не может являться самостоятельным основанием для инвестиционного решения без механизма государственной поддержки.

Обсуждение. Полученные результаты расширяют понимание проблемы диффузии технологий умных зданий в российских регионах. Принципиальное расхождение между высокой экономической эффективностью зарубежных проектов и отрицательным NPV в Чувашской Республике объясняется не техническими ограничениями применяемых систем, а фундаментальным разрывом в уровне тарифов: энергоресурсы в регионе в 4-5 раз дешевле, чем в ЕС. Это подтверждает вывод, имеющий общероссийское значение: методический аппарат оценки эффективности умных зданий, разработанный для западных условий, непригоден для прямого применения в регионах с субсидируемыми или регулируемым тарифами [3, 5].

Ключевым теоретическим вкладом исследования является количественная верификация разрыва между теоретическим (-44 %) и реализуемым (-28 %) эффектом энергосбережения. Этот разрыв - следствие взаимного перекрытия мероприятий, поведенческих факторов и ограничений режима эксплуатации - зачастую игнорируется в прогнозных расчётах, что приводит к систематическому завышению ожидаемого экономического эффекта [12]. Принятая консервативная оценка 28 % даёт более достоверную картину для принятия управленческих решений.

Анализ чувствительности показывает, что при прочих равных условиях единственный рычаг, способный сделать проект прибыльным в рамках нормативного срока службы без господдержки, - снижение стоимости оборудования на 38-40 %. Прогнозы мирового рынка IoT и BMS свидетельствуют о снижении стоимости компонентов на 8-12 % в год, что означает достижение «порогового» ценового уровня ориентировочно через 5-7 лет [13]. Таким образом, для объектов, закладываемых сегодня в проектирование, вопрос экономической окупаемости умных систем может стать актуальным уже к 2030-2032 годам.

Рост рыночной стоимости объекта (~24,5 млн руб.) и улучшение здоровья жильцов (~2-3 млн руб./год) де-факто компенсируют значительную часть дополнительных капитальных вложений (34,9 млн руб.), однако эти выгоды достаются разным субъектам: первая - застройщику и собственнику, вторая - жильцам и системе здравоохранения. Данное «расщепление» выгод является основанием для государственного участия в финансировании таких проектов.

Рекомендации по региональной политике

На основании результатов исследования разработан комплекс рекомендаций, адресованных трём группам участников инвестиционно-строительного процесса.

Для органов регионального управления Чувашской Республики

- Разработать и принять Региональную программу поддержки умных зданий на 2026-2030 годы с выделением субсидий 40-60 % дополнительных капитальных затрат для застройщиков, реализующих здания класса энергоэффективности А-В с установленной BMS.
- Создать региональный реестр объектов с цифровыми системами управления и связать наличие в реестре с преференциями при участии в государственных программах поддержки жилищного строительства.
- Включить требования к классу энергоэффективности и уровню автоматизации в региональные нормативы градостроительного проектирования (актуализация НГП Чувашской Республики).
- Организовать систему мониторинга фактической эффективности реализованных проектов для верификации расчётных данных и публичной отчётности.

- Инициировать создание регионального компетентностного центра по цифровому строительству и BIM на базе Чувашского государственного университета или НОСТРОЙ.

Для застройщиков и девелоперов

- Применять поэтапную стратегию модернизации: на первом этапе - мероприятия с наибольшей удельной эффективностью (теплозащита стен: 22,0 %/млн руб., погодозависимое регулирование: 19,0 %/млн руб.), на втором - системы учёта и освещения, на третьем - полноценная BMS.

- Закладывать в проектные решения BIM-модель уровня LOD 400 и инфраструктуру под будущее подключение BMS (кабельные трассы, серверные помещения, протокольные шины) уже на начальном этапе строительства - стоимость ретрофита позднее в 3-5 раз выше.

- Использовать нематериальные эффекты (рост рыночной стоимости, снижение страховых ставок) как аргументы в переговорах с банками-кредиторами и инвесторами.

- Принять участие в пилотных проектах в рамках национальной «Концепции цифровизации МКД до 2030 года» для получения методической поддержки и потенциального льготного финансирования.

Для эксплуатирующих и управляющих организаций

- Внедрять регламенты эксплуатации, опирающиеся на данные BMS и интеллектуальных счётчиков, - без квалифицированной эксплуатации реализуемый эффект экономии снижается на 30-50 % относительно проектного.

- Формировать долгосрочные сервисные контракты с интеграторами BMS, предусматривающие периодический аудит и обновление программного обеспечения.

- Обеспечивать регулярное обучение персонала в сертифицированных учебных центрах по системам BACnet / Modbus / KNX.

Выводы. При действующих тарифах Чувашской Республики (электроэнергия 4,41-4,96 руб./кВт·ч, теплоэнергия 2 000 руб./Гкал) комплексное внедрение технологий умного здания в типовом десятиэтажном МКД не обеспечивает экономической окупаемости в течение нормативного 25-летнего срока службы: NPV = -28,4 млн руб., DPP > 25 лет, IRR = 0,10 %. Критическим ограничением является разрыв между дополнительными капитальными затратами (34,9 млн руб.) и годовой экономией эксплуатационных расходов (0,364 млн руб.).

Установлено расхождение между теоретическим потенциалом снижения энергопотребления (-44 %) и реализуемым эффектом (-28 %). Наибольшую удельную экономическую отдачу обеспечивают теплозащита стен и погодозависимое регулирование отопления (22,0 и 19,0 %/млн руб. соответственно). Принятые климатические параметры г. Чебоксары по СП 131.13330.2018 (расчётная температура наиболее холодной пятидневки - 36 °С, продолжительность отопительного периода 217 суток, ГСОП = 4 969 °С·сут) соответствуют умеренно-холодному климату, при котором теплозащитные мероприятия формируют основной объём экономии тепловой энергии.

Определены пороговые условия инвестиционной привлекательности: снижение стоимости оборудования на 38-40 %, субсидирование 40-60 % ΔCAPEX или темп роста тарифов ≥ 17 % в год. При прогнозируемом удешевлении IoT-компонентов на 8-12 % ежегодно достижение «порогового» ценового уровня ожидается к 2030-2032 годам, что делает своевременное формирование региональной политики поддержки умных зданий стратегически обоснованным.

Комплексный учёт нематериальных эффектов (рост рыночной стоимости ≈ 24,5 млн руб., снижение заболеваемости жильцов, сокращение углеродного следа на ≈ 180 т CO₂/год, снижение страховых расходов) подтверждает общественную и экологическую ценность проектов, обосновывая необходимость государственного участия как механизма «монетизации» диффузных эффектов.

Предложенный методический подход, включающий разграничение прямых финансовых и нематериальных эффектов, анализ чувствительности и определение пороговых условий, применим для аналогичных регионов РФ с регулируемыми тарифами на энергоресурсы ниже среднероссийского уровня.

Список источников

1. Buckman A.H., Mayfield M., Beck S.B.M. What is a smart building? // Smart and Sustainable Built Environment. 2014. Vol. 3. No. 2. Pp. 92-109.
2. Wong J.K.W., Li H., Wang S.W. Intelligent building research: a review // Automation in Construction. 2005. Vol. 14. No. 1. Pp. 143-159.
3. ГОСТ Р 71866-2024. Системы киберфизические. Умный дом. Общие технические требования и методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2024.
4. ПНСТ 909-2024. Требования к цифровым информационным моделям объектов непромышленного назначения. Часть 1. Жилые здания. М.: Росстандарт, 2024.
5. Энергоэффективность, ресурсосбережение и возобновляемая энергетика в ЖКХ / под ред. В.В. Машковцева. Воронеж: ВГАСУ, 2019. 184 с.
6. Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Оценка инвестиционной эффективности энергоэффективных жилых зданий. Иваново: ПресСто, 2016. 276 с.
7. Фрейдкина Е.М. Оценка эффективности энергосберегающих мероприятий: учебное пособие. СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2018. 80 с.
8. СП 131.13330.2018. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. М.: Минстрой России, 2019.
9. Инвестиционные показатели NPV и IRR: практическое руководство по оценке проектов / под ред. А.В. Шапкина. М.: Дело, 2017. 256 с.
10. Оценка проектов повышения энергоэффективности на российских предприятиях в целях устойчивого развития // Записки Горного института. 2020. Т. 244. С. 415-423.
11. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М.: Минстрой России, 2021.
12. Методические рекомендации по расчёту энергетических паспортов многоквартирных домов / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. М.: Минстрой России, 2022. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru> (дата обращения: 14.03.2026).
13. Анализ рынка систем умного дома в России в 2020-2024 гг. Маркетинговое агентство BusinesStat. М., 2025. 65 с.
14. За 2020-2024 гг. оборот рынка систем умного дома в России увеличился в 2 раза и достиг 26 млрд руб. // РБК Маркетинг, 28.09.2025. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/16106/> (дата обращения: 17.03.2026).
15. Инвестиции в энергоэффективность в жилищном секторе в России: краткая записка для обсуждения политики. М.: Всемирный банк, 2021. 14 с.
16. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. 2-е изд. М.: Экономика, 2000. 421 с.

Сведения об авторах

Верендеева Ольга Сергеевна, студент магистратуры, 3-й курс, Инженерная академия, направление «Строительство», образовательная программа «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений в строительстве», Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), г. Москва, Россия
Абу Махади Мохаммед Ибрагим, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительства (промышленное и гражданское строительство), Инженерная академия, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), г. Москва, Россия

Вклад авторов: Верендеева О.С. - формулирование цели и задач исследования, сбор и анализ литературы, разработка методики оценки, подготовка текста статьи. Абу Махади М.И. - научное руководство, постановка проблемы и уточнение методологии исследования, критический анализ результатов, научное редактирование текста, формулирование итоговых выводов.