Министерство образования и науки Республики Казахстан

КАЗАХСТАНСКО-НЕМЕЦКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| МРНТИ 06.71.03  УДК 338.2, 620.9  № гос. регистрации 0118РК00395  Инв. № | «УТВЕРЖДАЮ»  Президент  профессор, д.э.н.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ласло Унгвари    «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2019 г. |

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

по теме:

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЖИЛИЩНОГО ХОЗЯЙСТВА В КАЗАХСТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: СТАНДАРТЫ И ФИНАНСОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

(промежуточный)

Научный руководитель проекта:

доктор PhD А.М. Тлеппаев

Алматы 2019

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Руководитель темы, доктор PhD |  | А.М. Тлеппаев  (введение, разделы 1-3, заключение, приложения) |
| Исполнители темы |  |  |
| Ведущий научн. сотрудник, доктор PhD |  | С.Ж. Зейнолла (разделы 2-3) |
| Ведущий научн. сотрудник, канд. экон. наук |  | А.А. Ажибаева  (раздел 1) |
| Старший научн. сотрудник, доктор PhD, канд. экон. наук |  | Н.А. Товма  (раздел 1) |
| Старший научн. сотрудник, канд. техн. наук |  | Н.Г. Борисова  (раздел 3) |
| Младший научный сотрудник |  | С.С. Абишова  (раздел 1) |
| Стажер-исследователь |  | Ж.М. Сулейменов  (раздел 1) |
| Стажер-исследователь |  | Н.Г. Жданова  (раздел 1) |
| Нормоконтролер |  | Д.М. Тюлюбаева |

РЕФЕРАТ

Отчет 56 с., 48 с. основного текста, 8 с. приложения, 10 рисунков, 14 таблиц, 42 источника, 6 приложений.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ЗДАНИЙ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭНЕРГОЕМКОСТЬ, ИНВЕСТИЦИИ.

Объект исследования: эффективность использования энергии во всех секторах экономической деятельности и способы ее повышения.

Цель работы - является разработка эффективной модели «энергоэффективности» зданий способствующая экономическому росту и повышению качества жизни населения.

Методы исследования: методологической основой отчета явились фундаментальные исследования отечественных и зарубежных авторов в области политики повышения энергоэффективности; методы статистического, сравнительного, логико-структурного и факторного (декомпозиционного) анализа; разработки в сфере формулирования и реализации комплексной государственной энергетической политики. Исполнители проекта владеют всеми известными методиками и имеют авторские свидетельства на инновационную методику.

Полученные результаты и новизна. В результате выполнения проекта за весь период реализации были: произведен сбор и обработка данных о финансовых показателях инвестиций в повышение энергоэффективности в зданиях для списка применимых финансовых продуктов; рассмотрен международный опыт рейтинговой оценки зеленого строительства; разработана методология рейтинговой оценки проектов энергоэффективности; разработаны предложения по активизации зеленой экономики на основе принципа ГЧП и внедрения энергосервисных контрактов, в том числе предложен бизнес-план на основе экспертизы здания; разработаны сценарии инвестиционного стимулирования энергоэффективности зданий.

Основные конструктивные и технико-экономические показатели: проведена экспертиза одного здания, разработаны инвестиционные предложения для снижения энергопотребления до 62% от текущего уровня.

Степень внедрения - подготовлен пакет рекомендаций по внедрению проектов энергоэфективности в деятельность частных компаний (имеются акты внедрения) и государственных органов Республики Казахстан.

Область применения – в системе жилищно-коммунального хозяйства, в промышленности для повышения энергоэффективности зданий и снижения энергопотребления.

Эффективность: определены прикладные инвестиционные инструменты.

За 2019 год участниками проекта опубликовано 6 статей, в том числе 2 работа в журнале входящим в БД Scopus и 2 на конференции входящих в базу данных Scopus и Web of science, выпущено одно учебное пособие и получено одно авторское свидетельство.

РЕФЕРАТ

Есеп 56 б., 48 б. негізгі мәтін, 8 бет. қосымшалар, 10 сурет, 14 кесте, 42 дереккөз, 6 өтінім.

ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІК, ҒИМАРАТТЫҢ ЭНЕРГИЯ ТҰТЫНУЫ, ЭНЕРГИЯ СЫЙЫМДЫЛЫҚ, ЭНЕРГИЯНЫҢ ЖҰМСАЛУЫ, ИНВЕСТИЦИЯЛАР.

Зерттеу нысаны: экономикалық қызметтің барлық салаларындағы энергия тиімділігі және оны арттыру жолдары.

Жұмыстың мақсаты - экономикалық өсуге және халықтың өмір сүру сапасын жақсартуға ықпал ететін ғимараттардың «энергия тиімділігі» тиімді моделін жасау.

Зерттеу әдістері: есеп берудің әдіснамалық негізі энергия тиімділігі саясаты саласындағы отандық және шетелдік авторлардың іргелі зерттеулері болды; статистикалық, салыстырмалы, логикалық-құрылымдық және факторлық (декомпозициялық) талдау әдістері; кешенді мемлекеттік энергетикалық саясатты қалыптастыру және іске асыру саласындағы даму. Жоба орындаушылары барлық белгілі әдістерге ие және инновациялық әдістеме үшін авторлық куәліктерге ие.

Алынған нәтижелер мен жаңалық. Жобаны іске асырудың нәтижесінде бүкіл іске асыру кезеңінде қолданылатын қаржы өнімдерінің тізімі үшін ғимараттардағы энергия тиімділігіне салынған инвестициялардың қаржылық көрсеткіштері туралы келесі мәліметтер жиналды және өңделді; жасыл рейтингісінің құрылуының халықаралық тәжірибесі қаралды; энергия тиімділігі жобаларының рейтингтік әдістемесі жасалды; МЖӘ қағидаты негізінде жасыл экономиканы жандандыру және энергетикалық қызмет көрсету келісімшарттарын, оның ішінде ғимараттың сараптамасына негізделген бизнес-жоспарды енгізу бойынша ұсыныстар әзірленді; ғимараттардың энергия тиімділігін инвестициялық ынталандыру сценарийлері жасалды.

Негізгі жобалық және техникалық-экономикалық көрсеткіштер: бір ғимаратқа сараптама жүргізілді, энергия тұтынуды қазіргі деңгейден 62% -ға дейін төмендету үшін инвестициялық ұсыныстар жасалды.

Іске асыру дәрежесі - жеке компаниялар мен Қазақстан Республикасының мемлекеттік органдарының қызметінде энергия тиімділігі жобаларын іске асыру бойынша ұсыныстар пакеті дайындалды.

Қолданылу саласы - тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық жүйесінде, өнеркәсіпте ғимараттардың энергия тиімділігін арттыру және энергия тұтынуды азайту.

Тиімділік: анықталған инвестициялық құралдар.

2019 жылы жоба қатысушылары 6 мақала жариялады, оның ішінде Scopus мәліметтер базасына енгізілген журналда 2 жұмыс және Scopus мәліметтер базасы мен Web of Science конференциясында 2 конференция, бір оқу құралы шығарылды және 1 авторлық куәлік алынды.

СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| ВВЕДЕНИЕ…………………………………………………………….……. | 7 |
| 1 ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ……………………..……………………… | 9 |
| 2 РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ………………………………………….... | 16 |
| 3 АКТИВИЗАЦИЯ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ ЧЕРЕЗ ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ ………………..……………….. | 30 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ ………………………………………………………….…. | 44 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ……………………..... | 46 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А - Классификация показателей энергоэффективности зданий.............................................................................................. ............... | 49 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Финансовые показатели мер энергоэффективности | 50 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В - Список опубликованных работ .................. ............... | 53 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г - Список охранных документов ……………………. | 54 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д - Список актов - внедрения полученного результата . | 55 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е - Перечень использованных зарубежных информационных ресурсов ………………………………………………… | 56 |

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем отчете о НИР применяются следующие обозначения и сокращения:

АТП – автоматизированный тепловой пункт;

ВВП – валовой внутренний продукт;

ГЧП – государственно-частное партнерство;

Дж. - джоуль;

ЕБРР - Европейский Банк Реконструкции и Развития;

ЕС - Европейский Союз;

КПД – коэффициент полезного действия;

МФИ - международные финансовые институты;

МЭА – международное энергетическое агентство;

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки;

ООН - Организация Объединённых Наций;

РК - Республика Казахстан;

США – Соединенные Штаты Америки;

т.н.э. – тонн нефтяного эквивалента;

т.у.т. – тонн условного топлива;

ТЭБ - топливно-энергетический баланс;

EED - Директива ЕС по энергоэффективности;

ЭСКО – энергосервисная компания;

UNIDO - Организация Объединённых Наций по промышленному развитию.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе эффективное экономическое развитие, заданное долгосрочными программными документами и направленное на достижение индикативных показателей требует значительных изменений во многих областях производства.

В условиях жесткой конкуренции на мировом рынке, любая страна, нацеленная на экономический рост и развитие должна осуществлять продуманные и последовательные шаги по созданию оптимальных условий для развития промышленного сектора. Как показывает зарубежная практика, для достижения высоких показателей реального роста экономики необходимы последовательные и конструктивные меры, направленные не только на открытие промышленных предприятий новой формации, но также и меры по совершенствованию имеющихся производственных мощностей. В этом вопросе не последнее место занимает реализуемая национальная политика в области повышения энергоэффективности. Как показывает опыт развитых стран, для гармоничного развития промышленности необходимо учитывать показатели энергоэффективности. Для стран, стремящихся повысить национальную конкурентоспособность, приходится всегда делать выбор: динамичное развитие или сохранение экологии и природных ресурсов, постоянно решать вопрос, как сохранить хрупкое экологическое равновесие и развивать не только промышленное производство, но и уровень жизни населения.

На сегодня перед Казахстаном стоят масштабные задачи по эффективному внедрению передового опыта по управлению показателями энергоэффективности в различных отраслях экономики. Не последнее место в данном направлении занимает передовой международный опыт, который позволяет использовать уже готовые решения с учетом особенностей и условия развития экономики республики.

На сегодняшний день энергоемкость промышленности и ЖКХ Казахстана в 4-5 раз выше, чем в европейских странах. На метр квадратный в Казахстане в среднем приходится 13,8 кг н.э. (162 кВтч на м2), а в Германии и Франции 3,24-3,76 для квартир (38-43,7 кВтч) и 7,2-8,2 для индивидуальных домов (83,7-95 кВтч). Причиной такого превышения, помимо климатических, является износ жилого фонда. Примерно 70% зданий в Казахстане были построены в период между 1950-ми и 1980-ми годами прошлого столетия и не отвечают современным требованиям по теплоизоляции, что обуславливает значительные теплопотери. Потери ресурсов в других системах жизнеобеспечения населения в 3-4 раза превышают нормативные, что отражается в завышенных тарифах на услуги ЖКХ.

Республика Казахстан располагает потенциалом энергосбережения, который способен решать задачу обеспечения экономического роста страны. Данный потенциал сопоставим с приростом производства всех первичных энергетических ресурсов и оценивается в 20-30% снижения спроса на энергию, или примерно в 4,6 млн. тонн условного топлива в год, или порядка 2 млрд. долларов.

Цель работы – разработка эффективной модели «энергоэффективности» зданий способствующая экономическому росту и повышению качества жизни населения.

В 2019 году осуществлены этапы работы по теме проекта, включающий сбор и обработку данных о финансовых показателях инвестиций в повышение энергоэффективности в зданиях для списка применимых финансовых продуктов, разработку методологии рейтинговой оценки проектов энергоэффективности, предложений по активизации зеленой экономики на основе принципа ГЧП и внедрения энергосервисных контрактов, в том числе предложен бизнес-план мер энергоэффективности здания. Участниками исследования был проведен обзор текущей литературы и проанализированы методологические подходы исследователей и государственных органов развитых стран по вопросам международного опыта инвестиционного стимулирования проектов энергоэффективности в ЖКХ и промышленности, энергосервисных контрактов, рейтинговой оценки зеленого строительства, проведен сбор доступной статистической информации по Казахстану и странам мира с использованием баз данных Международного энергетического агентства, Odyssee – Mure, Агентства РК по статистике, рассчитаны инвестиционные затраты на внедрение энергоэффективных мер в жилых домах, произведены математические расчеты потребления энергии зданием и сценарии финансового моделирования затрат на энергосбережение.

Результаты исследования за данный этап позволяют произвести формирование методической, нормативной и информационной базы перехода к энергоэффективной экономике на основе лучших мировых практик повышения энергоэффективности, включая:

- разработку новых механизмов инвестирования и экономического стимулирования;

- анализ методов оценки зеленого строительства в контексте устойчивого развития;

- исследование и адаптацию международного опыта в рейтинговой оценке проектов энергоэффективности с учетом жизненного цикла здания;

- моделирование инвестиционных затрат на повышение энергоэффективности здания.

Данные результаты изложены в настоящем отчете. В соответствии с программой работ и календарным планом, исполнителями проекта «Повышение энергоэффективности промышленности и жилищного хозяйства в Казахстане с использованием инновационных технологий: стандарты и финансовые инструменты» были выполнены все цели и задачи, поставленные на данный период.

1 ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Повышение энергоэффективности, являясь выполнимой задачей способствует укреплению энергетической безопасности, оздоровлению окружающей среды и улучшению качества жизни. Энергоэффективность можно считать «первым топливом» экономики, так как именно здесь заключены самые лучшие возможности более эффективного использования ресурсов, поддержки экономического роста и сокращения издержек на энергию.

Несмотря на необходимость значительного увеличения инвестиций в повышение энергоэффективности в ближайшие годы, в 2018 году рост замедлился по сравнению с предыдущими годами, когда они оставались относительно невосприимчивыми к общей тенденции снижения инвестиций в энергетику в мире.

Всего в энергоэффективность в зданиях, транспорте и промышленности было инвестировано 240 миллиардов долларов США по данным МЭА (против 236 млрд. в 2017). Эта стагнация роста инвестиций в энергоэффективность была в основном результатом снижения расходов на энергоэффективные здания. Тем не менее, инвестиции в повышение энергоэффективности должны значительно увеличиться в ближайшем будущем для достижения глобальных целей в области устойчивого развития [1].

Строительный сектор по-прежнему является крупнейшим направлением вложения средств на повышение энергоэффективности. Однако рост инвестиций в энергоэффективность зданий замедлился. В 2018 году он по данным МЭА сократился на 2% до 139 миллиардов долларов США благодаря снижению расходов в Европе, особенно в Германии [1].

Падение инвестиций в Европе произошло в основном из-за значительного сокращения государственной поддержки мер по повышению энергоэффективности по сравнению с 2017 годом. Во Франции и Великобритании, двух крупнейших европейских рынках энергоэффективности, инвестиции оставались на прежнем уровне, а в Германии они упали. Несмотря на то, что государственный бюджет на гранты и займы для энергоэффективного жилищного строительства и ремонта был пересмотрен в 2018 году, он остается ключевым драйвером рынка энергоэффективного строительства в Германии.

В Китае инвестиции в недвижимость увеличивались примерно на 6% в год с 2015 года, составив более чем 1,8 трлн долларов США в 2018 году. В результате расходы на повышение энергоэффективности зданий с 2015 года выросли на 33% и составили около 27 миллиардов долларов США в 2018 году, хотя уровень оставался стабильным с 2017 года [1].

В других секторах: инвестиции в энергоэффективность в промышленности в 2018 году составили менее 40 млрд. долл. США. Хотя общие инвестиции в энергоэффективность в промышленности были относительно постоянными с 2015 года, структура рынка меняется в связи с ростом доли Китая. Эта тенденция отражает продолжающуюся модернизацию промышленного сектора Китая и продолжающиеся усилия по повышению энергоэффективности, что обусловлено правительственными программами, поощряющими инвестиции энергосервисных компаний (ЭСКО). Другим важным источником в энергоэффективность промышленного производства в Азиатско-Тихоокеанском регионе является Индия, где наблюдается рост почти на 5% [1].

Увеличение инвестиций в энергоэффективность требует от страны комплексного подхода к преодолению имеющихся препятствий. Как правило, только одновременное принятие мер на нормативно-правовом, экономическом, финансовом и социально-политическом уровнях обеспечивает успешное создание и последующее улучшение условий для деятельности национальных и международных инвесторов по повышению энергоэффективности в той или иной стране.

Перейдем к рассмотрению основных традиционных финансовых инструментов в целях повышения энергоэффективности. В первую очередь, цены представляют собой основной стимулирующий фактор с точки зрения инвестиций в энергоэффективность, так цены на энергоресурсы оказывают значительное влияние на использование последних для целей отопления помещений и нагрева воды, а также влияют на выбор топлива, на удельный вес электроэнергии, используемой для тех нужд, для которых могут использоваться другие виды топлива (например, в случае отопления помещений и нагрева воды). В странах СНГ цены на энергоресурсы по-прежнему ниже их себестоимости.

В сравнении с другими странами стоимость коммунальных услуг в Казахстане выглядит следующим образом (согласно данным Министерства национальной экономики РК на брифинге от 20.12.2018) [2]:

- стоимость электроэнергии в Казахстане составляет **0,03** цента США (кВтч), как и в Узбекистане и Украине, при этом в Белоруссии - **0,06** цента США, в России - **0,07** цента США, Англия - **0,17** цента США, Франция – **0,19** цента США и Германия – **0,35** цента США;

-  стоимость водоснабжения в Казахстане составляет **0,11** цента США (м3), в Узбекистане - **0,10** цента США, в Украине – **0,09** цента США, при этом в Белоруссии - **0,39** цента США, в России - **0,44** цента США, Германия – **1,01** цента США, Англия - **1,75** цента США и Франция – **4,41** цента США;

-  стоимость теплоснабжения в Казахстане составляет 6,53 цента США (Гкал), при этом в Белоруссии - 8,23 цента США, в Узбекистане - 9,73 цента США, в Кыргызстане – 11,35 цента США, в России - 22,56 цента США, в Украине – 39,69 цента США, Англия - 71,25 цента США Германия – 83,3 цента США и Франция – 90,6 цента США.

Низкие тарифы ослабляют стимулы к повышению энергоэффективности. Опыт Венгрии показывает, что тарифы, основанные на фактических затратах, в значительной степени улучшают условия окупаемости инвестиций в энергоэффективность – как в производственной сфере, так и в ЖКХ.

Следующим важным пунктом в вопросах энергоэффективности является политика проводимая в отношении коммунальных предприятий. Здесь распространенной мерой является тарификация с учетом реальных затрат и реформы в области субсидирования цен на энергию. Смещение акцентов в энергетическом субсидировании с целью поощрения более рациональных инвестиций снижает нагрузку на госбюджет и позволяет инвестировать в более экономичные альтернативы, как то повышение энергоэффективности, во всех сегментах рынка.

Следующим по распространенности финансовыми инструментами являются государственные гранты или государственные программы поддержки, призванные обеспечить финансирование важных проектов, которые не получают достаточного финансирования за счет ресурсов частного сектора. Одним из инструментов данного направления являются программы прямой поддержки со стороны государства, в которых определенная доля (до установленного максимального предела) общей суммы инвестиций на цели энергоэффективности оплачивается государством. Примером программы прямой поддержки является программа, используемая во Франции, где каждый собственник недвижимости может обратиться за получением гранта с целью повышения энергоэффективности своего постоянного жилья (то есть собственник должен проживать в нем не менее восьми месяцев в году), если его доход не превышает определенного уровня, устанавливаемого в зависимости от семейной ситуации и географического места нахождения. Грант обычно составляет 20% осуществляемых инвестиций и не может превышать 2000 евро. Еще одним интересным примером является программа Правительства Голландии, которая стимулирует домохозяйства с невысоким доходом к осуществлению мер в сфере энергоэффективности с помощью схемы грантов TELI согласно докладу (Energy Charter Secretariat, 2004). Люди, чьи доходы невысоки, нередко живут в старых домах с плохой термоизоляцией. Программа позволяет найти средства на улучшение термоизоляции и покупку энергоэффективных средств бытовой техники [3-5].

Альтернативными формами финансовой поддержки со стороны государства являются беспроцентные кредиты и гранты, покрывающие процентные выплаты, а также гарантии, предоставляемые правительством. В некоторых случаях управление ими осуществляет государственный орган, в других случаях правительство делегирует задачу по управлению какому-либо банку. В этом случае требования к инвестору более жесткие, чем в случае программ прямой поддержки, поскольку здесь предоставляется кредит, который должен погашаться, хотя его условия более выгодны, чем условия коммерческих кредитов.

Одним из важнейших направлений, с точки зрения финансовых аспектов, являются налоговые льготы. Можно выделить шесть фискальных аспектов, особенно важных в этой связи: специфические энергетические налоги, налоговые льготы, налог на прирост капитала, налог на имущество, НДС и ускоренную амортизацию (или произвольное начисление износа). Так, например, энергетический налог также может обеспечивать поступление в государственный бюджет доходов, которые могут использоваться для финансирования мер по энергоэффективности. Во Франции льготы по подоходному налогу используются для того, чтобы помочь финансировать инвестиции на цели повышения энергоэффективности. В других странах предусматривается освобождение от уплаты импортных пошлин на энергоэффективное оборудование и товары, используемые для производства энергосберегающих ламп. Опыт Словакии показывает, что механизм предоставления такого освобождения не должен быть чересчур жестким и что информация о возможности получить такое освобождение должна быть общедоступной [3-5].

Одним из перспективных направлений является развитие добровольных соглашений между государством и частным сектором (ГЧП). Цель таких программ заключается в достижении согласованных целевых показателей, касающихся энергоэффективности, сокращения объема выбросов в окружающую среду или разработки той или иной технологии. В обмен на свою работу компании могли получать налоговые льготы, техническую поддержку, энергетические обзоры или вознаграждение в какой-либо иной форме. В качестве примера, в Нидерландах накоплен значительный опыт добровольных соглашений, так называемых долгосрочных соглашений (ДСС), которые использовались в качестве механизма, позволяющего объединить добровольный и обязательный подходы к проблеме. Соглашения обычно заключаются между правительством (в лице Министерства экономики) и представителями экономических секторов [4].

В настоящее время широко практикуется инструмент «белых сертификатов». Это документ, подтверждающий достижение определенного снижения энергопотребления. Основной принцип белых сертификатов заключается в установлении целевых показателей эффективности в области энергетики и наложении обязательств на энергетические компании по достижению этих показателей [6]. Государство вмешивается в рыночные процессы ценообразования данных сертификатов, чтобы остановить снижение цен и стимулировать инвестиции в различные типы проектов, например, с более высокой социальной ценностью, или для ограничения расходов потребителей.

Дания является одной из стран где «белые сертификаты» эффективно работают. Здесь поощряется эффективная экономия энергии. Система включает в себя третьи стороны и содержит прочную систему проверки и измерения. Датская схема лучше работает в торговом и промышленном секторах. Это показывает адаптивность «белых сертификатов» и использование их в качестве эффективного инструмента политики [7]. Однако, эффект, оказываемый «белыми сертификатами», трудно отличить от воздействия других инструментов политики и от случайных побочных выгод, обусловленных действием сторонних факторов.

Другой инструмент как энергосервисный контракт должен гарантировать ожидаемую в результате проводимых мероприятий экономию первичных энергоресурсов, которая в модели ГЧП имеет отражение как соответствующий финансовый поток, гарантирующий возврат вложенных средств.

Объем глобального рынка ЭСКО достиг 30 млрд. долл. США. Китай является крупнейшим рынком ЭСКО, где благоприятные параметры государственной политики способствуют принятию мер по повышению эффективности посредством ЭСКО с использованием таких мер как налоговые льготы, специальные директивы и благоприятная система учета. В частности, в промышленном секторе это привело к быстрому росту рынка. В Индии в течение последних лет большую часть энергетического рынка занимает «супер ЭСКО» - Energy Efficiency Services Limited (EESL). Компания использует массовые государственные закупки высокоэффективного оборудования по низким ценам, распределяет его потребителям и возмещает расходы за счет счетов за электроэнергию, которые тем не менее ниже, чем они были бы. К июню 2018 года EESL распределила более 300 миллионов светодиодов [1, 8].

Большинство соглашений между заказчиками и ЭСКО подкреплены контрактами на энергоэффективность, которые определяют текущие платежи и обязывают ЭСКО устанавливать оборудование и гарантировать экономию энергии.

ЭСКО (энергосервисные компании) обычно считаются важным средством увеличения инвестиций в повышение энергоэффективности.  
На итальянском рынке белых сертификатов удалось стимулировать финансирование ЭСКО. Примером этого является решение HeraGroup, итальянской электротехнической и водохозяйственной службы, создать сертифицированную ЭСКО, которая предоставляет услуги по энергосбережению для клиентов и приобретает соответствующие сертификаты, позволяя материнской компании выполнять свои обязательства. Этот шаг был подкреплен развитием навыков и опыта в Hera Group для реализации проектов в области энергоэффективности в рамках собственных бизнес-операций для достижения своей цели. Чтобы поддерживать поток белых сертификатов и использовать новую базу навыков, компания начала предоставлять сертифицированные услуги ЭСКО другим компаниям. В настоящее время он получил почти 3,5 раза больше белых сертификатов от внешних компаний, чем от своих собственных операций, как правило, с меньшими затратами, обеспечивая сбережение первичной энергии более 0,35 млн. т.н.э. в течение срока службы проектов [8].

Вышеперечисленные финансовые методы или инструменты (тарифообразование и государственные программы) можно отнести к группе традиционных, доказавших свою состоятельность. Рассмотрим инновационные методы применения финансовых инструментов с использованием привлечения средств пенсионных фондов, фондового и кредитного рынка, механизмов страхования и краудфандинга, с тем чтобы мобилизовать финансовые ресурсы с меньшими затратами.

Чтобы мобилизовать финансовые ресурсы с меньшими затратами, которые бы максимально соответствовали лучшему соотношению «риск/доходность» в программах энергоэффективности, специалисты по финансам активно изучают также возможности использования средств пенсионных фондов, механизмов страхования и краудфандинга.

Новые инструменты появляются на рынке облигаций, например, инициатива по выпуску климатических облигаций представляет собой международное, ориентированное на инвесторов некоммерческое предприятие, имеющее целью мобилизовать ресурсы фондового рынка. Облигации чаще всего выпускаются для финансирования программ по развитию низкоуглеродной инфраструктуры, такой как современные железные дороги, их используют и для привлечения средств на энергоэффективности, включая производство энергосберегающих бытовых приборов и электромобилей.

Общий выпуск зеленых облигаций для энергетического сектора, который выступает в качестве важного источника вторичного финансирования при подключении рынков долгового капитала к компаниям и проектам в энергетике и других секторах, которые приносят экологические выгоды, в 2018 году вырос до почти 170 миллиардов долларов США по данным МЭА. Рост, в 3%, значительно замедлился по сравнению с почти с 100% в 2016 году и более чем 80% ростом в 2017 году, чему способствовали высокие объемы транзакций по ипотечным ценным бумагам программы Green Rewards Федеральной национальной ипотечной ассоциации США по энергетике и повышению эффективности использования воды для многоквартирного жилья в Соединенных Штатах [1, 9].

Выпуск зеленых облигаций для повышения энергоэффективности, который был ведущим сектором в 2017 году, сократился на 8% в 2018 году до чуть более 45 миллиардов долларов США. Исторически, возобновляемые источники энергии и облигации смешанного использования доминируют в выпуске зеленых облигаций в энергетическом секторе. В 2018 году облигации смешанного использования вновь захватили большую часть рынка.

Европа является крупнейшим рынком зеленых облигаций, где выпущены зеленые облигации на сумму 184,2 млрд долларов США. Рост эмиссии зеленых облигаций для целей повышения энергоэффективности наблюдается в Азиатско-Тихоокеанском регионе и Европе, в то время как снижение произошло в основном в Соединенных Штатах [9].

Перспективным представляется использование краудфандинга в финансировании проектов по энергоэффективности, который предполагает сбор относительно скромных индивидуальных пожертвований среди многочисленной группы лиц (в отличие от крупных сумм, вносимых небольшим числом инвесторов) и обычно осуществляется через Интернет, нередко с использованием социальных сетей. Европейская комиссия рассматривает краудфандинг как новый, альтернативный источник финансирования и занимается изучением возможностей и рисков, связанных с этим появившимся сравнительно недавно и быстро набирающим популярность финансовым механизмом.

Банковский сектор также должен участвовать в финансировании проектов по энергосбережению и увеличению энергоэффективности. В этих целях в зарубежной практике имеются примеры отдельных специализированных банков, которые финансирует только те компании, которые вносят конструктивный вклад в решение социальных, экологических и культурных задач. Отметим, что наиболее общим подходом остается модель банка, управляющего государственными кредитами в целях энергоэффективности. Используя уже существующие финансовые учреждения, правительство. может пользоваться преимуществами существующих процедур и навыков управления кредитами. В качестве примера банков, управляющих государственными средствами, выделенными на цели энергоэффективности, можно назвать Чехословацкий Торговый банк (CSOB), который управляет Фондом энергосбережения PHARE (ESF), Венгерский кредитный банк, который осуществляет управление Фондом кредитования проектов в области энергоэффективности (EECF); этот фонд создан в рамках программы энергосбережения, которую осуществляет German Coal Aid Fund, а также Польский банк защиты окружающей среды, который осуществляет управление фондом EcoFund [4].

В итоге, как мы видим, в числе основных финансовых инструментов привлечения внебюджетного финансирования можно предложить: схема торговли квотами на выбросы парниковых газов; схемы энергоэффективных обязательств энергоснабжающих компаний - «белые сертификаты»; тарифные надбавки; экологические налоги, включая налоги на энергию; кредитная политика; энергосервисные контракты; стандарты энергоэффективности для типового генерирующего оборудования; фонды энергосбережения; бюджетные субсидии; налоговые льготы; налоговые кредиты; гарантии по займам; поддержка НИОКР в развитии энергоэффективных технологий.

Внедрение передового опыта приносит пользу лишь в том случае, когда учитываются местные особенности. Подходы, которые зарекомендовали себя при определенных условиях, не обязательно способны принести такой же успех в иной ситуации, однако такие инструменты как льготное кредитование со стороны государственных «суперЭСКО», зеленые облигации и «белые сертификаты» зарекомендовали себя как в развитых странах Европы и Америки, так и в развивающихся странах. При их внедрении необходимо тщательно анализировать потребности местного рынка и собственные специфические приоритеты в сфере энергоэффективности для конструирования индивидуальных параметров стимулирования энергосбережения.

2 РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Инвестиционная привлекательность проектов в области энергоэффективности зависит от использования разнообразных инструментов оценивания. В мировой практике широко используется несколько методов и индикаторов экономической и финансовой оценки проектов повышения энергоэффективности в зданиях: простой срок окупаемости или редко используемая обратная ему величина среднего годового дохода на единицу капитальных вложений; показатель чистой дисконтированной стоимости и производные от него характеристики: индекс доходности, внутренняя норма доходности, срок окупаемости простой и при дисконтировании затрат и др.; стоимость экономии энергии; стоимость цикла жизни здания. Каждый из этих индикаторов имеет свои преимущества и ограничения по применению [10].

Среди самих показателей энергоэффективности выделяют 5 групп: по методам измерения, по типу зданий, по целостности зданий, по стадиям жизненного цикла зданий, по видам измерений, соответственно представленным группам сформированы группы показателей, объединенных по определенным признакам (Примечание А) [11].

На основании финансовых, технических, экологических и социальных показателей разработаны в различных странах методологии экологической оценки строительства зданий, из которых наиболее известны следующие: LEED – руководство по энергетическому и экологическому проектированию (США); BREEAM – метод экологической экспертизы (Великобритания); DGNB – сертификат устойчивого строительства (Германия), Стандарт СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 - Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания (Россия) и др. Финансовые показатели при оценке строительства здания описаны в концепции оптимальной стоимости (cost-optimal methodology), которая стала широко применяться после принятия Директивы 2010/31/EC об энергетических характеристиках зданий. Данная методология обсуждается в различных исследованиях: Araujo и др. (2016), Ascione и др. (2016), Atanasiu и др. (2013), Ballarini et al. (2017), Becchio и др. (2015), Hamdy и др. (2017), Haase и др. (2015), Enseling и Loga (2013), Leutgöb и Rammerstorfer (2013), Ortiz и др. (2016), Pikas и др. (2015), Tadeu и др. (2016) [12-22].

На основе предыдущих стандартов и исследований была разработана рейтинговая оценка для оценки привлекательность проектов энергоэффективности. Определяется рейтинг путём анализа количественных и качественных факторов. Рейтинг проектов энергоэффективности – это мнение об общей привлекательности данного проекта для инвесторов и его потенциале развития. Рейтинговая система оценивает проекты энергоэффективности по 3 основным категориям. Каждый из критериев выражается одним или группой индикаторов. В таблице 1 предложены рейтинговые критерии оценки проектов энергоэффективности.

Таблица 1 - Рейтинговые критерии оценки проектов энергоэффективности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Критерий | Параметр | Баллы (максимальный) |
| Энергосбережение и энергоэффективность | | 35 |
| Расход тепловой энергии на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию здания | Экономия тепловой энергии достигается за счет энергосберегающих мероприятий в системе отопления. | От 2 до 16 в зависимости от категории энергоэффективности |
| Расход электроэнергии | Удельный расход электроэнергии на освещение мест общего пользования относительно нормативного показателя и использование энергоэффективного освещения | 6 |
| Расход первичной энергии на системы инженерного обеспечения | Энергоэффективность оборудования согласно стандартам ЕС | От 1 до 8 в зависимости от категории энергоэффективности |
| Контроль потребления | Наличие автоматического теплопункта и индивидуального контроля и регулировки потребления тепла | 5 |
| Устойчивое и экологическое развитие | | 30 |
| Применение вторичных ресурсов | Применение систем вторичного использования ресурсов (вентиляция с рекуперацией тепла и т.п.) | 6 |
| Использование возобновляемых ресурсов | Применение теплонаносной системы для горячего водоснабжения | 6 |
| Автоматизация процессов контроля расхода | Применение автоматических систем контроля освещения, влажности и воздухообмена | 6 |
| Соответствие нормам светового комфорта (инсоляция здания) и влажности | Соответствие инсоляции нормативным коэффициентам естественной освещенности и соблюдение расстояния между зданиями согласно СП РК 2.04-104-2012 и СП РК 3.01-101-2013 | 6 |
| Качество организации сбора и утилизации отходов | Наличие пунктов раздельного мусора в пределах квартала | 6 |
| Экономическая эффективность | | 35 |
| Стоимость жизненного цикла здания на м2 здания при NPV>0 | Полная дисконтированная стоимость владения, эксплуатации, ремонта и утилизации здания в течение периода времени к соответствующей величине по объекту-аналогу или эталону | 20 |
| Стоимость годовых эксплуатационных затрат на м2 здания | Отношение среднегодовой стоимости затрат по эксплуатации жилого здания к затратам по объекту-аналогу или эталону | 6 |
| Срок окупаемости | Сравнение срока окупаемости по отношению к объекту-аналогу или эталону | 6 |
| Примечание – составлено авторами на основании [12-25] | | |

Для оценки общего потенциала производим суммирование частных параметров:

1) Сбор информации и показателей, характеризующих каждый частный параметр, необходимый для оценки общего потенциала.

2) Расчёт интегрального показателя параметра по разделу.

3) Расчёт интегрального показателя общего показателя.

4) Присвоение рейтинга энергоэффективности проекта.

5) Анализ результатов оценки рейтинга энергоэффективности.

При расчете рейтинга энергоэффективности важно понимать, что стоимость жизненного цикла проекта наиболее чувствительна к изменению уровня затрат на энергоэффективные мероприятия (см. рисунок 1).

Более высокий уровень инвестиций

Более высокий уровень энергоэффективности

Рисунок 1 – Взаимосвязь инвестиционных затрат и уровня энергоэффективности

Примечание – составлено авторами

Окончательная рейтинговая оценка проводится на основании полученной суммарной величины показателя.

В зависимости от суммы баллов, набранных в результате определения величины баллов, проекту (зданию) присваивается один из семи рейтингов: A, B, C, D, E, F, G (таблица 2).

Таблица 2 - Рейтинговая шкала проектов энергоэффективности

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| фактор,  баллы | 90-100 | 75-90 | 60-75 | 45-60 | 30-45 | 15-30 | 0-15 |
| Классы  оценки | A | B | C | D | E | F | G |
| Примечание – составлено авторами на основании [12-25] | | | | | | | |

Схематически процесс взаимосвязи критериев показано на рисунке 2.

Определение рейтингуемого объекта (здание: новое или существующее или проекта мер энергоэффективности)

Определение мер по повышению энергоэффективности

Определение финансово-экономических условий

Определение технических условий

Подсчет достигаемых технических условий по энергоэффективности

Подсчет достигаемых финансово-экономических условий (СЖЦ, NPV и т.д.)

Сравнение финансово-экономических характеристик технических параметров

Сравнение достигаемых технических параметров

Определение оптимального варианта проекта энергоэффективности

Присвоение рейтинга проекту

Рисунок 2 – Схема присвоения рейтинга проектам энергоэффективности

Примечание – составлено авторами

В факторе «энергосбережение и энергоэффективность» анализируются параметры энергоэффективности. Согласно Закону Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» от 13 января 2012 года № 541-IV ЗРК данные понятия обозначают [26]:

- энергетическая эффективность (энергоэффективность) - характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта;

- энергосбережение - реализация организационных, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов.

Рейтинговые параметры по данному разделу определяются по рисунку 3.

Рисунок 3 – Критерии по разделу Энергосбережение и энергоэффективность

Примечание – составлено авторами

По расходу тепловой энергии на отопление необходимо определить удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период: количество тепловой энергии за отопительный период, необходимое для компенсации тепловых потерь здания с учетом воздухообмена и тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в здании, отнесенное к единице отапливаемой площади или отапливаемого объема здания.

Согласно удельному расходу определяется класс эффективности здания согласно таблице 3 и присваивается количество баллов от 16 за самое энергоэффективное (А++, А+) до 2 за здание классом G. Шкала базируется на конечном энергоиспользовании однодомных и многоквартирных комплексов согласно стандартам стран ЕС - Австрии и Чехии. Энергопотребление включает отопление, приготовление горячей воды, механическую вентиляцию, освещение и дополнительные энергетические нужды для стандартного использования здания.

Таблица 3 - Класс энергоэффективности зданий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс энергоэф-фективности | Энергопотребление, кВт∙ч/(м2∙год) | Примечание |
| А++  А+ | менее 25 | стандарт пассивного дома |
| А | менее 40-50 | дом с ультра низким энергопотреблением |
| В | менее 80-90 | дом с низким энергопотреблением |
| С | менее 120-140 | дом, соответствующий строительным нормам и правилам |
| D | менее 160-190 | старые здания, не прошедшие санацию |
| E | менее 200-240 |
| F | менее 280 |
| G | 280 и более |
| Примечание – составлено авторами на основании [27] | | |

Расход электроэнергии на освещение общественных зон определяется по таблице 4 и присваивается 6 баллов за соблюдение нормативного показателя и наличие светодиодного освещения, 3 балла превышение в 10-20% и 0 за несоответствие.

Таблица 4 - Базовый уровень удельного расхода электроэнергии на системы освещения общественных зон жилых зданий, кВт·ч/(м2·год)

|  |  |
| --- | --- |
| Общественные зоны | Показатель |
| Межквартирные и лифтовые холлы, лестничные клетки и входные группы без естественного освещения | 30,0 |
| Лифтовые холлы, лестничные клетки, входные группы с естественным освещением | 20,0 |
| Примечание – составлено авторами на основании [28] | |

Расход первичной энергии на системы инженерного обеспечения определяется уровнем энергоэффективности оборудования. Класс энергоэффективности маркируется по 7 основным классам, от А (самый низкий расход) до G (самый энергозатратный), в зависимости от количества кВт, потребляемых техникой.  После достижения продукцией класса энергоэффективности А добавляются дополнительные классы А+, А++, А+++.

Нужно понимать, что показатель энергоэффективности позволяет обратить внимание на более экономичную модель от нормативного «стандартного» оборудования. Также паспорт оборудования содержит показатель энергопотребления, и это – наиболее важная характеристика, так как она отражает годовой расход электроэнергии в кВт/ч.

Согласно Директивам Комиссии ЕС по транспорту и энергетике 92/75/CEE, 95/12/CE, 94/2/CE, 2003/66/CE, 96/89/CE и др., на большинстве бытовой техники, легковых автомобилях, упаковках лампочек ключевые потребительские характеристики товара должны указываться на этикетке энергоэффективности (Directive 2009/125/EC).

Согласно Директиве 2010/30/ЕС маркировать классом энергоэффективности можно как бытовое, так и промышленное оборудование. Маркированная этикетка, кроме класса энергоэффективности, так же содержит информацию о технических характеристиках изделия в зависимости от его типа.

Согласно маркировке класса эффективности здания присваивается количество баллов от 8 за самое энергоэффективное (А+++, А++, А+) до 1 за класс G (или отсутствие маркировки).

За наличие автоматического теплопункта, индивидуального квартирного счетчика потребления энергии и регулировки потребления дается 5 баллов, за наличие только общедомового автоматического теплопункта дается 3 балла и за отсутвие данных элементов – 0 баллов.

Если автоматическое регулирование температуры отопления ограничивается ЦТП (центральным тепловым пунктом), то система соответствует неэффективному классу D, поскольку теплоноситель одной температуры подается в в разные помещения здания с разной потребностью в отоплении. Для того чтобы соответствовать хотя бы стандартному классу С, необходимо обеспечить покомнатное регулирование температуры хотя бы одним из перечисленных способов: радиаторными вентилями, термостатами, комнатными контроллерами и т. д. Для класса В нужно организовать покомнатное регулирование температуры с коммуникацией между контроллерами и центральной станцией. Коммуникация в виде обратной связи позволяет извлечь дополнительный потенциал экономии в системе отопления. И наконец, чтобы соответствовать классу А, необходимо обеспечить покомнатное регулирование температуры с коммуникацией между контроллерами и центральной станцией плюс контроль присутствия человека в помещении [29]. Таким образом, чем выше уровень автоматизации, тем больше возможностей для извлечения потенциала экономии в инженерных системах.

В факторе «устойчивое и экологическое развитие» анализируются параметры экологичности жилья. Параметры по разделу устойчивое и экологическое развитие показаны на рисунке 4.

Рисунок 4 – Критерии по разделу Устойчивое и экологическое развитие

Примечание – составлено авторами

За первый параметр – использование вторичных ресурсов – дается максимально 6 баллов за использование систем вторичного использования ресурсов (вентиляция с рекуперацией тепла и/или нагрев от канализационных стоков и т.п.).

По второму параметру дается максимально 6 баллов за применение одной или несколько систем использования возобновляемых ресурсов, таких как теплонасосы либо солнечные панели. Тепловой насос – термодинамическая установка, в которой теплота от низкопотенциального источника передается потребителю при более высокой температуре. Источником тепла для этой машины может служить практически любая среда: грунт, вода, воздух, скальные породы и многие другие. Забирая тепло, например из грунта на глубине более 15-20 метров, где температура постоянна на притяжении всего года и составляет до 10С0, мы получаем теплоноситель температурой до 100С0. Такой теплоноситель можно использовать напрямую в системе отопления зданий или пускать на выработку электроэнергии. При этом затрачивается механическая энергия.

В качестве природных источников тепла могут быть использованы [30]:

- тепло земли;

- подземные воды;

- вода водоемов;

- наружный воздух.

В качестве искусственных источников тепла могут выступать:

- удаляемый вентиляционный воздух;

- канализационные стоки;

- промышленные сбросы;

- тепло производственных процессов;

- бытовые тепловыделения.

Системы тепловых насосов по их операционному назначению делятся на две основные категории [29]:

- тепловые насосы только для отопления и/или горячего водоснабжения, применяемые для обеспечения комфортной температуры в помещении и/или приготовления горячей воды;

- интегрированные системы на основе тепловых насосов, обеспечивающие отопление помещений, охлаждение, приготовление горячей воды и утилизацию отводимого воздуха.

По третьему параметру автоматизация процессов контроля дается 6 баллов за наличие систем контроля освещения, влажности и воздухообмена и 0 в противном случае.

Влажность и температура должна соответствовать параметрам таблицам 5 и 6.

Таблица 5 –Оптимальная температура и допустимая относительная влажность воздуха внутри здания для холодного периода года

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип здания | Температура воздуха внутри здания t,°С | Относительная влажность внутри здания %, не более |
| Жилые | 20 -22 | 55 |
| Примечание – составлено авторами на основании [31-32] | | |

Таблица 6 –Допустимые температура и относительная влажность воздуха внутри здания для теплого периода года

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип здания | Температура воздуха внутри здания t,°С | Относительная влажность внутри здания %, не более |
| Жилые | 24 -28 | 60 |
| Примечание – составлено авторами на основании [31-32] | | |

За соответствие всем параметрам дается 6 баллов, в противном случае 0.

По четвертому параметру соответствие нормам светового комфорта и влажности система освещения объекта должна отвечать требованиям к освещению для помещений жилых, общественных и административно-бытовых зданий (КЕО, нормируемая освещённость, цилиндрическая освещённость, объединённый показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещённости) согласно СП РК 2.04-104-2012 Естественное и искусственное освещение и к инсоляции и солнцезащите помещений, в соответствии с национальными санитарно-гигиеническими нормами (Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 26 октября 2018 года № ҚР ДСМ-29 «Санитарно-эпидемиологические требования к административным и жилым зданиям»). При расчете естественного освещения за расчетное значение средневзвешенного коэффициента отражения внутренних поверхностей помещения следует принимать в жилых и общественных помещениях равным 0,5 [31-32].

По пятому параметру при наличии систему раздельного сбора мусора в пределах квартала дается 6 баллов, в противном случае 0.

Для экономической и финансовой оценки проектов повышения энергоэффективности в зданиях используется несколько методов и индикаторов: простой срок окупаемости или редко используемая обратная ему величина среднего годового дохода на единицу капитальных вложений; показатель чистой дисконтированной стоимости и производные от него характеристики: индекс доходности, внутренняя норма доходности, срок окупаемости при дисконтировании эффектов и затрат и др.; стоимость экономии энергии; стоимость цикла жизни здания [10]. Каждый из этих индикаторов имеет свои преимущества и ограничения по применению.

На рисунке 5 представлены критерии по разделу «экономическая эффективность».

Рисунок 5 – Критерии по разделу Экономическая эффективность

Примечание – составлено авторами

Стоимость жизненного цикла здания - это полная дисконтированная стоимость владения, эксплуатации, ремонта и утилизации здания или комплекса зданий в течение периода времени. Концепция затрат цикла жизни известна давно. Однако применительно к зданиям она стала активно использоваться сравнительно недавно - после принятия ЕС Директивы 2010/31/ЕС по энергетическим характеристикам зданий, которая требует, чтобы члены ЕС устанавливали требования по энергетической эффективности не ниже экономически оптимальных уровней. Для определения таких уровней государства обязаны использовать рамочную методологию, которая полностью опирается на концепцию затрат цикла жизни здания. Помимо оценки первоначальных затрат на строительство здания, учитываются все будущие затраты, связанные с его эксплуатацией, ремонтом и последующим сносом. Сумма всех затрат, связанных со строительством и эксплуатацией зданий, составляет «стоимость жизненного цикла здания». Оптимизация проводится по критерию минимизации суммарных затрат жизненного цикла здания для застройщика, собственника и общества, включая требования сокращении вреда окружающей среде и снижения выбросов парниковых газов. Анализ стоимости жизненного цикла здания может проводиться для зданий любого типа - существующих и новых, жилых и общественных, индивидуальных и многоквартирных [10].

Периоды жизненного цикла здания [33]:

I - период проектирования, в том числе: период по технико-экономическому обоснованию возведения здания и по конструированию и проектированию;

II - период конструирования, в том числе по возведению здания и по предэксплуатационному освоению;

III - период эксплуатации здания, позволяющей обеспечить окупаемость средств, вложенных в их создание и освоение, в том числе: период поддержания конструктивных элементов и инженерных систем здания в нормальном техническом состоянии путем проведения текущих и капитальных ремонтов;

IV - период окончания жизненного цикла здания, наступающий в случае, если модернизация или реконструкция нецелесообразны. При этом осуществляется ликвидация (снос) здания с последующей утилизацией и продажей материалов, конструкций или оборудования.

Расчет совокупной стоимости жизненного цикла здания:

СЖЦЗ = 𝛴(Стоимость земли и сетей)/ (1+r)n + 𝛴(Затраты на проектирование и строительство)/ (1+r)n+ 𝛴(Затраты на эксплуатацию и ремонт)/ (1+r)n+𝛴(Затраты на снос – доход от реализации материалов)/ (1+r)n,

где r – ставка дисконтирования и n - плановый период эксплуатации здания.

При сравнении нескольких проектов повышения энергоэффективности зданий учитываются только приростные, то есть дополнительные затраты по сравнению с базовым зданием. Для существующего жилого здания базовый вариант - это отсутствие капитального ремонта. В случае нового строительства - это утепление здания согласно требованиям действующих СНиПов и СП.

Ключевыми элементами методологии анализа затрат цикла жизни здания являются [10]:

- выбор эталонного здания, для которого проводятся расчеты по оценке базового уровня, а также целевых уровней удельных расходов энергии и параметров теплозащиты;

- определение пакетов дополнительных мер для обеспечения целевых уровней энергоэффективности и параметров теплозащиты и оценка их стоимости;

- определение метода перевода полученной экономии, подведенной или выработанной в здании энергии, в первичную энергию;

- выбор коэффициента дисконтирования;

- определение перспективной динамики тарифов на энергоносители, а также на используемые в пакетах мер материалы, продукты, системы и оборудование, динамики затрат на обслуживание и эксплуатацию здания;

- проведение как финансового, так и экономического анализа проектов (с учетом эффекта от снижения выбросов парниковых газов);

- проведение анализа чувствительности оптимума уровня энергоэффективности к изменению важнейших задаваемых в расчетах параметров.

В общем, мера или пакет меры являются экономически эффективными, когда стоимость внедрения ниже, чем стоимость преимущества, которые получаются в течение ожидаемого срока действия меры. Будущие расходы и экономия дисконтируются, а конечный результат представляет собой «чистую приведенную стоимость». Если «чистая приведенная стоимость» положительна (NPV> 0), действие является «экономически эффективным» (для определенного набора допущений используется в расчете). Оптимальную стоимость относительно легко определить для отдельных мер, работающих в четко определенных условиях (например, оптимальная толщина изоляции для трубопроводов, работающих при постоянной температуре при постоянной температуре среда). Однако этот процесс значительно сложнее для законченных зданий, и тем более для комбинаций зданий, таких как национальный строительный фонд.

На самом деле оптимум стоимости редко встречается в виде единого пакета мер, применяемых к стандартам зданий, а скорее как набор более или менее одинаково обоснованных или экономически эффективных решений, которые могут рассматриваться как оптимальный по стоимости диапазон.

При определении пакетов важно применять так называемый принцип «Trias Energetica», который основан на следующем трехступенчатом подходе:

1) Снизить спрос на энергию, избегая отходов и внедряя энергосберегающие меры;

2) Использовать устойчивые источники энергии, такие как ветер, солнце, вода и земля;

3) Использовать энергию ископаемого топлива максимально эффективно и только в том случае, если нет устойчивых источников энергии.

Данный метод был применен в трех европейских странах: Австрии, Германии и Польше. Данный вид расчетов позволил произвести оценку энергоэффективности многоквартирных зданий, подключенных к центральному отоплению в Австрии. В результате был выявлен разрыв между фактическим и оптимальным с точки зрения затрат уровнями энергоэффективности. Разница между фактической и оптимальной стоимостью энергопотребления составляет от 10,5% до 14,5%, в зависимости от различных предположений о входных факторах [12-22].

При использование дополнительных систем отопления, помимо фактического источника нагрева (т.е. включая отопление биомассой и солнечные системы, а также вентиляцию), разрыв между фактическим и оптимальным показателями энергоэффективности увеличивается до 15,4-21,6%.

Среди факторов, которые способствуют достижению улучшенных показателей можно выделить:

- более низкая ставка дисконтирования,

- повышение цен на энергоносители,

- сокращение инвестиционных затрат (или нахождение оптимального решения).

Благодаря гибкости при выборе определенных факторов (например, стандартов энергоэффективности зданий, необязательных ставок дисконтирования, выбор различных вариантов финансирования) проводиться также анализ чувствительности большого количества оптимальных по стоимости уровней или оптимальных по стоимости диапазонов.

По второму параметру сравниваются годовые эксплуатационные затраты здания с аналогом или эталонным зданием. Годовые эксплуатационные затраты на м2 это средняя стоимость владения и эксплуатационные расходы за квадратный метр и включает затраты на энергию, воду и другие коммунальные услуги, обслуживание и ремонт здания.

Третий параметр показывает в какие сроки окупается проект энергоэффективности с учетом экономии затрат на эксплуатацию, обслуживание и низкое ресурсопотребление здания.

Выбор оптимального варианта по показателю стоимости жизненного цикла предусматривает многовариантный анализ большого числа возможных технологий, видов оборудования, инженерных сетей и систем.

Рейтинговая модель базируется на разработанных матрицах выбора альтернативных вариантов энергосберегающих технологий для разных типов жилых и общественных зданий с учётом технологий лучших практик.

Параметры расчетов показаны в таблице 7.

Таблица 7 – Расчеты по экономической эффективности здания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Экономическая эффективность | | 35 |
| Стоимость жизненного цикла здания на м2 здания при NPV>0 | Полная дисконтированная стоимость владения, эксплуатации, ремонта и утилизации здания или комплекса зданий в течение периода времени по жилому зданию к соответствующей величине по объекту-аналогу или эталону | 20 при меньшей стоимости, 10 при сопоставимой сумме и 0 при большей стоимости |
| Стоимость годовых эксплуатационных затрат на м2 здания | Отношение среднегодовой стоимости затрат по эксплуатации жилого здания (энергия, вода, обслуживание, ремонт) к затратам по объекту-аналогу или эталону | 6 при меньших затратах, 3 при равенстве или 0 при превышении |
| Срок окупаемости | Сравнение срока окупаемости по отношению к объекту-аналогу или эталону | 6 при меньшем сроке окупаемости, 3 при равенстве и 0 при превышении |
| Примечание – составлено авторами на основании [12-25] | | |

В отличие от существующих методик разработанная модель рейтинга рассматривает два аспекта экономической оценки:

- инвестиционную привлекательность реализации энергосберегающих технологий и строительства энергоэффективных зданий;

- стимулирование потребительского спроса на энергоэффективную недвижимость.

Необходимость такого деления обусловлена конфликтом интересов между инвесторами-застройщиками и покупателями объектов недвижимости. Инвесторы заинтересованы построить и продать здания с максимальной прибылью, не интересуясь эксплуатационными расходами за срок их службы. Покупатели жилья заинтересованы в высоком качестве строительства, включая энергосберегающие технологии, и в минимизации первоначальных, и эксплуатационных затрат.

3 АКТИВИЗАЦИЯ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ ЧЕРЕЗ ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

Возможностей бюджета для решения задачи обновления объектов жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) недостаточно. Международная практика показывает, что такая задача может быть решена посредством ГЧП, механизма позволяющего соблюсти баланс интересов всех сторон – государства, частного партнера и населения.

Модели предложения услуг в сфере ЖКХ могут принимать различные формы и приводить к различным моделям контрактов и соглашениям о финансировании. Две основные бизнес-модели по принципу энергосервисных компаний включают в себя контракт на энергоснабжение (ESC), где контракт на эффективную поставку полезной энергии, таких как тепло, пар или сжатый воздух, определяется и измеряется в мегаватт-часах (МВтч), и контракт на энергосбережение (EPC), где основное внимание уделяется снижению конечного потребления энергии посредством мер по повышению энергоэффективности на стороне спроса, включая техническое оборудование здания, поведение пользователей и изоляцию оболочки здания. Эта бизнес-модель основана на предоставлении экономии по сравнению с заранее заданным базовым уровнем.

Проекты ESC являются доминирующими продуктами в жилом секторе с фактическим охватом рынка между 10% и 20%. С другой стороны, доля рынка проектов EPC на рынке ЭСКО составляет всего около 10% (включая жилые), хотя они успешно обеспечили гарантированную экономию энергии от 20% и выше при правильном применении. Более того, они по существу ограничены государственным сектором и распространяются очень неравномерно по всей Европе. Типичным инструментом, с помощью которого ЭСКО (энергосервисные компании) выполняют проекты по повышению энергоэффективности, являются контракты по повышению энергоэффективности (EPC).

Энергосервисный контракт (энергетический перфоманс‑контракт, energy performance contract) предполагает исполнение специализированной энергосервисной компанией (ЭСКО) полного комплекса работ/услуг по внедрению энергосберегающих технологий на объекте заказчика за счет привлеченных ЭСКО финансовых средств. Директива ЕС 2012/27 / EU (ст.2) определяет EPC как «договорное соглашение между бенефициаром и поставщиком мер по повышению энергоэффективности, проверяемое и отслеживаемое в течение всего срока действия договора, когда оплачиваются инвестиции в эту меру в отношении согласованного в договоре уровня повышения энергоэффективности с другим согласованным критерием энергоэффективности, таким как финансовая экономия». В таких контрактах вознаграждение будет производиться в течение определенного периода времени и в соответствии с результатами проекта [34-35].

В целом и**сполнение энергосервисного договора предполагает следующие этапы** [34-35]**:**

1) Инвестиционный аудит - независимая оценка финансового состояния потенциального заказчика.

2) Энергетическое обследование - определение потенциала энергосбережения и повышения энергоэффективности объектов заказчика.

3) Привлечение инвесторов - разработка схемы механизма финансирования проекта.

4) Проектные работы - разработка и согласование проекта в государственных органах.

5) Монтаж и накладка оборудования - выбор поставщика оборудования и выполнение работ.

6) Заключительный этап - разработка инструкций и оказание консалтинговых услуг техническому персоналу заказчика.

Энергосервисный договор должен содержать [34-35]:

- условие о величине экономии энергетических ресурсов, которая должна быть обеспечена исполнителем в результате исполнения договора,

- условие о сроке действия договора, который должен быть не менее чем срок, необходимый для достижения установленной величины экономии энергетических ресурсов.

Энергосервисный договор может содержать [34-35]:

- условие об обязанности исполнителя обеспечивать согласованные сторонами режимы, условия использования энергетических ресурсов (включая температурный режим, уровень освещенности, другие характеристики),

- условие об обязанности исполнителя по установке и вводу в эксплуатацию приборов учета используемых энергетических ресурсов;

- условие об определении цены в энергосервисном договоре исходя из показателей, достигнутых или планируемых для достижения в результате реализации энергосервисного договора, в том числе, исходя из стоимости сэкономленных энергетических ресурсов.

Независимо от рассматриваемой правовой базы, контракты на энергоэффективность могут рассматриваться как формы государственно-частного партнерства, поскольку они отвечают всем условиям, которые характеризуют ГЧП, то есть:

- долгосрочное сотрудничество между государством и частным субъектом планируемого проекта;

- частное финансирование;

- сильная роль частного оператора в разработке и реализации проекта;

- распределение рисков между двумя сторонами.

Рассмотрим расчет инвестиционной привлекательности проекта по повышению энергоэффективности здания на основе EPC контрактов за счет экономии энергии. Для выбранного для обследования в проекте здания известно, что оно построено в 70-е годы. Отапливаемая площадь здания составляет 2076,7м2. Были проанализированы показания теплового счетчика, установленного в тепловом пункте здания, за период с 01.02.2016 по 15.03.2019 годы.

Для выбранного здания норма удельного теплопотребления на отопление и вентиляцию составляет =0,359Вт/м30С (для 5 этажного здания), тогда за отопительный период расход тепла составит q =0,359\*0,024\* ГСОП кВтч/м3 год, ГСОП для Алматы 164\*(20-0,4)=3214,40Ссут.

Тогда qv =27,70 кВтч/м3 год или qs =27.70\*h кВтч/м2 год = 83,1кВтч/м2 год (h – высота этажа здания, принимается равным 3,0 м).

Учитывая, что отапливаемая площадь здания составляет 2076,7м2 , можно рассчитать полный годовой расход тепла в системе отопления и вентиляции Qот = 2076,7 м2 \*83,1 кВтч/м2 год = 172,57МВт ч/год или около 148,3Гкал.

Если учесть, что класс энергоэффективности таких зданий D, то отклонение от нормируемого теплопотребления может превышать 50% , т.е. достигать 222,45 Гкал в год. В таблице 8 сопоставлено теплопотребление здания за три отопительных периода и приведена оценка класса энергоэффективности.

Таблица 8 - Теплопотребление здания за 2016-2019 годы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Теплопотребление здания | Период. Дни | Величина, Гкал | | |
| 2016/17гг | 2017/18гг | 2018/19гг |
| ГВСср | 183 | 0,27 | 0,27 | 0,23 |
| (ОТ+ГВС) ср | 183 | 2,25 | 2,1 | 2,04 |
| ΣQГВС | 183 | 44,71 | 49,53 | 42,25 |
| ΣQОТ | 183 | 364,69 | 332,00 | 330,11 |
| ΣQОТ+ГВС | 183 | 409,4 | 381,53 | 372,36 |
| ОТ+ГВС год | 366 | 454,11 | 431,06 | 414,54 |
| (ОТ+ГВС) ср год | 366 | 1,31 | 1,19 | 1,14 |
| Норма (класс эф. здания «Д») |  | 148,3 | 148,3 | 148,3 |
| Превышение, % |  | 146 | 124 | 123 |
| Норма (класс эф. Здания «Д») +50% |  | 222,45 | 222,45 | 222,45 |
| Превышение, % |  | 64 | 49 | 48 |
| Примечание – составлено авторами на основании [36-37] | | | | |

Таким образом, можно констатировать, что класс энергоэффективности здания – Е.

По СП РК 2.04-106-2012 п. 7.4 расчетный коэффициент энергетической эффективности систем отопления и централизованного теплоснабжения здания определяется по формуле 1 [38]:

η0des = (η1 ·ε 1) (η2 ·ε 2) (η3 ·ε 3 ) (η4 ·ε 4) (1)

где η1 **–** расчетный коэффициент теплопотерь в системах отопления здания;

ε 1 **–** расчетный коэффициент эффективности регулирования в системах отопления здания;

η2 **–** расчетный коэффициент теплопотерь распределительных сетей и оборудования тепловых (центральных и индивидуальных) и распределительных пунктов;

ε2 **–** расчетный коэффициент эффективности регулирования оборудования тепловых (центральных и индивидуальных) и распределительных пунктов;

η**3 –** расчетный коэффициент теплопотерь магистральных тепловых сетей и оборудования системы теплоснабжения от источника теплоснабжения до теплового или распределительного пункта;

ε3 **–** расчетный коэффициент эффективности регулирования оборудования системы теплоснабжения от источника теплоснабжения до теплового или распределительного пункта;

η**4 –** расчетный коэффициент теплопотерь оборудования источника теплоснабжения;

ε4 **–** расчетный коэффициент эффективности регулирования оборудования источника теплоснабжения.

При отсутствии проектных данных значения коэффициентов, входящих в формулу (4), рекомендуется принимать следующими:

η **1**  = 1;

ε1 = 1–при наличии автоматического регулирования температуры воздуха внутри помещений, включая автоматическое регулирование притока и вытяжки наружного воздуха;

ε1 = 0,9 **–** при отсутствии автоматического регулирования притока и вытяжки наружного воздуха;

η**4**  принимается по паспортным или проектным данным для источника теплоты;

ε4 = 1 – при поквартирном (индивидуальном) теплогенераторе, а также при автономном источнике теплоты и автоматическом раздельном регулировании (в том числе и пофасадном) отпуска теплоты для систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения;

ε4 = 0,85 - 0,88 – при отсутствии этих систем регулирования.

Согласно п. 7.5 СП РК 2.04-106-2012 расчетный коэффициент энергетической эффективности ε0des систем отопления и теплоснабжения зданий, индивидуальные тепловые пункты которых подключаются через распределительные тепловые сети к локальным или централизованным источникам теплоты, следует определять с учетом всех коэффициентов оценки энергетической эффективности, входящих в формулу 1 [38]. При этом рекомендуется принимать следующие значения коэффициентов [38]:

а) значения коэффициентов η**1**  и ε 1принимаются согласно п. 7.4;

б) значение коэффициента η**2** для оборудования тепловых пунктов принимается по данным проекта и паспортных данных используемого оборудования и не должно быть ниже 0,97; значение коэффициента ε2  для оборудования тепловых пунктов следует принимать равным:

0,98 - 1,0 - для полностью автоматизированных тепловых пунктов с раздельными контурами циркуляции на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, с автономным поддержанием температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха для систем отопления и вентиляции, обеспечивающих количественно-качественное пофасадное регулирование в зависимости от теплопотребления здания;

не более 0,8 **–** для автоматизированных тепловых пунктов с элеваторными узлами, работающими только по графику качественного регулирования;

в) значение коэффициента η**3**  следует принимать для вновь проектируемых магистральных тепловых сетей; для действующих магистральных тепловых сетей **–** расчетом отношения количества подпитки к объему циркуляции в системе; при отсутствии данных для магистральных тепловых сетей, эксплуатируемых до 10 лет **–** по проекту, более 10 лет **–** 0,9; значение коэффициента ε3 для магистральных и распределительных тепловых сетей следует принимать равным 0,88 с тепловыми пунктами, оборудованными элеваторными узлами; с тепловыми пунктами, оборудованными насосами смешения с регулируемым электроприводом, значение коэффициента ε3 допускается принимать равным 1;

г) значение коэффициента η **4**  для действующего централизованного или локального источника теплоты следует принимать по эксплуатационным данным; при отсутствии этих данных **–** принимают по экспертной оценке путем обследования технического состояния основного и вспомогательного оборудования;

д) значение коэффициента ε4 следует принимать в зависимости от степени обеспечения количественно-качественного регулирования оборудования централизованного или локального источника теплоты равным:

1 **–** при полной автоматизации котельной и обеспечении количественно-качественного регулирования;

не более 0,8 **–** при обеспечении только качественного регулирования.

Согласно п. 7.6 СП РК 2.04-106-2012 при отсутствии данных о системах теплоснабжения коэффициент энергетической эффективности принимают равным [38]:

η0des = 0,5 – при подключении здания к существующей системе централизованного теплоснабжения.

При этом согласно п. 7.7 СП РК 2.04-106-2012 расчетная величина удельного расхода тепловой энергии на отопление здания может быть снижена за счет [37]:

а) изменения объемно-планировочных решений, обеспечивающих наименьшую площадь наружных ограждений уменьшения числа наружных углов, увеличения ширины зданий, а также использования ориентации и рациональной компоновки многосекционных зданий;

б) снижения площади световых проемов жилых зданий до минимально необходимой по требованиям естественной освещенности;

в) блокирования зданий с обеспечением надежного примыкания соседних зданий;

г) устройства тамбурных помещений за входными дверями;

д) возможности размещения зданий с меридиональной или близкой к ней ориентацией продольного фасада;

е) использования эффективных теплоизоляционных материалов и рационального расположения их в ограждающих конструкциях, обеспечивающего более высокую теплотехническую однородность и эксплуатационную надежность наружных ограждений, а также повышения степени уплотнения стыков и притворов открывающихся элементов наружных ограждений;

ж) повышения эффективности авторегулирования систем обеспечения микроклимата, применения эффективных видов отопительных приборов и более рационального их расположения;

и) выбора более эффективных систем теплоснабжения;

к) размещения отопительных приборов, как правило, под светопроемами и теплоотражательной теплоизоляции между ними и наружной стеной;

л) утилизации теплоты удаляемого внутреннего воздуха и поступающей в помещение солнечной радиации.

Таким образом, коэффициент энергетической эффективности здания равен η0des = 0,5.

На рисунках 6-8 приведены графики суточного потребления тепловой энергии зданием за три отопительных периода.

Рисунок 6 – Фактическое суточное потребление тепловой энергии зданием в 2016/17 годы на отопление и ГВС (Гкал, дн.) (с 15.04.16 по 15.04.17).

Примечание – составлено авторами

Рисунок 7 – Фактическое суточное потребление тепловой энергии зданием в 2017/18 годы на отопление и ГВС (Гкал, дн.) (с 15.04.17 по 15.04.18)

Примечание – составлено авторами

Рисунок 8 – Фактическое суточное потребление тепловой энергии зданием в 2018/19 годы на отопление и ГВС (Гкал, дн.) (с 15.04.18 по 15.04.19).

Примечание – составлено авторами

Из таблицы 8 и рисунков 6-8 видно, что потребление тепла на ГВС в здании не превышают 13% от теплопотребления на отопление и практически не изменилось за три отопительных периода. Произошло снижение теплопотребления на отопление в 2018/19 по сравнению с двумя предыдущими отопительными периодами.

Максимальный тепловой поток для системы отопления здания класса энергоэффективности D с максимальным отклонением 50% можно принять Qmax=148,35Гкал/год.

Для расчета средней тепловой мощности на отопление в зависимости от температуры окружающей среды воспользуемся данными, приведенными в СП РК 2.04-01-2017 Строительная климатология (таблица 9) [39].

## Таблица 9 - Средняя месячная и годовая температура наружного воздуха, oC

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пункт | Средняя месячная и годовая температура воздуха | | | | | | | | | | | | |
| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
| Алматы | -5,3 | -3,6 | 2,9 | 11,5 | 16,5 | 21,5 | 23,8 | 22,7 | 17,5 | 9,9 | 2,6 | -2,9 | 9,8 |
| Примечание – составлено авторами на основании [39] | | | | | | | | | | | | | |

В соответствии с СП РК 2.04-106-2012Проектирование тепловой защиты зданий в табл.4 tвн=210С (таблица 10).

Таблица 10 – Оптимальная температура и допустимая относительная влажность воздуха внутри здания для холодного периода года

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип здания | Температура воздуха внутри здания *tint* ,  *°С* | Относительная влажность внутри здания φ*int* %, не более |
| Жилые | 20 - 22 | 55 |
| Примечание – составлено авторами на основании [39] | | |

В соответствии с СП РК 2.04-01-2017 Строительная климатология принимаем tр= - 20,10С.

В соответствии с СП РК 2.04-01-2017 Строительная климатология продолжительность отопительного периода (ОП) 164 суток, средняя температура отопительного периода с температурой не превышающей 80С и tср=+0,40С (таблица 11) [39].

Таблица 11 - Климатические параметры холодного периода года

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пункт | Средние продолжительность (сут) и температура воздуха (**o**C) периодов со средней суточной температурой воздуха **o**C, не выше | | | | | | Дата начала и окончания отопительного периода (период с температурой воздуха не выше 8 **o**C) | |
| 0 | | 8 | | 10 | |
| продолжит. | темп. | продолжит. | темп. | продолжит. | темп. | начало | конец |
| Алматы | 105 | -2,9 | 164 | 0,4 | 179 | 0,8 | 22.10 | 03.04 |
| Примечание – составлено авторами на основании [39] | | | | | | | | |

На рисунке 9 представлен график зависимости нормативного теплопотребления в зависимости от температуры наружного воздуха, построенный по данным СП РК 2.04-01-2017 Строительная климатология.

Рисунок 9 –Теплопотребление зданием при изменении температуры наружного воздуха по СП РК 2.04-01-2017 Строительная климатология

Примечание - составлено авторами на основании [39]

Для проведения оценочных расчетов необходимо получить суточные изменения температуры наружного воздуха в г. Алматы по месяцам отопительных периодов 2016-19гг. (по данным на сайте <http://meteo9.ru/>). Из сопоставления кривых изменения метеопараметров видно, что для расчета и регулирования теплопотребления здания необходима установка автоматизированного теплопункта.

В таблице 12 представлены результаты расчета теплопотребления здания нормативное и фактическое по месяцам отопительного периода в зависимости от средней температуры наружного воздух отопительного периода.

Таблица 12 - Теплопотребление на отопление здания нормативное и фактическое по месяцам отопительного периода

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц ОП | Средняя температура наружного воздуха по СП | Q от, Гкал по СНиП класс ээф D | Средняя температура наружного воздух ОП 2016/17 факт  MetеoGuru | Q от факт, Гкал , 2016/17 | Средняя температура наружного воздуха ОП 2017/18 факт  MetеoGuru | Q от факт, Гкал , 2017/18 | Средняя температура наружного воздуха ОП 2018/19 факт  MetеoGuru | Q от факт, Гкал , 2018/19 |
| 10 | 9,9 | 18,7 | 6,6 | 31,97 | 10,5 | 22,98 | 10,6 | 27,83 |
| 11 | 2,6 | 64,4 | 0 | 68,43 | 4,8 | 52,61 | -0,2 | 61,18 |
| 12 | -2,9 | 84,7 | 0,5 | 69,68 | -2,8 | 76,2 | -2,9 | 70,03 |
| 1 | -5,3 | 93,6 | -3 | 79,37 | -10,5 | 89,06 | -2 | 64,83 |
| 2 | -3,6 | 87,3 | -1,9 | 73,4 | -2,5 | 67,69 | -1,7 | 60,06 |
| 3 | 2,9 | 63,3 | 3 | 64,62 | 8,3 | 53,34 | 7,9 | 42,21 |
| 4 | 11,5 | 15,7 | 10,7 | 21,59 | 12,3 | 19,65 | 12,5 | 3,97 |
| Примечание - составлено авторами на основании [36-39] | | | | | | | | |

По этим результатам построен график на рисунке 10 и приведена таблица 12. Заметно превышение теплопотребления в переходные периоды (перетоп) и недостаток тепловой энергии (недотоп) в наиболее холодные месяцы отопительного периода.

Рисунок 10 – Сопоставление теплопотребления здания нормативное и фактическое по месяцам отопительных периодов.

Примечание - составлено авторами на основании [36-39]

В таблице 13 приведены сводные данные сопоставления теплопотребления на отопление здания по месяцам и за отопительный период 2018/19гг. С учетом фактических средних температур за каждый месяц, отличающихся от приведенных в Своде Правил (СП), потребление тепла зданием меньше нормативного на 17%. Расчетное теплопотребление по температуре наружного воздуха больше фактического на 62%. При норме для такого здания, как выше установлено класса Е, теплопотребление составляет около 222 Гкал, что близко расчетному 204Гкал.

В соответствии с СН РК 4.02-01-2011 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха **«**Энергоэффективность зданий следует обеспечивать за счет рациональных архитектурных решений, экономически обоснованного повышения уровня теплозащиты зданий и применения энергоэффективных оконных конструкций, исключения мостиков холода, использования эффективной системы отопления, применением оптимальных систем управления теплоснабжением и воздухообменом, использованием в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения нетрадиционных возобновляемых источников энергии, тепла вторичных энергетических ресурсов и др.».

Из приведенных данных следует, что для обеспечения эффективного теплоснабжения здания необходима система автоматического учета температуры наружного воздуха в отопительный период и регулирование регулирования подачи тепловой энергии на отопление.

Таблица 13– Сопоставление теплопотребления на отопление здания за отопительный период 2018/19 годы

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц отопительного периода 2018/19 гг. | Фактическое теплопотребление по прибору учета, Гкал | tср по СП | tср по Meto Guru | Среднее нормированное потребление тепла за месяц при tср по MetoGuru, Гкал | Отклонение фактического теплопотребления от среднего нормированного, % | Расчетное теплопотребление по температуре наружного воздуха, Гкал | Отклонение фактического теплопотребления от расчетного, % |
| 10 | 27,83 | 9,9 | 10,6 | 17,4 | 57 | 5,87 | 366 |
| 11 | 61,18 | 2,6 | -0,2 | 75 | -18 | 38,76 | 58 |
| 12 | 70,03 | -2,9 | -2,9 | 85 | -18 | 49,46 | 42 |
| 1 | 64,83 | -5,3 | -2 | 81 | -20 | 46,3 | 40 |
| 2 | 60,06 | -3,6 | -1,7 | 80 | -25 | 44,89 | 34 |
| 3 | 42,21 | 2,9 | 7,9 | 45 | -6 | 15,36 | 175 |
| 4 | 3,97 | 11,5 | 12,5 | 14 | -72 | 3,24 | 23 |
| За отопительный период | 330,11 |  |  | 397,4 | -17 | 203,88 | 62 |
| Примечание - составлено авторами на основании [36-39] | | | | | | | |

Для расчетов экономической эффективности предложенных мер был рассчитан бизнес план мер энергоэффективности здания с различными вариантами, такими как установка автоматизированного теплопункта, утепление здания для снижения энергопотребления до класса В. Графики дисконтированных потоков денежных средств представлены в Приложении Б.

По расчетам простой период окупаемости автоматизированного теплопункта вместе с установкой без привлечения заемных за счет мер энергоэкономии составляет 4 года, утепления здания – 13 лет. Также были проведены расчеты с учетом привлечения заемных средств на покупку автоматизированного теплопункта на 10 лет и тепломодернизацию сроком на 20 лет при ставке процента в 4,5% (ставка Жилстройсбербанка) и 15% в банке второго уровня (таблица 14). По расчетам установка АТП окупается при любой ставке процента, так как экономия энергии покрывает все процентные платежи с выплатой долга. Утепление здания и утепление с АТП окупаемо лишь при ставке 4,5% на следующий год после закрытия кредита (21 год) и на 31 год соответственно.

Расчеты показывают, что удлинение сроков заимствования позволяет покрывать ежегодные выплаты основного долга и процентов за счет экономии потребления энергии, а рост процентной ставки удлиняет сроки окупаемости предложенных основным мер повышения энергоэффективности. Таким образом, меры по стимулированию повышения энергоэффективности зданий невозможны без государственной поддержки субсидирования ставки процента и удлинения сроков заемных средств.

Таблица 14 – Финансовые показатели мер энергоэффективности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Предлагаемые меры | Простой период окупаемости без привлечения займа | NPV при ставке займа 4,5% | NPV при ставке займа 15% |
| Установка АТП с теплосчетчиком | 4 года 9 месяцев | 3 329 585 | 1 774 921 |
| Утепление здания минеральной ватой или пенополистиролом | 12 лет 8 месяцев | -130 087 | -8 113 221 |
| Комбинация двух мер | 17 лет 5 месяцев | -1 136 327 | -11 467 354 |
| Примечание - составлено авторами при технических параметрах АТП DANFOSS | | | |

Среди рекомендаций по повышению класса энергоэффективности существующих зданий для включения в параметры энергосервисных контрактов следует предложить следующие меры:

- автоматизация потребления тепловой энергии многоквартирными домами (автоматизация тепловых пунктов, пофасадное регулирование): установка автоматизированного теплопункта позволит снизить удельное энергопотребление в зимний период с 180 кВтч/м2 до 115, что будет соответствовать классу С;

- утепление здания, подвала и чердака с капитальным ремонтом кровельного покрытия и замена наружных окон общественных пространств, что позволит снизить энергопотребление еще на 20-25% до класса В;

- тепловая изоляция трубопроводов и повышение энергетической эффективности оборудования тепловых пунктов, разводящих трубопроводов отопления и горячего водоснабжения;

- восстановление/внедрение циркуляционных систем горячего водоснабжения, проведение гидравлической регулировки, автоматической/ручной балансировки распределительных систем отопления и стояков;

- установка частотного регулирования приводов насосов в системах горячего водоснабжения;

- установка автоматизированного контроля освещения

- перекладка электрических сетей для снижения потерь электрической энергии

- разработка совместно с муниципальными органами инструментов раздельного сбора мусора.

Рекомендации по устройству автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов для подключения эксплуатируемых жилых и общественных зданий к тепловым сетям, взамен центральных тепловых пунктов, и комплекс нормативных требований по их проектированию с целью обеспечения эффективности теплоснабжения зданий, посредством приближения приготовления горячей воды к месту ее потребления, повышения эффективности регулирования подачи тепловой энергии на отопление, упрощения узла учета потребления тепловой энергии и улучшения обслуживания потребителей приведены в Р НП «АВОК» «3.3.1-2009. Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты в зданиях взамен центральных тепловых пунктов. Нормы проектирования», в трудах Пыркова В. В., методиках DANFOSS [40-41].

Так в технических рекомендациях РФ отмечается, что если автоматическое регулирование температуры отопления ограничивается ЦТП (центральным тепловым пунктом), то система соответствует неэффективному классу D, поскольку теплоноситель одной температуры подается в в разные помещения здания с разной потребностью в отоплении. Для того чтобы соответствовать хотя бы стандартному классу С, необходимо обеспечить покомнатное регулирование температуры хотя бы одним из перечисленных способов: радиаторными вентилями, термостатами, комнатными контроллерами и т. д. Для класса В нужно организовать покомнатное регулирование температуры с коммуникацией между контроллерами и центральной станцией. Коммуникация в виде обратной связи позволяет извлечь дополнительный потенциал экономии в системе отопления. И наконец, чтобы соответствовать классу А, необходимо обеспечить покомнатное регулирование температуры с коммуникацией между контроллерами и центральной станцией плюс контроль присутствия человека в помещении. Таким образом, чем выше уровень автоматизации, тем больше возможностей для извлечения потенциала экономии в инженерных системах [42].

Таким образом, для обеспечения модернизации жилищного фонда на примере типового здания 60-70-х годов требуются значительные инвестиций в обеспечение энергоэффективности. ГЧП позволяет правительствам избегать капиталовложений и держать за балансом энергетические инвестиции, сокращать затраты на энергию и распределять свой бюджет надлежащим образом. Проекты ЭСКО по энергоэффективности включают в себя, в основном, когенерацию, общественное освещение, отопление, вентиляцию, кондиционирование общественных зданий и системы энергоменеджмента. Это делает возможным доступ к технологиям и специалистам по управлению. Кроме того, часть технического и инвестиционного риска будет передана ЭСКО. Такие проекты также помогают налогоплательщикам платить меньше налогов за счет сокращения спроса на энергию. Более того, в проектах ГЧП государственный орган является надежной договаривающейся стороной, поскольку они не будут уклоняться от своих обязанностей. Вступление в такие партнерства создает дополнительные доходы за счет роста частной экономической активности, получения прибыли от инвестиций в общественное благо, новых инвестиционных возможностей и новых рынков.

Реализация проектов по энергоэффективности ЭСКО может столкнуться с препятствиями. Проекты в области энергоэффективности могут быть реализованы только при наличии механизма устойчивого финансирования. Кроме того, контракты EPC более рискованны для инвестирования, поскольку инвесторы не решаются вкладывать средства в проекты, не связанные с активами. Поскольку в EPC клиенты несут только риски, связанные с затратами, существует вероятность изменения предпочтений клиента, поскольку они предпочитают более высокий уровень комфорта. Более того, клиенты, как правило, более склонны к риску, чем ЭСКО, поэтому обычно контракты EPC чаще применяются в крупномасштабных проектах (нежели в жилом секторе), где больше шансов добиться более высоких финансовых выгод. В дополнение к этому, для реализации успешных проектов ЭСКО должна расширить сферу своей деятельности от простой энергоэффективности до включения в проекты таких вопросов, как соответствие экологическим нормам, качество воздуха в помещениях, вопросы здоровья / безопасности, ремонт и модернизация оборудования и т.д. Опыт таких стран, как США и Канада, показал, что для успеха проектов ЭСКО требуется активная поддержка государственных администраций, поскольку такие проекты ориентированы на средних и крупных клиентов. В последнее время ЭСКО сталкиваются со многими трудностями в поиске финансовой схемы как для них, так и для финансовых учреждений. Для финансирования проектов со стороны ЭСКО банки предоставляют инвестиции компаниям двумя способами:

1) Кредитная линия для ЭСКО. Компании ЭСКО могут запросить кредитную линию для финансирования текущей или будущей работы проекта.

2) Финансирование конкретного проекта для ЭСКО: этот вид финансирования выделяется только на текущий проект.

Возможным решением финансирования является раннее вовлечение банков в крупномасштабные программы повышения энергоэффективности, осуществляемые при поддержке государственного учреждения через субсидирование процентной ставки и вливание финансовых средств. Государственные меры способны создавать условия и возможные финансовые инструменты для заинтересованных частных операторов. Это дает следующие преимущества:

а) обеспечение присутствия инвесторов,

б) заранее оговоренные финансовые условия,

в) возможность инвестиций в энергоэффективность,

г) уверенность в финансовой устойчивости проекта в среднесрочной перспективе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На современном этапе имеется значительный пул финансовых инструментов, способных стимулировать рост показателей энергоэффективности по отраслям. В процессе исследования были изучены решения и мероприятия, особенно в части выявления оптимальных условий, которые могут способствовать повышению энергоэффективности зданий. Важным выводом по использованию финансовых инструментов является то, что ответственным органам государственного управления необходимо в корне переосмыслить саму концепцию энергоэффективности, научившись относиться к ней как к самостоятельному источнику энергии, ценность которого равна стоимости сэкономленных энергоресурсов.

Исполнителями проекта «Повышение энергоэффективности промышленности и жилищного хозяйства в Казахстане с использованием инновационных технологий: стандарты и финансовые инструменты» были выполнены все цели.

Среди рекомендаций по повышению энергоэффективности Казахстана мы предлагаем следующие меры финансового характера:

- создание револьверных фондов энергосбережения и развитие бизнеса энергосервисных компаний. Сфера ГЧП имеет значительное количество рисков, регулирование и минимизация которых может быть реализована на основании использования эффективного зарубежного опыта в данной области. Энергосервисные контракты в мире считаются востребованными финансовыми активами, когда потенциальные инвесторы могут зарабатывать значительные финансовые средства от участия в проектах по энергоэффективности и широко применяются в России, Украине и Беларуси;

- интересным инструментом может быть создание «зеленого» банка, финансирующего энергоэффективные проекты через аккумулирование средств международных и казахстанских финансовых институтов развития;

- перспективным инструментом являются зеленые облигации, которые могут связать рынки долгового капитала через МФЦА и Казахстанскую фондовую биржу с проектами в энергетическом и других секторах, которые предусматривают повышение энергоэффективности промышленности и ЖКХ, экологические выгоды.

- разработка стандартизированных банковских продуктов для финансирования программ повышения энергоэффективности;

- субсидирование разработки программ повышения энергоэффективности, и субсидирование или льготное налогообложение приобретения промышленного оборудования высоких классов энергоэффективности;

Среди технических мер, предлагаемых для финансирования:

- автоматизация потребления тепловой энергии многоквартирными домами (автоматизация тепловых пунктов, пофасадное регулирование): установка автоматизированного теплопункта позволит снизить удельное энергопотребление в зимний период с 180 кВтч/м2 до 115, что будет соответствовать классу С;

- утепление здания, подвала и чердака с капитальным ремонтом кровельного покрытия и замена наружных окон общественных пространств, что позволит снизить энергопотребление еще на 20-25% до класса В;

- тепловая изоляция трубопроводов и повышение энергетической эффективности оборудования тепловых пунктов, разводящих трубопроводов отопления и горячего водоснабжения;

- восстановление/внедрение циркуляционных систем горячего водоснабжения, проведение гидравлической регулировки, автоматической/ручной балансировки распределительных систем отопления и стояков;

- установка частотного регулирования приводов насосов в системах горячего водоснабжения;

- установка автоматизированного контроля освещения;

- перекладка электрических сетей для снижения потерь электрической энергии;

- разработка совместно с местными исполнительными органами инструментов стимулирования раздельного сбора мусора.

Для апробации был выбран жилой дом, расположенный в г.Алматы, более точные данные приведены в самом отчете и его приложениях. На основании моделирования предложенных мер можно сделать вывод, что предлагаемая система может объективно оценить не только имеющиеся данные по конкретным объектам, а также предложить конкретные рекомендации, позволяющие повысить класс эффективности с учетом современных стандартов в области повышения энергоэффективности. На следующих этапах исследования предполагается дальнейшее тестирование предлагаемой рейтинговой модели оценивания для получения данных, которые могут быть использованы для анализа и внесения изменений в предлагаемую модель.

Практические и научные положения и выводы способствуют укреплению и развитию экономики, выходу Казахстана наравне с развитыми странами и азиатскими странами (Китаем и Кореей) на мировые стандарты. Отдельные положения и рекомендации могут использоваться Правительством Республики Казахстан, Министерствами, Комитетами для создания практико-методической и социально-экономической основы для перехода к зеленой экономике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 World Energy Investment 2019 // https://www.iea.org/wei2019 17.09.2019 г.

2 Жумангарин С.М. Выступление Вице-Министра на брифинге 20 декабря 2018 года // http://www.kremzk.gov.kz/rus/menu1/press-centr/vystupleniya\_doklady/?cid=0&rid=47531 15.07.2019 г.

3 Энергетическая хартия. Годовой доклад 2004, Секретариат Энергетической Хартии // https://energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/AR/AR\_2004\_ru.pdf 17.09.2019 г.

4 Инвестиции в энергоэффективность. Устранение барьеров, Секретариат Энергетической Хартии // https://energycharter.org 17.01.2019 г.

5 Политика повышения энергоэффективности: передовой опыт. Европейская экономическая комиссия ООН. - Нью-Йорк, 2015. - 102 c.

6 Акимов Д.Н. Международная практика стимулирования ресурсоснабжающих организаций к ресурсосбережению у потребителей // https://www.hse.ru/edu/vkr/84137252 10.08.2018 г.

7 Denmark’s National Energy Efficiency Action Plan (NEEAP) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014\_neeap\_en\_denmark.pdf 12.08.2018 г.

8 World Energy Investment 2018 // https://webstore.iea.org/download/direct/1242?filename=wei2018.pdf 15.08.2018 г.

9 Green bonds the state of the market 2018 //https://www.climatebonds.net/2019/03/climate-bonds-launches-green-bonds-state-market-2018-report-london-annual-conference 20.09.2019 г.

# 10 Башмаков И.А., Мышак А.Д. Оптимизация энергоэффективности зданий на основе оценки стоимости жизненного цикла// Энергосовет. – 2015. -[№3(40). - C. 55-62,](http://www.energosovet.ru/bul_stat.php?num=40)

11 Опарина Л.А. Теоретические основы процессов организации жизненного цикла энергоэффективных зданий: автореф. дис…. канд. экон. наук. – Иваново, 2016. - 40 c.

12 Araújo C., Almeida M., Bragança L., Barbosa J.A. Cost-benefit analysis method for building solutions// Appl. Energy. – 2016. – №173. – P. 124–133.

13 Ascione F., Bianco N., De Stasio C., Mauro G.M., Vanoli G.P. Ulti-stage and multi-objective optimization for energy retrofitting a developed hospital reference building: A new approach to assess cost-optimality// Appl. Energy. – 2016. - №174. – P. 37–68.

14 Atanasiu B., Kouloumpi I. Implementing the cost-optimal methodology in EU countries. Lessons learned from three case studies, 2013. //<http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/Implementing_Cost_Optimality.pdf> 15.07.2019 г.

15 Ballarini I., Corrado V., Madonna F., Paduos S., Ravasio F. Energy refurbishment of the Italian residential building stock: Energy and cost analysis through the application of the building typology// Energy Policy. – 2017. - №105. – P. 148–160.

16 Becchio C., Ferrando D.G., Fregonara E., Milani N., Quercia C., Serra V. The Cost-optimal Methodology for Evaluating the Energy Retrofit of an ex-industrial Building in Turin // Energy Procedia. – 2015. - №78. – P. 1039–1044.

17 Hamdy M., Siren K., Attia S. Impact of financial assumptions on the cost-optimality towards nearly zero energy buildings-A case study// Energy Build. – 2017. - №153. - P. 421–438.

18 Enseling A., Loga T. Implementing the cost-optimal methodology in EU countries. Case study Germany, 2013 //<http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/BPIE_Cost_Optimality_Germany_Case_Study.pdf> 15.07.2019 г.

19 Leutgöb K., Rammerstorfer J. Implementing the cost-optimal methodology in EU countries. Case study Austria, 2013 //<http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/BPIE_Cost_Optimality_Austria_Case_Study.pdf> 15.07.2019 г.

20 Ortiz J.; Casas A.F.; Salom J.; Garrido Soriano N.; Casas P.F. Cost-effective analysis for selecting energy efficiency measures for refurbishment of residential buildings in Catalonia // Energy Build. – 2016. - №128. – P. 442–457.

21 Pikas E., Kurnitski J., Liias R., Thalfeldt M. Quantification of economic benefits of renovation of apartment buildings as a basis for cost-optimal 2030 energy efficiency strategies //Energy Build. – 2015. - №86. – P. 151–160.

22 Tadeu S.F., Alexandre R.F., Tadeu A.J.B., Antunes C.H., Simões N.A.V., da Silva P.P. A comparison between cost-optimality and return on investment for energy retrofit in buildings-A real options perspective // Sustain. Cities Soc. – 2016. - №21. – C. 12–25.

23 Корягина А. Системы сертификации зеленого строительства//Commercial Property. – 2011. - №2(91). - C. 44-47.

24 Миллер Ю. В. Рейтинговая оценка зеленого здания //АВОК.-2014.- №1.-C. 74-81.

25 Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания. Стандарт СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011. Разработан Некоммерческим партнерством «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике» (НП «АВОК»), ОАО «ЦНИИПромзданий» и ООО «НПО ТЕРМЭК». Утвержден Национальным объединением строителей. - Москва, 2011. - 36 с.

26 Закон Республики Казахстан. Об энергосбережении и повышении энергоэффективности: принят 13 января 2012 года.

27 Кудревич О.О. Сертификация энергетической эффективности зданий. Анализ передового европейского и международного опыта и рекомендации для Беларуси. Проект 00077154 «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь». - Минск, 2014. - 59 с.

28 EN 15217:2007 Энергетическая оценка зданий.   
Методы выражения энергетических характеристик   
зданий и сертификация энергопотребления зданий (Проект). Министерство регионального развития Российской Федерации // http://nostroy.ru/nostroy\_archive/nostroy/760277033-SP\_energetich%20ocenka%20 zdanii%2024072013.pdf 15.07.2019 г.

29 Автоматизация инженерных систем. Опрос экспертов // https://www.c-o-k.ru/articles/avtomatizaciya-inzhenernyh-sistem-opros-ekspertov 15.07.2019 г.

## **30 Использование тепловых насосов в системах горячего водоснабжения зданий //** https://www.abok.ru/for\_spec/articles.php?nid=2100 15.07.2019 г.

31 СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение и к инсоляции и солнцезащите помещений»: введен с 1 июля 2015 года.

32 Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан № ҚР ДСМ-29 «Санитарно-эпидемиологические требования к административным и жилым зданиям»: утвержден 26 октября 2018 года.

33 Пылаев А.Я., Пылаева А.А., Долятовский В. А., Карасева Л. В. Качество жилых зданий: учебное пособие. Южный федеральный университет. — Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2017. - 332 с.

34 [Директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза 2012/27/ЕС. Об энергетической эффективности](http://base.garant.ru/70390784/): принят 25 октября 2012 года.

# 35 Федеральный закон РФ 261-ФЗ. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности: принят 23 ноября 2009 года.

# 36 СН РК 2.04-03-2011 «Тепловая защита зданий»: введен с 1 июля 2015 года.

37 СН РК 2.04-04-2011 «Тепловая защита зданий»: введен с 1 июня 2012 года.

38 СП РК 2.04-106-2012 «Проектирование тепловой защиты зданий»: введен с 1 июля 2015 года.

39 СП РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология»: введен с 20 декабря 2017 года.

40 Р НП «АВОК» 3.3.1-2009. Рекомендации «АВОК». Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты в зданиях взамен центральных тепловых пунктов. Нормы проектирования. - Москва, 2009. - 24 с.

41 Пырков В. В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование.– Киев, 2007.– 252 с.

42 Тарасенко Ю. Повышение энергоэффективности зданий c помощью автоматизации инженерных систем// Control Engineering Россия. - 2017. - №3(69). - С. 66-68.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Классификация показателей энергоэффективности зданий

Натуральные

Условно-натуральные

Стоимостные

На стадии проектирования

На стадии строительства

На стадии эксплуатации

В течение всего жизненного цикла

Энергоэффективность отдельных элементов здания

Энергоэффективность наружной оболочки здания

Энергоэффективность здания в целом

Для жилых зданий

Для общественных зданий

Для производственных зданий

Расчетно-аналитический

Опытно-экспериментальный

Статистический

Приборный

Смешанный

По виду измерений

По стадиям жизненного цикла здания

По целостности зданий

По типу зданий

По методам измерения

Рисунок А.1 - Классификация показателей энергоэффективности зданий

Примечание – составлено авторами на основании [10]

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Финансовые показатели мер энергоэффективности

Рисунок Б.1 – Дисконтированные денежные потоки при установке АТП с учетом экономии энергии

Примечание – составлено авторами

Рисунок Б.2 – Дисконтированные денежные потоки при утеплении здания с учетом экономии энергии

Примечание – составлено авторами

Рисунок Б.3 – Дисконтированные денежные потоки при утеплении здания и установке АТП с учетом экономии энергии

Примечание – составлено авторами

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Список опубликованных работ

Публикации: опубликовано 5 статьей и одно учебное пособие.

В журналах, рекомендованных МОН РК: 2 статьи.

1 Лохманн Б., Тлеппаев А., Ажибаева А., Омаров Т. Международный опыт внедрения инновационных финансовых инструментов с целью повышения энергоэффективности зданий//Вестник Казахского Национального Университета имени аль-Фараби, Серия экономическая. – 2019. - №1 (127). – С. 89-99.

2 Тлеппаев А., Сулейменов Ж. Международный опыт инвестиционного стимулирования проектов энергоэффективности в ЖКХ и промышленности//Статистика, учет и аудит. – 2019. - №1 (72). – С. 187-190.

В материалах международных конференций в базе данных Scopus опубликовано 2 статьи.

1 Tleppayev A. Financing Models for Energy Efficiency Buildings //33-я международная IBIMA конференция. – Madrid.-2019.- P. 3897-3903.

2 Tleppayev A. Cost-Optimal methodology for Kazakhstan’s energy efficiency projects //33-я международная IBIMA конференция. – Madrid.-2019.- P. 6816-6821.

В журналах в базе данных Scopus опубликовано 2 статьи.

## 1 Tleppayev A. Digitalisation and energy: world experience and evidence of correlation from Kazakhstan // Economic Annals-XXI. -2019. – Vol. 176, Issue 3-4. – P. 56-64. SJR 2018 - 0.210, SNIP 2018 - 0.319.

## 2 Tleppayev A., Zeinolla S., Abishova S. Kazakhstan's Energy Efficiency Policy Via Dea Approaches// The Journal of Social Sciences Research. -2018. – Vol. 4, Issue 12. – P. 509-514. SJR 2018 - 0.188, SNIP 2018 - 0.320.

Опубликовано учебное пособие:

- Тлеппаев А.М. Государственно-частное партнерство в реформировании жилищно-коммунального хозяйства Казахстана. – Алматы. -2019. – 140 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Список охранных документов

Получено 1 авторское свидетельство:

1 Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом №4695 от 26 июля 2019 года, РГП Национальный институт интеллектуальной собственности МЮ РК: «Методология рейтинговой оценки проектов энергоэффективности».

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Список актов о внедрении

По проекта были внедрены следуюшие результаты:

- анализ финансовых инструментов повышения энергоэффективности;

- анализ потребления энергии зданиями;

- инструменты партнерства в рамках повышения энергоэффективности здания.

Таблица Д.1 – Список актов о внедрении по проекту

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер | Наименование внедрения | Тип внедрения (технология, стандарт, рекомендация, методика, другое) | Место внедрения |
| 1 | Акт внедрения | методика, рекомендация | ТОО Tabiya-consult |
| 2 | Акт внедрения | методика, рекомендация | ТОО МКА ИНЖИНИРИНГ |

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Перечень использованных зарубежных информационных ресурсов

Исполнителями проекта «Повышение энергоэффективности Казахстана при переходе к зеленой экономике: теория и практические меры реализации» были использованы следующие зарубежные информационные ресурсы:

- SpringerLink, который является одним из ведущих баз данных по информационным данным, журналам и книгам по науке, технике и медицине (http://link.springer.com/);

- база данных Science Direkt, который предоставляет доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир» (http://www.sciencedirect.com);

- Scopus, который представляет базу данных, которая индексирует более 21,000 наименований научно-технических и медицинских журналов примерно 5,000 международных издательств (http://www.scopus.com/);

- ThomsonReuters - the Web of Knowledge мультидисциплинарная электронная научно-исследовательская платформа (http://apps.webofknowledge.com)/