

БЕРЕЗИНА МАРИЯ ЮРЬЕВНА

**ЭКОНОМИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА**

Специальность 5.2.3 - Региональная и отраслевая экономика
(экономика строительства и операций с недвижимостью)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Научный руководитель - Чекалин Вадим Сергеевич
доктор экономических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Кощеев Вадим Аркадьевич**
доктор экономических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»,
профессор кафедры Экономики и управления
в строительстве
Николихина Светлана Анатольевна
кандидат экономических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора Александра I»,
доцент кафедры «Экономика и менеджмент в
строительстве»

Ведущая организация - Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования «**Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина**»

Защита состоится «___» _____ 2024 года в «___» часов на заседании
диссертационного совета 24.2.386.10 при Федеральном государственном бюджетном
образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
экономический университет» по адресу: 191023, Россия, Санкт-Петербург, набережная канала
Грибоедова, д. 30/32, литер А, ауд. ____.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <http://unecon.ru/dis-sovety>
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Автореферат разослан «___» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Е.Н. Ветрова

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования. Активный рост исследований, проводимых во второй половине XX века и начале XXI столетия, направлен на изучение процесса развития современных городов и городских агломераций. Это, в первую очередь, связано со стремительным ростом численности населения и с повышением роли мегаполисов в мировой хозяйственной системе. При этом важнейшим жизнеобеспечивающим элементом современного города является инженерно-энергетическая инфраструктура, которая входит в состав системы жилищно-коммунального хозяйства (далее - ЖКХ).

Инженерно-энергетический комплекс обеспечивает жизненно необходимые потребности конкретных предприятий, организаций, населения и города в энергии. Системы инженерно-энергетической инфраструктуры данного комплекса, входящие в состав ЖКХ, обеспечивают город электрической и тепловой энергией, природным газом и другими энергоносителями. Но, при этом, имеют место значительные потери в процессе производства, передачи и потребления тепловой и электрической энергии, которые не должны превышать допустимого показателя в 5-7%, но фактически они достигают 20-25%. В результате нерационально расходуются ограниченные ресурсы, а также существенно растут платежи потребителей за коммунальные услуги, что, в суммарном приросте, составило более 26% за последние два года.

Отсюда следует, что актуальность данной темы диссертации определяется необходимостью разработки обоснованной политики энергосбережения и повышения энергетической эффективности инженерно-энергетической инфраструктуры города.

Степень разработанности научной проблемы. Исследования в области развития инженерно-энергетической инфраструктуры опираются на теоретические и методологические труды российских и зарубежных ученых, целью которых стало изучение подходов к повышению энергетической эффективности городских инженерно-энергетических объектов.

Проблемам развития городов, в результате процесса урбанизации, посвящены труды отечественных ученых Борисюка Н.К., Видищевой Е.В., Глазычева В.Л., Карпова С.П., Крылова Ю.А., Лебедевой М.

Содержание политики энергосбережения и повышения энергетической эффективности городов находит свое отражение в трудах Балдина В.Ю., Данилова В.Я., Ерастова А.Е., Ефремова В.В., Маркмана Г.З., Чемезова А.В., Шамаровой Н.А., Щелокова Я.М., Яхиной Е.Р.

Внедрению механизмов энергосбережения и повышения энергоэффективности на объектах инженерно-энергетической инфраструктуры в жилищно-коммунальной сфере города посвящены труды Асаул В.В., Астафьева С.А., Березина А.О., Голиковой Г.А., Горбачева А.Н., Запольской И.Н., Кощеева В.А., Кузовлевой И.А., Ларионовой Ю.В., Любарской М.А., Николихиной С.А., Романовой А.И., Синельниковой В.Н., Федосеева И.В., Чекалина В.С., Юденко М.Н.

Среди зарубежных авторов, активно уделявших внимание вопросам развития городов и городских агломераций, можно выделить Броделя Ф., Готтмана Ж., Корбаха М., Крандаля Р., Мамфорда Л., Пуга Д., Рида Г., Холла П.

Вопросами развития инженерно-энергетической инфраструктуры, а также повышением энергетической эффективности ее функционирования, занимались зарубежные ученые такие, как Ванг С., Ким Е., Копизелло С., Кураби Х., Нам Т., Розенфельд Х., Спайсер З.

Анализ работ указанных авторов позволяет утверждать, что несмотря на широкий круг проведенных исследований, по данной тематике, не в полной мере рассмотрен экономико-организационный механизм управления политикой энергосбережения инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города, что определяет необходимость дальнейших исследований по данной проблематике. В настоящее время актуальными остаются задачи проведения исследований в части установления зависимости между успешностью реализации политики энергосбережения и уровнем развития ЖКХ города, рассмотрения зарубежного опыта проведения политики повышения энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры и обоснования возможности применения имеющихся разработок в российских условиях.

Целью диссертационного исследования является разработка механизма повышения энергоэффективности объектов инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города.

Достижение поставленной цели потребовало постановки и решения следующих задач:

1. Обосновать содержание, состав, структурные элементы и схему функционирования экономико-организационного механизма повышения энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города.

2. Выявить факторы и проблемы, влияющие на успешное проведение политики энергосбережения и повышения энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ в городах страны.

3. Разработать концепцию цифровых инструментов, позволяющих учесть особенности функционирования и взаимодействия различных субъектов инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города.

4. Сформировать методический инструментарий инвестиционной политики в сфере повышения энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города.

5. Предложить вариант проекта программы повышения энергоэффективности объектов теплоэнергетики города (на примере г. Санкт-Петербурга).

Объект исследования - инженерно-энергетическая инфраструктура ЖКХ города.

Предмет исследования - организационно-экономические отношения, возникающие в процессе управления повышением энергетической эффективности объектов инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города.

Теоретической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых в области функционирования инженерно-энергетического комплекса города и применения энергосберегающих и энергоэффективных технологий в ЖКХ.

Методологическая основа исследования базируется на общенаучных методах и принципах, правилах и нормах, включая методы системного анализа, сравнительного анализа и синтеза, обобщения, методов имитационного моделирования и других.

Информационной базой исследования послужили законодательные и нормативные акты Российской Федерации; официальные данные Федеральной службы государственной статистики РФ; годовые отчеты исполнительных органов государственной власти РФ и субъектов РФ; материалы, размещенные в сети Интернет на сайтах российских и зарубежных организаций; публикации отечественных и зарубежных авторов в научных изданиях и периодической печати; материалы научных конференций, симпозиумов и семинаров.

Обоснованность результатов диссертационного исследования обеспечивается использованием фундаментальных научных трудов зарубежных и отечественных ученых, экономистов в качестве теоретической и практической базы исследования в области повышения энергетической эффективности инженерно-энергетической инфраструктуры города.

Достоверность результатов и выводов обеспечивается использованием современных общепризнанных методов и инструментов научных исследований, принципов и методов системного и комплексного подходов.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности. Данное диссертационное исследование выполнено в соответствии с Паспортом научной специальности «5.2.3 - Региональная и отраслевая экономика», направление исследования – п.6 «Экономика строительства и операций с недвижимостью»: п.п. 6.6 Экономика сферы ЖКХ. Теоретические и методологические основы экономики и управления жилищным фондом и жилищно-коммунальным хозяйством».

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке механизма реализации потенциала энергосбережения и повышения энергоэффективности на объектах инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Разработана трехконтурная информационная модель управления повышением

энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города, которая обеспечивает взаимосвязь энергоэффективных технологий с объектами инженерно-энергетического комплекса города; на базе предлагаемой модели разработан концепт реализации виртуального вычислительно-моделирующего комплекса, направленного на повышение эффективности использования нововведений, внедряемых на объектах инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города, на всех стадиях жизненного цикла.

2. Предложен экономико-организационный механизм повышения энергоэффективности объектов инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города, обеспечивающий повышение эффективности использования энергетических ресурсов, а также деятельность органов управления и бизнеса по выработке энергоэффективных мероприятий на основе оптимизации энергопотребления.

3. Разработана модель оптимального распределения инвестиций в мероприятия по повышению энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города на базе инструментария линейного программирования, позволяющая рационально распределять инвестиции между энергоэффективными мероприятиями с учетом минимального срока их реализации.

4. Предложена модель рационального распределения энергетических ресурсов между объектами инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города при заданных параметрах, использование которой позволит обеспечить рациональное распределение энергии по отраслям жилищно-коммунального комплекса города, а также существенно снизить потери энергоресурсов и обеспечить сбалансированность функционирования инженерно-энергетической инфраструктуры в процессе генерации и потребления энергии.

5. Разработан проект программы повышения энергоэффективности системы теплоснабжения г. Санкт-Петербурга, суть которого заключается в создании комплекса энергосберегающих мероприятий в теплоэнергетическом секторе города на базе предложенного автором перечня целевых показателей, а также параметров оценки энергообеспечения, позволяющих оптимизировать распределение энергоресурсов между объектами генерации и территориальными зонами города.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии теоретических и методических подходов в области повышения энергетической эффективности объектов инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города с учётом интересов как производителей, так и конечных потребителей энергетических ресурсов. Диссертация выполнена в рамках исследований, проводимых научной школой профессора В.С. Чекалина «Управление городом и городским хозяйством на инновационной основе».

Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенные методические подходы могут быть использованы государственными и муниципальными органами власти, а также предприятиями жилищно-коммунального комплекса для повышения энергоэффективности и надёжности функционирования инженерно-энергетической инфраструктуры города. Положения диссертации использованы в учебном процессе для студентов бакалавриата и магистратуры по дисциплинам «Управление энергоэффективностью и ресурсосбережением» и «Стратегия развития территорий». Отдельные научные результаты диссертационного исследования внедрены в деятельность ГУП «Топливо-энергетический комплекс Санкт-Петербурга» (ГУП «ТЭК СПб»), что подтверждается соответствующей справкой о внедрении.

Апробация результатов исследования проведена в форме докладов в рамках проведения ряда международных, национальных, научно-практических конференций, научных сессий в том числе на: V Научно-практической конференции с международным участием «Управление рисками в экономике: проблемы и решения» (ноябрь 2019 г., Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»), XV Международной научно-практической конференции «Современный менеджмент: проблемы и перспективы» (апрель 2020 г., Санкт-Петербургский государственный экономический университет), III Национальной научно-практической конференции «Теория и практика

управления государственными функциями и услугами. Тарифное регулирование» (ноябрь 2020 г., Санкт-Петербургский государственный экономический университет), XVI Международной научно-практической конференции «Современный менеджмент: проблемы и перспективы» (апрель 2021 г., Санкт-Петербургский государственный экономический университет), Научной сессии профессорско-преподавательского состава, научных работников и аспирантов «Актуальные вопросы развития современной науки: теория и практика» по итогам НИР за 2020 год (май 2021 г., Санкт-Петербургский государственный экономический университет), IV Национальной научно-практической конференции «Теория и практика управления государственными функциями и услугами. Тарифное регулирование» (ноябрь 2021 г., Санкт-Петербургский государственный экономический университет), V Национальной научно-практической конференции «Теория и практика управления государственными функциями и услугами. Тарифное регулирование» (ноябрь 2022 г., Санкт-Петербургский государственный экономический университет).

Основные результаты диссертации использованы, при участии автора, в выполнении исследований в рамках написания инициативной научно-исследовательской работы по теме «Экономико-организационные основы управления инженерно-энергетической инфраструктурой крупного города в условиях развития «умных» технологий», 2020 г. (Рег.№ НИОКТР АААА-А20-120021490012-0).

Публикации результатов исследования. По результатам исследования опубликовано 15 научных работ общим объемом 9,35 п.л. (вклад автора 7,41 п.л.), из них 5 публикаций в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, объемом 1,82 п.л. (вклад автора 1,31 п.л.) и 1 монография объемом 8 п.л. (вклад автора 4 п.л.).

Структура исследования обусловлена целью и задачами работы и включает: введение, три главы, состоящие из десяти параграфов, заключение, список использованных источников.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Разработана трехконтурная информационная модель управления повышением энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города, которая обеспечивает взаимосвязь энергоэффективных технологий с объектами инженерно-энергетического комплекса города. Отличительной особенностью данной модели является наличие трехконтурной структуры, включающей в себя: организационно-цифровой контур (обработка и обмен больших массивов данных (Big Data)); контур управления производственно-хозяйственной деятельностью (контроль и учет применяемых энергоэффективных технологий); контур взаимодействия инженерно-энергетической инфраструктуры (ИЭИ) с внешней средой. Предлагаемая модель базируется на обработке и обмене больших массивов данных (Big Data), а также на симбиозе IT и энергоэффективных технологий с объектами инженерно-энергетической инфраструктуры, что позволяет учитывать интересы ключевых субъектов коммунальной инфраструктуры и энергетики: предприятий инженерно-энергетического комплекса (ИЭК), органов государственной власти и местного самоуправления (МСУ), предприятий градостроительного комплекса, государственных информационных систем ЖКХ (ГИС ЖКХ), управляющих компаний (УК), ТСЖ и жителей города.

Трехконтурная информационная модель управления повышением энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры представлена на рисунке 1.

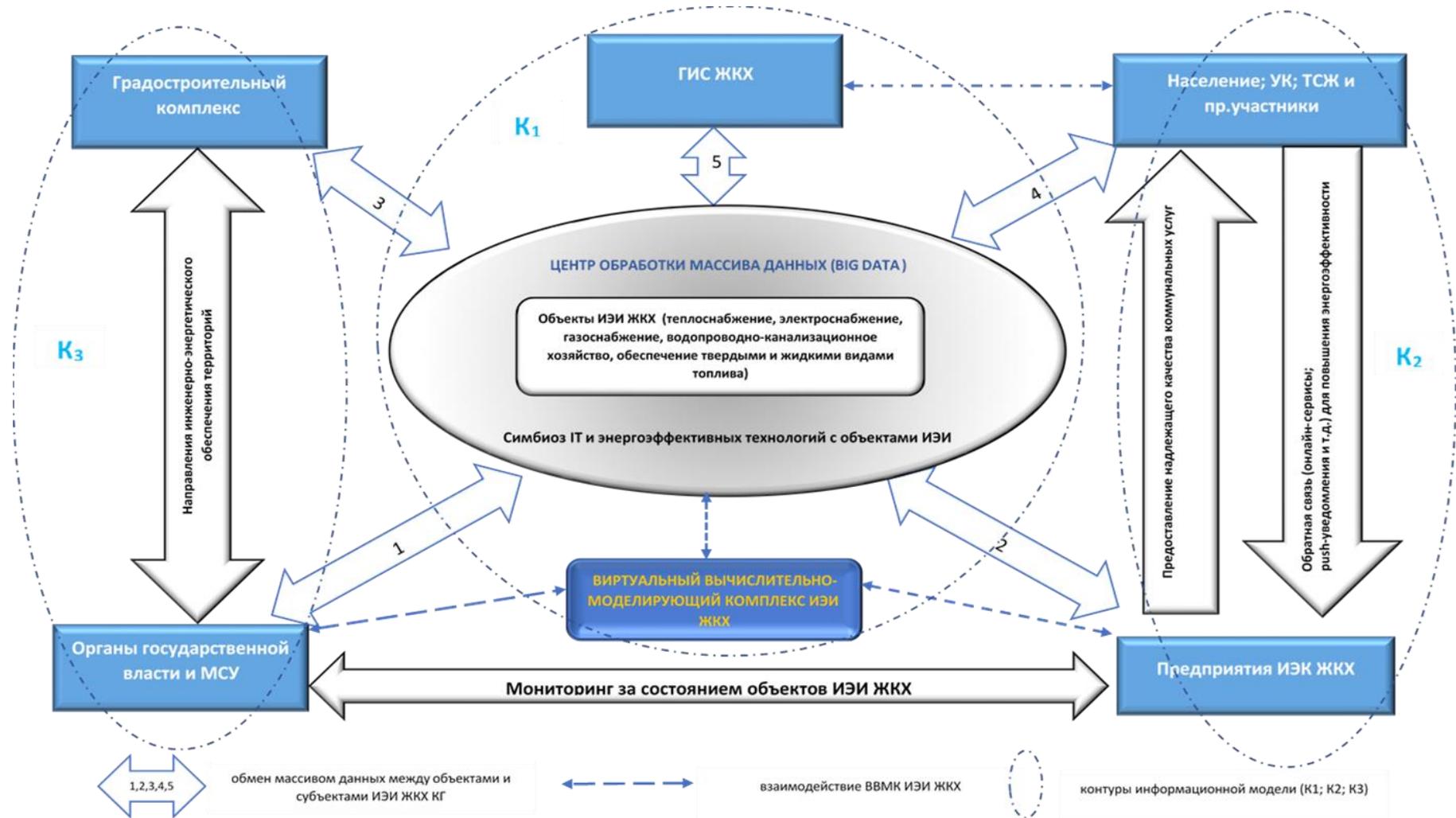


Рис. 1. Трехконтурная информационная модель управления повышением энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города

Обозначенные контуры предлагаемой информационной модели содержат в себе следующие потоки информации:

- контур 1 (К1) – поток информации, получаемой от участников взаимодействия 1,2,3,4,5.
- контур 2 (К2) – поток информации, получаемой от участников взаимодействия 2,4,5.
- контур 3 (К3) – поток информации, получаемой от участников взаимодействия 1,3.

В соответствии с предложенной моделью массив больших данных (Big Data) будет формироваться за счет следующей информации, получаемой от участников модели во взаимоотношениях с объектами инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ:

1. взаимодействие органов государственной власти и МСУ с объектами ИЭИ ЖКХ: предоставление информации для государственных информационных систем (ГИС ТЭК; ГИС ЖКХ), выполнение требований законодательства (индикаторы, показатели целевых программ и т.д.), отраслевые схемы (показатели мощности, протяженности, состояния сетей и т.д.);

2. предоставление информации для паспортизации тепловых, электрических, газотранспортных сетей, а также сетей водоснабжения и водоотведения, гидравлические расчеты и оптимизация потерь в сетях, моделирование и локализация аварийных участков, ведение онлайн-журнала повреждений, интеграция с системой сбора телеметрии, цифровой анализ технико-экономических показателей работы инженерно-энергетическим систем, расчет резервов пропускной способности инженерных сетей;

3. взаимодействие градостроительного комплекса с объектами ИЭИ ЖКХ: сбор и обработка данных по геоинформации, описывающей пространственное расположение инженерно-энергетических объектов, территориальное планирование, информация по разрешенному использованию территорий и пятен застройки, информационное обеспечение по расчетам эффективных радиусов инженерных сетей;

4. взаимодействие населения, УК, ТСЖ и пр. участников с объектами ИЭИ ЖКХ: информационные показатели, характеризующие рост значимости обратной связи за счет интернет-обращений и push-уведомлений, краудсорсинга информации через специальные онлайн-сервисы и модули для улучшения управления коммунальной инфраструктурой и повышения энергоэффективности;

5. взаимодействие ГИС ЖКХ с объектами ИЭИ ЖКХ: получение информации о состоянии объектов ИЭИ ЖКХ, сведения о введенных мощностях и объектах генерации ресурсов, данные о состоянии расчетов, тарифах, сведения о программах энергосбережения и повышения энергоэффективности на объектах ИЭИ ЖКХ.

На этапе внедрения данной модели предлагается руководствоваться следующими основополагающими принципами: эмерджентность – приобретение новых свойств метасистемы инженерно-энергетической инфраструктуры, не присущие отдельным моноэлементам, управляемость процессов энерго- и водоснабжения города, тесная взаимосвязь субъектов функционирования инженерно-энергетической инфраструктуры в рамках единой стратегии развития, распределённая ответственность за обеспечение безопасности и бесперебойного функционирования между структурными элементами метасистемы.

Преимуществом использования модели станет: снижение энергоёмкости инженерно-энергетической инфраструктуры в целом; сокращение потерь и улучшение показателей при передаче энергоресурсов конечному потребителю; существенное снижение степени загрязнённости воздуха и улучшение общей экологической обстановки в городе; повышение эффективности функционирования инженерно-энергетического комплекса в целом; обеспечение доступности участия граждан в управлении данным комплексом.

На базе предлагаемой модели разработан концепт реализации виртуального вычислительно-моделирующего комплекса (ВВМК), направленный на повышение эффективности использования нововведений, внедряемых на объектах инженерно-энергетической инфраструктуры города, на всех стадиях жизненного цикла.

Концепт виртуального вычислительно-моделирующего комплекса ИЭИ ЖКХ представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Концепт виртуального вычислительно-моделирующего комплекса ИЭИ ЖКХ

Задачами внедрения такого комплекса являются: совершенствование режимов эксплуатации объектов инженерно-энергетической инфраструктуры; выявление критических границ функционирования инженерно-энергетической инфраструктуры на основании различных алгоритмов и сценариев; подготовка и обучение персонала к реальным условиям функционирования инженерно-энергетических объектов; прогнозирование поведения инженерно-энергетической инфраструктуры на различных стадиях жизненного цикла оборудования и оценка эффективности функционирования.

На основе собранных массивов данных (Big Data), с помощью ВВМК ИЭИ ЖКХ, можно спрогнозировать поведение инженерно-энергетических объектов на различных этапах жизненного цикла (например: функционирование и взаимодействие отдельных служб, скорость преодоления критических ситуаций, устойчивая работа нового оборудования, прогнозирование аварий на участках сетей и т.д.).

Таким образом, данный виртуальный вычислительно-моделирующий комплекс будет способствовать достижению важных эффектов, а именно: снижению экономических затрат на испытания новых технологических решений на объектах инженерно-энергетической инфраструктуры, повышению качества их проектирования и разработки, а также снижению затрат на обучение персонала по управлению такими решениями. Кроме того, данный комплекс ориентирован на экономию затрат по разработке алгоритмов эффективного функционирования объектов инженерно-энергетической инфраструктуры в рамках выполнения технологических операций по внедрению следующих цифровых решений: виртуальный тренажер, виртуальный проектировщик и «цифровой двойник» объектов инженерно-энергетической инфраструктуры.

2. Предложен экономико-организационный механизм повышения энергоэффективности объектов инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города, обеспечивающий эффективное использование энергетических ресурсов, а также деятельность органов управления и бизнеса по выработке энергоэффективных мероприятий на основе оптимизации энергопотребления.

Целью и задачами данного механизма являются: экономически эффективное развитие инженерно-энергетической инфраструктуры города; создание условий для надежного и качественного удовлетворения спроса на энергетические ресурсы; повышение энергетической безопасности города; повышение эффективности потребления и использования энергоресурсов; уменьшение негативного воздействия на окружающую среду и обеспечение гражданской защиты в сфере техногенной безопасности.

В разрезе раскрытия сути представленного механизма, все его элементы предлагается систематизировать по следующим структурным блокам с учётом реализации в едином ключе:

- регулятивные элементы повышения энергоэффективности включают нормативно-правовые акты, стандарты минимального энергопотребления, энергетическую сертификацию, стандартизацию в области энергоэффективности;

- информационно-цифровые элементы повышения энергоэффективности включают информационные компании, информационно-аналитические системы, интегрированные платформы, виртуальные комплексы и т.д.;

- экономические элементы повышения энергоэффективности включают систему торговых сертификатов, налоговые механизмы, механизм государственных закупок; государственные гарантии, льготные кредиты, финансирование энергоэффективных проектов на основе перфоманс-контрактов;

- административно - контрольные элементы повышения энергоэффективности включают штрафные санкции, государственный контроль и надзор, энергетический аудит, государственную экспертизу по энергоэффективности, составление энергетических паспортов.

Отдельными элементами механизма являются добровольные соглашения по улучшению энергоэффективности, а также документы международного сотрудничества и международных обязательств в данной сфере. В комплексе взаимодействие всех элементов механизма позволит обеспечить повышение энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ городов и, в перспективе, энергетического сектора экономики на региональном и федеральном уровнях.

Экономико-организационный механизм повышения энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города целесообразно определить как упорядоченное и последовательное использование органами управления комплекса способов, методов, рычагов и принципов воздействия, на основе определенных блоков инструментов, для достижения целей повышения энергоэффективности. Схематично функционирование данного механизма представлено на рисунке 3.

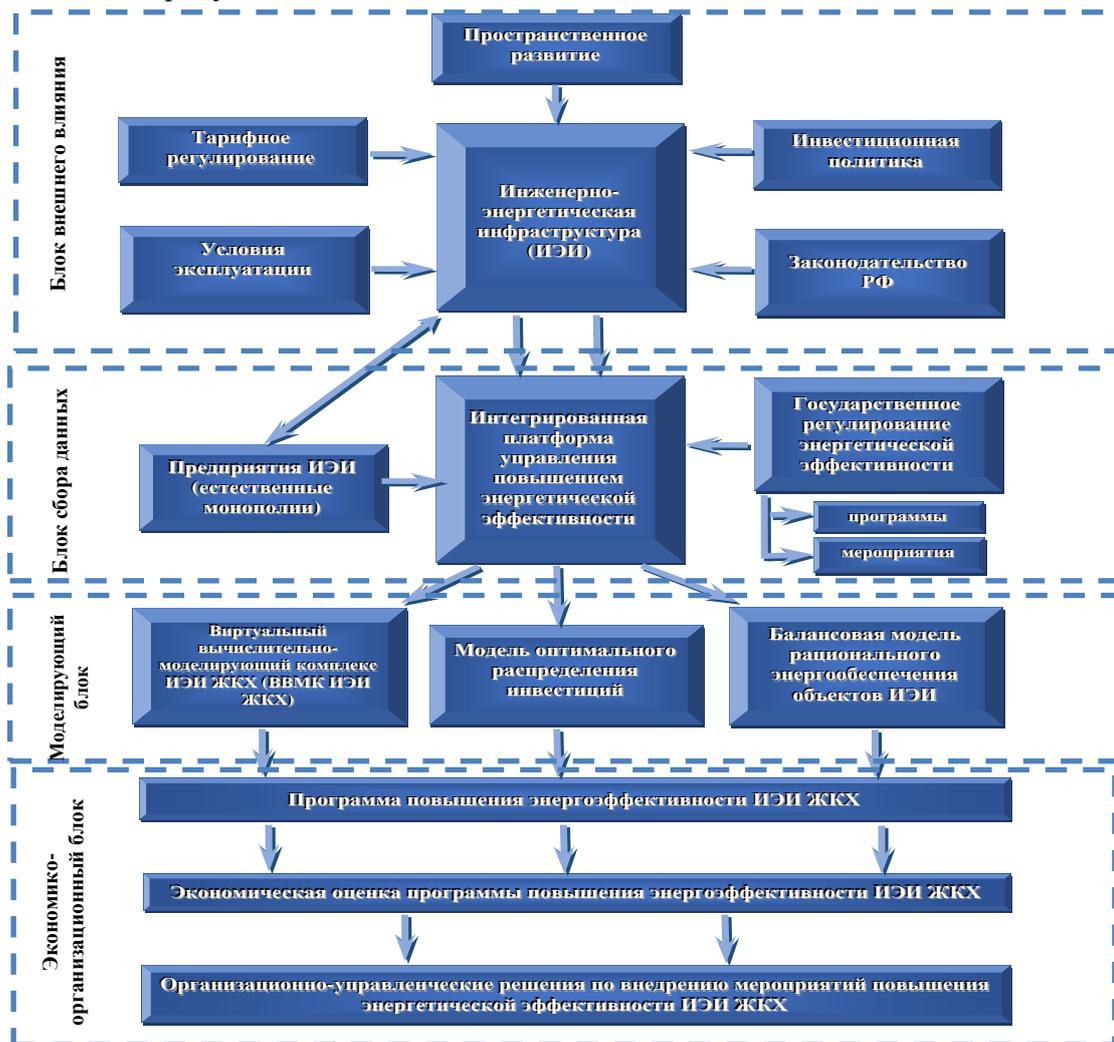


Рис. 3. Схема функционирования экономико-организационного механизма повышения энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города

Создание энергосберегающей и энергоэффективной инженерно-энергетической инфраструктуры города будет являться ключевой мотивацией к применению современных методов и соответствующих средств, определения их последовательности, порядка использования и способов сочетания между собой. Предложенная модель механизма будет полезной для принятия обоснованных решений на предприятиях инженерно-энергетического комплекса, в органах государственной власти и МСУ, УК и ТСЖ при разработке программ и проектов повышения энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры города, а также для проведения дальнейших научных исследований в данной области.

3. Разработана модель оптимального распределения инвестиций в мероприятия по повышению энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города на базе инструментария линейного программирования, позволяющая рационально распределять инвестиции между энергоэффективными мероприятиями с учетом минимального срока их реализации. Данная модель включает в себя следующие виды эффектов: финансово-экономический; социальный и экологический. С помощью предлагаемой модели можно оценить влияние отдельных критериев (показателей) на повышение энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры, что в дальнейшем позволит сформировать более гибкую и рациональную программу инвестирования в энергоэффективные мероприятия на различных объектах инженерно-энергетического комплекса ЖКХ города.

На повышение энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры (ИЭИ) города выделяется X_0 объем инвестиций. Этот объем инвестиций необходимо распределить между N мероприятиями по повышению энергоэффективности ИЭИ. Обозначим через $f_i(x_i)$ эффект, который приносит выделение на реализацию i -го мероприятия объема инвестиций в размере x_i ($i = 1, \dots, N$). При этом учитываем, что размер полученного эффекта зависит как от выделенного объема инвестиций, так и от конкретного мероприятия. Кроме этого, существует еще один фактор – это срок реализации i -го мероприятия (T_i). Введение этого параметра обусловлено необходимостью проведения тех или иных мероприятий в сфере ИЭИ.

Выбор оптимального варианта инвестирования основывается на максимально возможном получении эффекта $F(x)$ от реализации мероприятий по повышению энергоэффективности ИЭИ:

$$F(x) = \max(f_1(x_1); \dots; f_i(x_i); \dots; f_N(x_N)) \quad (1)$$

Задача оптимального распределения возникает в связи с ограниченным объемом инвестиций X_0 , т. е.

$$x_1 + \dots + x_N = X_0, x_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, N) \quad (2)$$

Кроме этого, необходимо учитывать минимальный срок реализации мероприятий по повышению энергоэффективности ИЭИ:

$$T(x) = \min(t_1(x_1); \dots; t_i(x_i); \dots; t_N(x_N)) \quad (3)$$

Для решения данной задачи предлагается ранжировать мероприятия в порядке убывания эффективности проекта (в данном случае используется *удельная эффективность за год*, т.е. эффект $f_i(x_i)$ на рубль вложенных инвестиций x_i в среднем за год с одной стороны в сочетании с ранжированием мероприятий в порядке возрастания сроков их реализации ($T(x_i)$) с другой стороны. Точка пересечения минимальных сроков проведения мероприятий с максимальным удельным эффектом и станет оптимальным вариантом инвестирования. Кроме того, данная модель предполагает использование других показателей эффективности, включая чистый дисконтированный доход (экономия), рассчитанный за весь срок реализации предложенных мероприятий

Если при реализации первого мероприятия остаются свободные инвестиции, то, в зависимости от приоритета (срочность, важность и т.д.), принимается решение об

инвестировании в следующее мероприятие, направленное на повышение энергоэффективности.

При этом возможны варианты, для которых не будет точек пересечения минимальных сроков с максимальным удельным эффектом. В подобном случае предлагается определение компромиссного решения с использованием следующей схемы компромисса:

$$F^k(X) = \max_{1 \leq k \leq N} \phi_k(X) \quad (4)$$

$$T^k(X) = \min_{1 \leq k \leq N} \Omega_k(X) \quad (5)$$

где $\phi_k(X)$ – нормализованное значение критерия $F^k(X)$;

$\Omega_k(X)$ – нормализованное значение критерия T^k .

На основе проведения инженерно-экономического анализа, рассмотрим практическое применение предложенной модели оптимального распределения инвестиций в данной сфере. Показатели достижения финансово-экономического эффекта¹ от мероприятий, направленных на повышение энергетической эффективности, представлены в таблице 1. Для повышения энергоэффективности объектов инженерно-энергетической инфраструктуры города предлагаются следующие мероприятия с указанными сроками, суммой инвестиционных вложений и предполагаемым финансово-экономическим эффектом (таблица 2).

Таблица 1. Показатели достижения финансово-экономического эффекта от мероприятий, направленных на повышение энергетической эффективности ИЭИ

| Наименование объекта ИЭИ | Виды эффекта | | Показатели, характеризующие достигаемый эффект | |
|--|-------------------------|----|---|------|
| Система теплоснабжения | Финансово-экономические | W1 | Снижение затрат на производство и транспортировку 1 Гкал теплоносителя | W1.1 |
| | | | Экономия теплоносителя | W1.2 |
| | | | Сокращение расходов бюджета на компенсацию затрат теплоснабжающих организаций | W1.3 |
| | | | Сокращение затрат на ремонтно-восстановительные работы, проводимые по ликвидации аварий на сетях теплоснабжения | W1.4 |
| Система электроснабжения | Финансово-экономические | Y1 | Снижение затрат на производство и транспортировку электроэнергии | Y1.1 |
| | | | Экономия электроэнергии | Y1.2 |
| | | | Сокращение расходов бюджета на компенсацию затрат предприятий по поставкам электроэнергии конечным потребителям | Y1.3 |
| | | | Сокращение затрат на ремонтно-восстановительные работы в результате возникновения аварий на сетях электроснабжения | Y1.4 |
| Водопроводно-канализационное хозяйство | Финансово-экономические | S1 | Снижение затрат на очистку и подачу воды потребителям | S1.1 |
| | | | Снижение затрат на очистку канализационных стоков | S1.2 |
| | | | Сокращение расходов бюджета на компенсацию затрат водоснабжающим предприятиям | S1.3 |
| | | | Сокращение затрат на ремонтно-восстановительные работы в результате возникновения аварий на сетях водоснабжения и водоотведения | S1.4 |

¹ В данном случае рассматривается финансово-экономический вид эффекта, но аналогичным образом проводятся расчеты и для других видов эффекта: социального, экологического и пр.

Таблица 2. Исходные данные предлагаемых мероприятий по повышению энергоэффективности ИЭИ

| Наименование объекта ИЭИ | Наименование мероприятия | Объем инвестиций, тыс. руб. | Срок реализации, дн. | Достижимый эффект ² в среднем за год, тыс.руб./год | | | |
|--|---|-----------------------------|----------------------|---|----------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | |
| Система теплоснабжения | Установка теплоинформаторов «ТЕПЛОКОМ GSM» | 15 668,00 | 28 | 128,56 | 447,10 | 542,70 | 228,70 |
| | Установка водяного поверхностного экономайзера котлов в котельных | 14 785,00 | 56 | 160,70 | 380,04 | 414,94 | 256,96 |
| | Гидравлическая наладка внутренней системы отопления | 6 548,00 | 41 | 196,37 | 588,52 | 607,36 | 342,50 |
| | Установка системы возврата конденсата | 11 257,00 | 32 | 202,56 | 590,49 | 652,78 | 345,43 |
| Система электроснабжения | Оптимизация работы систем охлаждения трансформаторов | 1 876,89 | 69 | 125,57 | 312,36 | 254,90 | 12,80 |
| | Установка полупроводниковых пусковых систем | 4 566,40 | 22 | 153,58 | 404,58 | 319,32 | 14,62 |
| Водопроводно-канализационное хозяйство | Оснащение энергоэффективными радиомодемами «СТРИЖ» с датчиками протечки | 2 369,40 | 18 | 186,98 | 237,85 | 445,1 | 334,5 |
| | Внедрение базового комплекса ИГС «CityCom – ГидроГраф» | 7 895,60 | 47 | 178,84 | 243,72 | 392,33 | 264,13 |
| | Обеспечение экономичных режимов эксплуатации насосов | 4 475,20 | 36 | 167,89 | 221,01 | 384,32 | 274,73 |
| Итого | - | 69 441,49 | - | 1501,06 | 3425,66 | 4013,75 | 2074,37 |

Рассмотрим ситуацию, при которой на реализацию мероприятий по повышению энергоэффективности в системах инженерно-энергетического комплекса города выделяется 15,5 млн.руб. Необходимо составить оптимальную программу распределения инвестиций в энергоэффективные мероприятия с достижением максимально возможного финансово-экономического эффекта и минимальными сроками реализации таких мероприятий.

Для реализации предложенного подхода составляется оптимальная программа инвестиций в мероприятия по повышению энергетической эффективности инженерно-энергетической инфраструктуры города, которая представлена в таблице 3.

Таблица 3. Оптимальная программа инвестиций в мероприятия по повышению энергетической эффективности ИЭИ

| № п/п | Наименование мероприятия | Объем инвестиций, тыс.руб. | Совокупный эффект, тыс.руб. | Срок реализации, дн. |
|-------|---|----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1. | Оснащение энергоэффективными радиомодемами «СТРИЖ» с датчиками протечки | 2 369,40 | 1 204,43 | 18 |
| 2. | Установка полупроводниковых пусковых систем | 4 566,40 | 892,11 | 22 |

² Показатели достижения финансово-экономического эффекта представлены в таблице 1

| | | | | |
|--------------|--|------------------|-----------------|----|
| 3. | Оптимизация работы систем охлаждения трансформаторов | 1 876,89 | 705,63 | 69 |
| 4. | Гидравлическая наладка внутренней системы отопления | 6 548,00 | 1 734,75 | 41 |
| Итого | | 15 360,69 | 4 536,92 | |

Внедрение предлагаемой модели в практику управления инженерно-энергетической инфраструктурой, позволит рационально распределять имеющиеся инвестиции между мероприятиями, направленными на повышение энергетической эффективности с учетом минимального срока их реализации. Данный подход целесообразно использовать для предприятий инженерно-энергетического комплекса ряда городов нашей страны.

4. Предложена модель рационального распределения энергетических ресурсов между объектами инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города при заданных параметрах, использование которой позволит обеспечить рациональное распределение энергии по отраслям ЖКХ города, а также существенно снизить потери энергоресурсов и обеспечить сбалансированность функционирования инженерно-энергетической инфраструктуры в процессе генерации и потребления энергии. Предложенная математическая модель опирается на совершенствование режимов производства и потребления энергетических ресурсов, определяемых на основе представления с позиций системного подхода к процессам повышения энергетической эффективности. Функционирование данной системы можно представить в виде уравнений:

$$TC_t = \sum_i TC_{i,j} = \sum_j TC_{j,t} \quad (6)$$

$$TC_{i,j} = \sum_t TC_{i,j,t} \quad (7)$$

$$TC_{j,t} = \sum_i TC_{i,j,t} \quad (8)$$

$$\alpha_t = TC_{i,t} / TC_t \quad (9)$$

$$\beta_t = TC_{j,t} / TC_t \quad (10)$$

где TC_t - общее потребление первичной энергии в году t (т.у.т) – включает в себя объемы потребляемой первичной энергии всеми субъектами потребления коммунальных услуг в городе;

$TC_{i,t}$ - общее энергопотребление топлива типа i в году t (т.у.т) – включает общий объем потребляемого топлива для производства необходимого количества TC_t ;

$TC_{j,t}$ - общее энергопотребление сектора j в году t (т.у.т) – включает в себя объемы потребляемой первичной энергии субъектами сектора j потребления коммунальных услуг в городе;

$TC_{i,j,t}$ - энергопотребление топлива типа i в секторе j в году t (т.у.т) – включает общий объем потребляемого топлива типа i для производства необходимого количества $TC_{j,t}$;

α_t - доля топлива типа i в общем потреблении энергии в году t (%);

β_t - доля сектора j в общем потреблении энергии в году t (%).

Данная система, описанная уравнениями 6-10, представляет собой математическое представление баланса всех видов энергии и процессов формирования данного баланса: производства и потребления. Такой подход позволяет получить информацию по потребляемым ресурсам энергии и видах топлива, необходимого для ее сбалансированного производства по отраслям ЖКХ города. Помимо этого, данная информация позволит обеспечить сбалансированность производства энергетических ресурсов коммунальной инфраструктуры и энергетики города необходимыми видами топлива.

В развитие данной модели предлагаются параметры оценки энергообеспечения объектов теплоэнергетики ЖКХ города, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4. Параметры оценки энергообеспечения объектов теплоэнергетики ЖКХ города

| Параметры оценки энергообеспечения | | Влияние на повышение энергоэффективности |
|--|--|---|
| 1. Объем производства Σ : 1.1. источник теплоэнергии 1 1.1. источник теплоэнергии 2 1.3. источник теплоэнергии 3 1.4. источник теплоэнергии 4 ... 1.n источник теплоэнергии n. | Объем производства теплоэнергии в разрезе источников | При оптимальном соотношении производства и потребления обеспечиваются условия для установления обоснованных цен на теплоноситель |
| 2. Объем потребления Σ : 2.1. Потребитель 1 2.2. Потребитель 2 2.2. Потребитель 3 2.4. Потребитель 4 ... 2.k. Потребитель k. | Объем потребления теплоэнергии в разрезе потребителей | |
| 3. Резервы теплоэнергии Σ : 3.1. источник теплоэнергии 1 3.2. источник теплоэнергии 2 3.3. источник теплоэнергии 3 3.3. источник теплоэнергии 4 ... 3. источник теплоэнергии n. | Остаток произведенной теплоэнергии после передачи и потребления всеми объектами субъектами | При увеличении резервов и снижении дефицита тепловой энергии происходит снижение потерь при транспортировке и повышение энергоэффективности |
| Дефицит теплоэнергии Σ : 4.1. источник теплоэнергии 1 4.2. источник теплоэнергии 2 4.3. источник теплоэнергии 3 4.4. источник теплоэнергии 4 ... 4. источник теплоэнергии n. | | При снижении резервов и увеличении дефицита происходит снижение энергобезопасности, рост цен на энергоресурсы, ухудшение экономических показателей и т.д. |

Расчеты, на основании данной модели и параметров оценки энергообеспечения, допускается проводить как на уровне региона, так и на уровне города. Это позволит обеспечить функционирование объектов теплоэнергетического хозяйства города с учетом требуемого баланса производства и потребления. На основе предложенных параметров прогнозируется текущий и будущий спрос на тепловую энергию с надлежащим пространственно-временным разрешением для проектирования и оптимизации систем теплоснабжения.

5. Разработан проект программы повышения энергоэффективности системы теплоснабжения г. Санкт-Петербурга, суть которого заключается в создании комплекса энергосберегающих мероприятий в теплоэнергетическом секторе города на базе предложенного автором перечня целевых показателей, а также параметров оценки энергообеспечения, позволяющих оптимизировать распределение энергоресурсов между объектами генерации и территориальными зонами города. В пакет проекта программы входит перечень целевых показателей, которые подразделяются на два блока:

1. Повышение экономической, энергетической, экологической эффективности объектов теплоэнергетики: уменьшение энергопотребления в жилом, социальном и промышленном секторах; уменьшение платежей за теплоэнергоресурсы; диверсификация источников инвестирования в энергоэффективность (увеличение % частных инвестиций); уменьшение выбросов парниковых газов; уменьшение потерь тепловой энергии на этапах выработки и транспортировки; повышение КПД использования природного газа и развитие систем когенерации и тригенерации.

2. Социально-экономическое развитие: повышение культуры энергопотребления (уменьшение нерациональных потерь энергии); повышение качества энергетических услуг;

снижение энергоемкости производимой продукции в городе.

Для эффективного использования энергоресурсов в Санкт-Петербурге предлагается проведение расчета оценки обеспечения энергоресурсами города между территориальными зонами и объектами генерации путем внедрения предложенной модели и параметров оценки энергообеспечения объектов теплоэнергетики ЖКХ города. В рамках проекта программы повышения энергоэффективности проводится моделирование оценки энергообеспечения объектов теплоэнергетики на примере наличия резервов/дефицитов по источникам тепловой энергии в зонах действия ТЭЦ г. Санкт-Петербурга (таблица 5).

Таблица 5. Сведения о наличии резервов/дефицитов по источникам теплоэнергии существующей тепловой мощности в зонах действия ТЭЦ г. Санкт-Петербурга

| Наименование ТЭЦ | Резерв теплоносителя, Гкал/час | Дефицит теплоносителя, Гкал/час |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| ЭС-1,3 ЦТЭЦ | 297,2 | 0 |
| ЭС-2 ЦТЭЦ | 10,8 | 0 |
| ТЭЦ-5 | 26,9 | 0 |
| ТЭЦ-7 | 70,8 | 0 |
| ТЭЦ-14 | 245 | 0 |
| ТЭЦ-15 | 201,4 | 0 |
| ТЭЦ-22 | 828 | 0 |
| Северо-Западная ТЭЦ | 71,2 | 0 |
| ГСР ТЭЦ | 92,9 | 0 |
| ТЭЦ ЦКТИ | 0 | -11 |
| ТЭЦ ГКО | 0 | -57,7 |
| ТЭЦ-21 | 0 | -133,3 |
| Юго-Западная ТЭЦ | 0 | -69,5 |
| ИТОГО | 1844,2 | -271,5 |

В соответствии с табл. 5 на некоторых ТЭЦ (ЭС-1,3 ЦТЭЦ, ЭС-2 ЦТЭЦ и др.) после использования производимых энергоресурсов (теплоносителя) собственными потребителями, остается резерв энергии в размере 1844,2 Гкал/час. Этот резерв предлагается использовать для покрытия дефицита ресурсов на ТЭЦ ЦКТИ, ТЭЦ ГКО и других ТЭЦ в объеме 271, 5 Гкал/час. Проведение таких расчетов в реальном режиме времени позволит существенно снизить потери ресурсов и обеспечить сбалансированность их потребления. В результате предложенных мероприятий и проведенных расчетов по перераспределению энергоресурсов потери теплоносителя снизились на 14,7%, что свидетельствует о получении экономического эффекта при заданных затратах. Апробация данных материалов позволяет доказать возможность применения подхода в практической деятельности.

В результате определяются основные этапы механизма реализации проекта программы повышения энергоэффективности системы теплоснабжения г. Санкт-Петербурга, которые детерминированы уровнями информационно-экономической интеграции (рис. 4).

Стратегия реализации проекта программы повышения энергоэффективности системы теплоснабжения г. Санкт-Петербурга, на основе данного механизма, будет способствовать преодолению территориальной разобщенности объектов инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города и позволит осуществлять проекты энергосбережения в системе теплоснабжения г. Санкт-Петербурга с меньшими затратами энергоресурсов и необходимым уровнем качества предоставления услуг.

Модель повышения энергоэффективности системы теплоснабжения г. Санкт-Петербурга должна быть нацелена на формирование механизма энергетического обслуживания на основе единого энергетического пространства посредством информационно-экономической интеграции региона с целью эффективного обмена энергоресурсами, а также достижения социального и экологического эффектов, т.е. соблюдения принципов ESG-концепции.



Рис. 4. Основные этапы механизма реализации проекта программы повышения энергоэффективности системы теплоснабжения г. Санкт-Петербурга

III. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В результате проведенного исследования сделаны соответствующие **выводы** и сформулированы следующие **рекомендации**.

Раскрыты структура и содержание современного города и определено его влияние на социально-экономическое развитие региона; рассмотрены различные аспекты проблематики развития и совершенствования современных городов; приведен ряд статистической информации, касающейся уровня урбанизации нашей страны и зарубежных государств; установлена взаимосвязь отдельных понятий, используемых для обозначения урбанизированных образований; отражены новые тенденции и идеи-концепции развития городов.

Рассмотрено содержание политики энергосбережения и повышения энергетической эффективности города в современных условиях, отражена теоретическая часть вопросов, связанных с энергосбережением и повышением энергоэффективности. Раскрыты определения терминов: «энергосбережение», «энергетическая эффективность», «ресурсосбережение». Обозначены подходы к совершенствованию энергосберегающей политики на федеральном, региональном и местном уровнях, а также необходимость ее внедрения со стороны производителей энергоресурсов.

В качестве результата, рекомендована к внедрению трехконтурная информационная модель управления инженерно-энергетической инфраструктурой ЖКХ города, которая позволит обеспечить повышение энергоэффективности с учетом развития сетей связи и

коммуникаций, а также более активно вовлечь органы власти и граждан в данный процесс. На базе предлагаемой модели, предлагается к внедрению концепт реализации виртуального вычислительно-моделирующего комплекса инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ, суть работы которого заключается в моделировании процесса повышения эффективности использования нового оборудования (материалов, технологий), внедряемых на объектах инженерно-энергетической инфраструктуры на всех стадиях жизненного цикла.

Разработан и предложен экономико-организационный механизм повышения энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города, основными элементами которого являются: нормативно-правовые акты, регулятивные нормы, информационно-цифровые, экономические и административно-контрольные рычаги, а также система мониторинга полученных результатов функционирования.

Разработана и предложена модель оптимального распределения инвестиций в мероприятия по повышению энергетической эффективности инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города на базе инструментария линейного программирования, позволяющая рационально распределять инвестиционные ресурсы между энергоэффективными мероприятиями с учетом минимального срока их реализации.

Разработана модель процессов повышения энергоэффективности объектов инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города, реализуемых на разных уровнях управления, что позволит обеспечить сбалансированность функционирования элементов данной инфраструктуры в процессе генерации и потребления энергетических ресурсов.

Представлено технико-экономическое обоснование проекта программы повышения энергоэффективности системы теплоснабжения г. Санкт-Петербурга. На основе предложенных параметров оценки энергообеспечения объектов инженерно-энергетической инфраструктуры города, апробирован подход, основанный на выявлении наличия резервов/дефицитов источников теплоты в зонах действия ТЭЦ г. Санкт-Петербурга. В результате предложенного проекта программы повышения энергоэффективности обеспечивается достижение экономического, экологического и социального видов эффекта.

Предложенные рекомендации и мероприятия позволят более рационально расходовать энергетические ресурсы, повысить энергетическую эффективность и активно внедрять механизмы энергосбережения на объектах инженерно-энергетической инфраструктуры ЖКХ города.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Березина, М.Ю. Совершенствование государственной политики в сфере повышения энергоэффективности инженерно-энергетического комплекса ЖКХ города/ М.Ю. Березина, А.О. Березин, В.В. Смирнова// Экономика и предпринимательство. – 2024. - №7(168). – С. 574-579. – 0,31 п.л., в том числе вклад автора 0,16 п.л.
2. Ермакова, М.Ю. Методы повышения энергоэффективности объектов энергетической инфраструктуры крупного города (на примере г. Санкт-Петербурга)/ М.Ю. Ермакова// Экономика и предпринимательство. – 2023. - №2(151). – С.393-398. – 0,4 п.л.
3. Ермакова, М.Ю. Повышение энергоэффективности инженерно-энергетической инфраструктуры крупного города на основе внедрения «умных» технологий/ М.Ю. Ермакова// Экономика и предпринимательство. – 2021. - №8(133). – С.552-556. – 0,3 п.л.
4. Ермакова, М.Ю. Стратегические приоритеты развития энергетической компании в современных условиях/ М.Ю. Ермакова, В.С. Чекалин// Экономика и предпринимательство. – 2021. - №1(126). – С.1158-1163. – 0,38 п.л., в том числе вклад автора 0,25 п.л.

5. Ермакова, М.Ю. Энергетический комплекс крупного города: проблемы и пути решения/ М.Ю. Ермакова, В.С. Чекалин, М.А. Любарская// Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. - 2020. - №4(124). – С.56-62. – 0,43 п.л., в том числе вклад автора 0,2 п.л.
6. Ермакова, М.Ю., Березин, А.О. Использование цифровых инструментов при реализации проектов в сфере строительства и ЖКХ/ М.Ю. Ермакова, А.О. Березин //Монография. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2023. – 126 с. – 8 п.л., в том числе вклад автора 4 п.л.
7. Ермакова, М.Ю. Пути повышения энергоэффективности зданий и объектов коммунальной инфраструктуры города/ М.Ю. Ермакова, В.С. Чекалин// Сборник научных трудов по итогам V Национальной научно-практической конференции «Теория и практика управления государственными функциями и услугами. Тарифное регулирование». – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2022. – С.175-181. – 0,44 п.л., в том числе вклад автора 0,22 п.л.
8. Ермакова, М.Ю., Чекалин В.С. Крупный город и его влияние на социально-экономическое развитие территорий/ М.Ю. Ермакова, В.С. Чекалин// Вестник факультета управления СПбГЭУ. – 2022. – Выпуск 12. – С. 61-66. – 0,38 п.л., в том числе вклад автора 0,3 п.л.
9. Ермакова, М.Ю. Тарифная политика в энергетическом комплексе города/ М.Ю. Ермакова, В.С. Чекалин// Сборник научных трудов по итогам IV Национальной научно-практической конференции «Теория и практика управления государственными функциями и услугами. Тарифное регулирование». – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – С.98-101. – 0,38 п.л., в том числе вклад автора 0,19 п.л.
10. Ермакова, М.Ю. Проблемы повышения энергоэффективности в сфере инженерно-энергетической инфраструктуры крупного города/ М.Ю. Ермакова, В.С. Чекалин// Сборник статей по итогам XVI международной научно-практической конференции «Современный менеджмент: проблемы и перспективы». – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021.- С. 174-179. – 0,4 п.л., в том числе вклад автора 0,3 п.л.
11. Ермакова, М.Ю. Энергоэффективные решения в сфере инженерно-энергетической инфраструктуры крупного города: зарубежный опыт/ М.Ю. Ермакова, В.С. Чекалин// Актуальные вопросы развития современной науки: теория и практика. Научная сессия профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов по итогам НИР за 2020 год. Сборник лучших докладов. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021 - С. 3-5. – 0,38 п.л., в том числе вклад автора 0,25 п.л.
12. Ермакова, М.Ю. Сравнительный анализ моделей управления предприятиями инженерно-энергетического комплекса в крупном городе/ М.Ю. Ермакова, В.С. Чекалин// Сборник научных трудов по итогам III национальной научно-практической конференции «Теория и практика управления государственными функциями и услугами. Тарифное регулирование». – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2020. – С. 95-100. – 0,38 п.л., в том числе вклад автора 0,19 п.л.
13. Ермакова, М.Ю. Особенности развития инженерной инфраструктуры крупного города в условиях цифровизации/ М.Ю. Ермакова, В.С. Чекалин// Сборник статей по итогам XV Международной научно-практической конференции «Современный менеджмент: проблемы и перспективы». – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2020 – С. 598-604. – 0,43 п.л., в том числе вклад автора 0,21 п.л.
14. Ермакова, М.Ю. Управление повышением энергетической эффективности инженерной инфраструктуры города/ М.Ю. Ермакова, В.С. Чекалин, М.А. Любарская// Вестник факультета управления СПбГЭУ. – 2019. – Выпуск 6 – С. 61-67. – 0,43 п.л., в том числе вклад автора 0,14 п.л.
15. Ермакова, М.Ю. Преимущества и риски при реализации энергосервисных контрактов/ М.Ю. Ермакова// Сборник материалов IV научно-практической конференции с международным участием «Управление рисками в экономике: проблемы и решения». СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – С. 230-234. – 0,3 п.л.