



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПБГЭУ)

Институт магистратуры

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

**на тему: «Разработка механизма повышения эффективности  
функционирования систем теплоснабжения предприятий»**

Направление 38.04.01 Экономика

Направленность (профиль): Экономика и инжиниринг на предприятии

**Обучающийся** 2 курса                      группы Э-1946                      очной формы обучения

Воскресенская Ольга Викторовна

\_\_\_\_\_ (подпись)

**Руководитель ВКР (магистерской диссертации)**

к.э.н., доцент Синцова Елена Алексеевна

\_\_\_\_\_ (подпись)

**Рецензент**

Генеральный директор АО «Энергосервис Северо-Запада» Скворцов Александр  
Анатольевич

Нормоконтроль пройден « »                      2021 г.

\_\_\_\_\_ (подпись лица, проводившего нормоконтроль)

«Допущен(а) к защите» « »                      2021 г.

Заведующий кафедрой менеджмента и инноваций  
д.э.н., профессор Бездудная Анна Герольдовна

\_\_\_\_\_ (подпись)

Санкт-Петербург  
2021



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПБГЭУ)

Институт магистратуры  
Магистерская программа «Экономика и инжиниринг на предприятии»

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель научного  
содержания магистерской  
программы  
д.э.н., профессор

\_\_\_\_\_ С. В  
Прокопенков

«18» января 2021 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение ВКР (магистерской диссертации)**

обучающемуся Воскресенской Ольге Викторовне группы Э-1946

**1. Тема ВКР (магистерской диссертации):** Разработка механизма повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий

**2. Цели и задачи ВКР (магистерской диссертации):**

Цель: разработка механизма повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий для улучшения качества жизни населения.

**Задачи:**

- 1) изучить теоретические основы функционирования систем теплоснабжения предприятий;
- 2) провести анализ мероприятий по повышению эффективности систем теплоснабжения предприятий;
- 3) разработать механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий;

4) провести экономическую оценку мероприятий по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий в АО «Энергосервис Северо-Запада»

**3. Срок сдачи оформленной ВКР (магистерской диссертации) (с сопроводительными документами):** «01» июня 2021 г.

**4. Перечень вопросов, подлежащих разработке и изложению в ВКР (магистерской диссертации):**

- определить сущность и понятие систем теплоснабжения предприятий;
- выявить особенности формирования и проблемы функционирования систем теплоснабжения предприятий;
- провести исследование систем теплоснабжения предприятий;
- провести исследование зарубежного и отечественного опыта и практики внедрения мероприятий по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий;
- разработать механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий;
- дать рекомендации по применению предложенного механизма в АО «Энергосервис Северо-Запада»;
- провести экономическую оценку комплекса мероприятий по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий.

**5. Консультанты по смежным вопросам ВКР (магистерской диссертации):**

(с указанием относящихся к ним разделов работы): \_\_\_\_\_  
(указываются только при наличии, в случае отсутствия ставится прочерк)

«18» января 2021 г.

Руководитель ВКР (магистерской диссертации)

к.э.н., доцент

Синцова Е. А.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

Обучающийся

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
*(подпись)* Воскресенская О. В.

## РЕФЕРАТ

с. 97, рис. 21, табл. 20

### СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ, КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ

Объект исследования – системы теплоснабжения предприятий.

Предмет исследования – механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий.

Цель работы – разработка механизма повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий для улучшения качества жизни населения.

Методы и методология исследования: системный и комплексный подходы, методы финансово-экономического, факторного, логического и сравнительного анализов.

В процессе работы изучались сущность и понятие систем теплоснабжения предприятий; особенности формирования и проблемы функционирования систем теплоснабжения предприятий; системы теплоснабжения предприятий; методы ценообразования теплоснабжения предприятий; зарубежный и отечественный опыт, и практика внедрения мероприятий по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий.

В результате был разработан механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий.

Эффективность разработок определяется посредством расчета показателей оценки экономической эффективности.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	11
1.1. Сущность и понятие систем теплоснабжения предприятий .....	11
1.2. Закономерности формирования систем теплоснабжения предприятий .....	18
1.3. Проблемы функционирования систем теплоснабжения предприятий.....	25
2. АНАЛИЗ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	29
2.1. Исследование систем теплоснабжения предприятий.....	29
2.2. Методы ценообразования теплоснабжения предприятий .....	40
2.3. Зарубежный и отечественный опыт по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий.....	47
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	60
3.1. Мероприятия по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий.....	60
3.2. Апробация предложенных мероприятий в АО «Энергосервис Северо-Запада» .....	70
3.3. Экономическая оценка комплекса мероприятий по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий .....	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Группы показателей, отражающих эффективность функционирования систем теплоснабжения.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Эффекты цифровизации теплоснабжения .....	94

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Составляющие необходимой валовой выручки при методе индексации установленных тарифов .....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Основные энергосберегающие мероприятия .....	97

## ВВЕДЕНИЕ

Сейчас в мире происходит постепенный переход к новому технологическому укладу экономики: от промышленной к информационной, или, - «цифровой», как охарактеризовал в своем Послании к Федеральному Собранию наш Президент В. В. Путин [15]. Основными признаками новой цифровой экономики является высокая мобильность и удобство сервисов. Такая тенденция не обошла стороной и сферу теплоснабжения предприятий. Не случайно в государственной программе «Цифровая экономика в Российской Федерации» выделено отдельное направление – «умный город».

Наличие в Российской Федерации нескольких климатических поясов обостряет необходимость решения вопросов оптимизации с технической и с экономической точки зрения систем теплоснабжения.

В этом контексте возросла актуальность разработки мероприятий по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий, что вызвано необходимостью снижения нагрузки на областной бюджет в рамках сдерживания темпа роста тарифов на тепловую энергию для потребителей. Кроме того, существует необходимость в надежности и качестве функционирования систем теплоснабжения с учетом качества жизни населения региона.

Освоение выдвинутой гипотезы требует разработки эффективных мероприятий, направленных на эффективность работы систем теплоснабжения предприятий, что и стало определяющим фактором цели диссертационного исследования.

Цель работы - разработка механизма повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий для улучшения качества жизни населения.

Достижение указанной цели предусматривает решение следующих взаимосвязанных задач:

- исследовать теоретические основы функционирования систем теплоснабжения предприятий;

- провести анализ мероприятий по повышению эффективности систем теплоснабжения предприятий;
- разработать механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий;
- провести экономическую оценку мероприятий по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий в АО «Энергосервис Северо-Запада»

Обоснованность и достоверность выводов, и глубина исследования достигаются за счет использования в работе системного и комплексного подходов, методов финансово-экономического, факторного, логического и сравнительного анализов.

Объект исследования - системы теплоснабжения предприятий.

Предмет исследования - механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий.

Теоретической основой диссертационного исследования послужили труды ведущих зарубежных и отечественных ученых и практиков, работающих в данном направлении: А.Г. Бездудная, А. Х. Габдрахманова, В. В. Казанкова, Ю. А. Колыхаева, С. А. Маслова, В.А. Немтинов, А. А. Овсяников, А. П. Петкевич, О. Ф. Цуверкалова, А. В. Чачин, А. П. Шугалей, Atam. E., Helsen L., Kammen D.M., Sunten D. A., Werner S. и другие.

Многогранность предмета исследования обусловили использование в работе следующих источников: правовые акты нормативного характера, регламентирующие сферу теплоснабжения предприятий, статистические данные, публикуемые Росстатом и Министерством энергетики России, а также фактические материалы, полученные в ходе исследования.

Степень научной разработанности темы. Анализ российских научных трудов подтверждает, что в недостаточной степени проводились исследования по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий с учетом фактора надежности, качества и улучшения качества жизни населения. Учеными рассматриваются в основном вопросы, касающиеся



решения отдельных задач базовой теории по данной тематике в виде системных проблем и факторов, влияющих на эффективность работы теплоснабжения.

Научная новизна результатов исследования заключается в:

- разработке механизма повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий с учетом фактора надежности, качества и улучшения качества жизни населения;

- разработке инновационного мероприятия по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий путем децентрализации с переводом котельных на электрообогрев от индивидуальных тепловых пунктов.

Практическая значимость результатов исследования:

- механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий может быть использован предприятиями в энергетической отрасли как инструмент энергосбережения и энергоэффективности для региональных властей;

- положения и выводы настоящего диссертационного исследования могут быть применены в образовательных и исследовательских сферах при разработке учебных курсов и научно-методических материалов ВУЗов по направлению «Экономика».

Структура работы включает следующие составные элементы: введение, основную часть, состоящую из разделов и подразделов, заключение и список использованных источников.

Во введении обосновываются актуальность работы, выдвигается предположение в виде гипотезы; формулируется цель, на основе которой определяются задачи.

Первый раздел исследования носит теоретический характер. В нем раскрывается сущность и понятие систем теплоснабжения предприятий. Раздел включает обзор особенностей и проблем функционирования систем теплоснабжения предприятий.

Второй раздел исследования носит аналитический, методический характер. Раздел включает обзор и анализ отечественного и зарубежного опыта по исследуемой теме, методы ценообразования, а также факторы, влияющие на мероприятия по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий.

В третьем разделе, на основании выводов и проблем, разрабатываются общие рекомендации, направленные на повышение эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий. Проводится апробация предложенных мероприятий в АО «Энергосервис Северо-Запада» и экономическая оценка рекомендуемых мероприятий.

По некоторым направлениям диссертации опубликованы 4 научные работы (из них 2 статьи – в изданиях, включенных в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов...» ВАК РФ), общим объемом 1, 31 п. л.

# **1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

## **1.1. Сущность и понятие систем теплоснабжения предприятий**

Одной из ведущих отраслей промышленности, обеспечивающих рост национальной экономики, а также политической и социальной стабильности общества в Российской Федерации, является теплоснабжение. Согласно Федеральному закону «О теплоснабжении» № 190-ФЗ в качестве основной цели развития отрасли выделено обеспечение повсеместного качественного и надежного теплоснабжения в масштабах все страны. [1] Совершенствование систем теплоснабжения предприятий проводится с целью достичь надежности, качества и экономичности оказываемых услуг при минимизации ухудшения экологической обстановки, привлечения частных инвестиций и реализации программы по энергосбережению и энергоэффективности путем внедрения энергосберегающих технологий.

Энергетические ресурсы используются повсеместно: необходимы для жизненного обеспечения населения, а также для нормального функционирования предприятий и учреждений. Важнейшей составной частью жизнеобеспечения регионов являются его системы теплоснабжения.

Системой теплоснабжения называется совокупность технических устройств, агрегатов и подсистем, обеспечивающих приготовление теплоносителя, его транспортировку, распределение в соответствии со спросом на теплоту по отдельным потребителям.[40]

Сущность теплоснабжающих систем заключается в том, чтобы максимально эффективно обеспечить потребителей тепловой энергией в нужном объеме и качестве.

Система теплоснабжения включает три основных элемента:

- источник тепла (ТЭЦ, районные или групповые котельные, местные котельные или индивидуальные источники тепла);
- система транспортировки тепла (тепловые сети);
- потребители тепла (радиаторы отопления (батареи) и калориферы).

В таблице 1 представлены различные виды систем теплоснабжения, объединенные по признакам.

Таблица 1 – Классификация систем теплоснабжения

№	Признак	Тип системы теплоснабжения
1	По взаиморасположению источника и потребителей теплоты	- централизованное теплоснабжение; - децентрализованное теплоснабжение
2	По виду источника теплоснабжения	- теплофикационные системы; - системы раздельного производства; - теплоты и электрической энергии
3	По виду теплоносителя произведенного и используемого в системе	- водяные; - паровые; - электрообогрев
4	По способу получения теплоносителя	- раздельная; - комбинированная
5	По размещению теплоисточника относительно объектов теплоснабжения	- внутригородская; - внегородская (дальнетранспортная)
6	По регулированию параметров теплоносителя	- с тепловыми пунктами; - с абонентскими регуляторами
7	По способу присоединения к теплосети	- открытая; - закрытая
8	По виду топлива	- твердое; - газообразное; - жидкое; - нетрадиционные источники энергии
9	По условиям обеспечения надежности	- высоконадежные; - надежные; - малонадежные; - ненадежные
10	По степени централизации	- групповые; - районные; - городские; - межгородские
11	По способу транспорта теплоносителей или по количеству трубопроводов теплосети	- однотрубные; - двухтрубные; - многотрубные
12	По принципу регулирования режима отпуска теплоты	- центральное; - местное; - смешанное
13	По принципу регулирования пропусками	- количественное; - качественное; - качественно-количественное; - прерывистое

Как видно из таблицы 1 системы теплоснабжения классифицируются по разным признакам. Однако, на этапе проектирования основным и одним из первых вопросов при выборе системы теплоснабжения рассматриваются

системы по виду источника теплоты: централизованное или децентрализованное теплоснабжение.

Система централизованного теплоснабжения – система, состоящая из одного или нескольких источников теплоты, тепловых сетей (независимо от диаметра, числа и протяженности наружных теплопроводов) и потребителей теплоты. [27]

Децентрализованное теплоснабжение – система, в которой источник теплоты и тепловые приёмники потребителей либо совмещены в одном агрегате, либо размещены так близко, что передача теплоты от источника до теплоприемников может осуществляться без тепловых сетей. [49]

Каждая из систем теплоснабжения обладает своими достоинствами и недостатками. (таблица 2)

Таблица 2 – Достоинства и недостатки систем теплоснабжения

Вид	Преимущества	Недостатки
Централизованное теплоснабжение	<ul style="list-style-type: none"> <li>- возможность использования различного топлива;</li> <li>- возможность использования низкокачественного топлива;</li> <li>- отсутствие небезопасного оборудования на объектах или рядом с ними;</li> <li>- эффективная борьба с вредными выбросами ввиду их локализации;</li> <li>- более высокий КПД крупных ТЭЦ и котельных;</li> <li>- высокий уровень квалифицированного персонала, осуществляющего ремонтные работы;</li> <li>- безопасное использование энергии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- завышенные тарифы на тепловую энергию;</li> <li>- большие теплотери при транспортировке тепла потребителям;</li> <li>- высокая степень износа и повреждаемости тепловых сетей;</li> <li>- низкая оснащённость современным автоматизированным оборудованием;</li> <li>- удаленность источника теплоты по отношению к потребителю;</li> <li>- сложность и высокая стоимость процесса подключения к системе;</li> <li>- объёмы потребления невозможно регулировать;</li> <li>- отсутствие возможности управления включением и выключением отопления;</li> <li>- длительное ежегодное профилактическое отключение горячего водоснабжения;</li> <li>- неопределённость сроков окупаемости проектов;</li> <li>- трудно обеспечить надёжность и экономию на длинных расстояниях теплосети;</li> <li>- проблематично соблюдать комфортный температурный режим в помещениях;</li> <li>- большие капитальные вложения</li> </ul>

## Продолжение таблицы 2

Децентрализованное теплоснабжение	<ul style="list-style-type: none"> <li>- автоматическое регулирование температурного режима;</li> <li>- отсутствие постоянного обслуживающего персонала;</li> <li>- отсутствие внешних распределительных сетей;</li> <li>- снижение или полное отсутствие тепловых потерь;</li> <li>- возможность дистанционного обслуживания;</li> <li>- снижение эксплуатационных затрат;</li> <li>- низкий расход топлива;</li> <li>- высокая оснащенность современным автоматизированным оборудованием;</li> <li>- относительно короткие сроки окупаемости;</li> <li>- высокая маневренность оборудования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ограничен вид топлива;</li> <li>- большие первичные и текущие затраты на оборудование;</li> <li>- экологическая проблема выбросов вредных веществ при сжигании органического топлива;</li> <li>- при использовании твердого и жидкого видов топлива необходимо устанавливать газоочистное оборудование с эффективностью не менее 75%;</li> <li>- низкий уровень «энергетической безопасности» потребителей</li> </ul>
-----------------------------------	--	--

Рассмотрев достоинства и недостатки систем теплоснабжения, становится понятным, почему в настоящее время предприятия отдают предпочтение наиболее эффективной системе теплоснабжения, то есть децентрализованной.

Децентрализованные системы теплоснабжения считаются более надежными и качественными, хотя выбор топлива для таких систем ограничен. При централизованной системе теплоснабжения также есть свои плюсы и минусы, но они в полной мере не отвечают современным требованиям экономичности и эффективности функционирования. Отсутствие автоматизации не обеспечивает достаточной надежности и качества систем теплоснабжения.

Недостатки открытой системы теплоснабжения:

- горячая вода и отопление из одной трубы;
- низкое качество горячего водоснабжения;
- сложная и затратная химочистка и водоподготовка на ТЭЦ;
- химочищенная горячая вода выливается в краны;
- централизованное регулирование отпуска теплоты (на источниках тепла) и нестабильные режимы работы тепловой сети («перетопы»/ «недотопы»).

Вариантами закрытия систем теплоснабжения могут быть: центральный тепловой пункт, индивидуальный тепловой пункт (горячее водоснабжение),

индивидуальный тепловой пункт (горячее водоснабжение совместно с отоплением).

Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) – комплект оборудования, предназначенный для присоединения систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции здания к тепловой сети, позволяющий изменять температурный и гидравлический режимы теплоносителя, обеспечивать учет и регулирование расхода тепловой энергии и теплоносителя.

Индивидуальный тепловой пункт - важнейший элемент инфраструктуры здания, затрагивающий теплоснабжение, горячее и холодное водоснабжение, вентиляцию и учет. Установка индивидуального теплового пункта дает следующие эффекты: повышение энергоэффективности, переход на закрытую систему теплоснабжения, новое качество услуги теплоснабжения.

Индивидуальный тепловой пункт как целостный объект должен быть предусмотрен в перечне работ, подпадающих под программу капитального ремонта. Разукрупнение центрального теплового пункта и переход к индивидуальному тепловому пункту является одной из современных эффективных стратегий развития систем теплоснабжения. (рисунок 1)

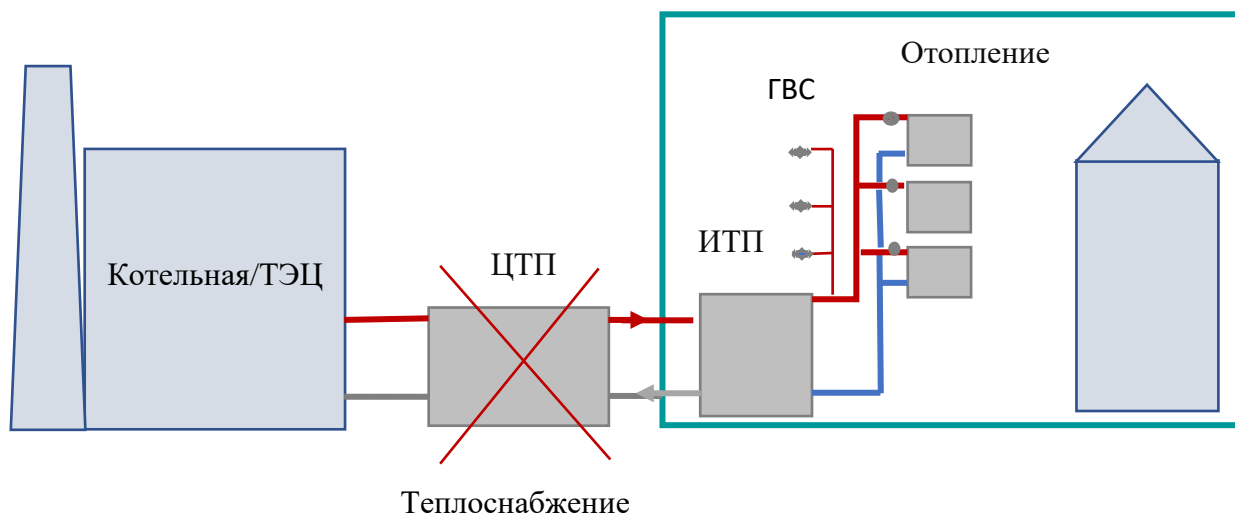


Рисунок 1 – Разукрупнение ЦТП и переход к ИТП

Источник: составлено автором

Рисунок наглядно отражает, что при установке ИТП не нужно устанавливать ЦТП, которые необходимы были для распределения тепловой энергии по тепловым сетям.

Современные ИТП могут управляться дистанционно через Интернет или мобильные устройства. Удаленный мониторинг позволяет использовать все преимущества системы централизованного контроля и управления; в случае сбоя потребления тепловой или охлаждающей энергии можно немедленно принять меры. Это позволяет легко мониторить уровень энергосбережения, поэтому ИТП могут стать важным инструментом планирования для компаний-поставщиков.

Достоинства разукрупнения центрального теплового пункта (ЦТП) (переход на индивидуальное регулирование в зданиях):

- сокращение потерь при распределении теплоносителя, устранение потерь в сетях горячего водоснабжения (ГВС), что ведет к снижению затрат на топливо;
- обслуживание трубопровода в 2 раза меньшей протяженности (ликвидация сетей ГВС);
- индивидуальная регулировка системы отопления здания приводит к снижению потребляемой системой тепловой мощности не менее чем на 15% (по сравнению с автоматикой в ЦТП) и поддержанию комфортного температурного режима;
- реализация здания ЦТП как объекта коммерческой недвижимости;
- экономия средств на капитальный ремонт ЦТП;
- экономия средств на техническое обслуживание ЦТП и его ремонт.

Эффекты, получаемые при переходе от Центрального теплового пункта к индивидуальному тепловому пункту:

- 1) снижение издержек при прекращении эксплуатации ЦТП;
- 2) снижение издержек при прекращении эксплуатации сетей;
- 3) снижение количества потребления тепловой энергии;



- 4) возможность получения дополнительного дохода за счет экономии денежных средств;
- 5) устранение затрат на электроэнергию в ЦТП;
- 6) снижение температуры обработки (приблизительно на 7 °С);
  - снижение необходимого расхода электроэнергии на его перекачку (приблизительно на 10%);
  - увеличение рентабельности продажи электроэнергии;
- 7) увеличение отпуска тепла за счет устранения периодов неподачи тепла из-за аварийных ситуаций;
- 8) устранение расходов на утечки;
- 9) увеличение температуры ГВС.

При установке ИТП появляется возможность применения труб из пластика, которым, по сравнению с металлическими трубами в централизованных системах теплоснабжения не свойственна коррозия и они могут прослужить длительное время. При этом качество воды не меняется, а процесс водоподготовки становится проще. Системы теплоснабжения с ИТП будут иметь высокую маневренность и безопасность, длительный срок эксплуатации, равномерное распределение тепла между потребителями, применение более дешевых материалов, не подвергающихся коррозии и минимальные или вовсе отсутствующие потери тепла. Внедрение подобных систем существенно повысит технический уровень распределения и потребления тепловой энергии, а также приведет к экономии топливных ресурсов страны и их рациональному использованию.

Преимущества замены центрального теплового пункта на индивидуальный тепловой пункт у потребителя:

- улучшение качества горячего водоснабжения и возможность контроля и нахождения в оптимальном состоянии температуры;
- отсутствие зависимости функционирования системы теплоснабжения здания от временного режима сетевой компании;

- снижение платежей за отопление (в случае перетопа, возникшего ранее);
- увеличение качества холодного водоснабжения (ХВС);
- снижение скорости роста платежей за теплоснабжение;
- отсутствие надобности строительства ЦТП;
- отсутствие неравномерности отопления зданий.

Таким образом, для выбора оптимального технического решения по оптимизации систем теплоснабжения предприятий целесообразно рассмотрение вопроса особенностей формирования вышеуказанных систем и принятия наиболее эффективного и с экономической, и с технической точки зрения системы теплоснабжения.

## **1.2. Особенности формирования систем теплоснабжения предприятий**

В советское время преимущественное развитие получили централизованные системы теплоснабжения, что обусловлено технической политикой СССР. Теплоисточники таких систем (ТЭЦ, гидрорециркуляционные станции (ГРЭС) и котельные) располагались на значительном расстоянии от потребителей. Однако, по причине низкой стоимости топлива, особо не рассматривался переход на другие виды систем теплоснабжения.

Еще с советских времен вместо крупных тепловых электростанций выработку тепловой энергии стали производить старые и изношенные котельные, которые впоследствии также становились неэффективными. [24]

Последние годы пристальное внимание уделяется двум различным по своей сути видам теплоснабжающих систем, а также их сравнительной конкурентоспособности. С одной стороны продолжает развиваться централизация теплоснабжения от ТЭЦ и крупных котельных, с другой – децентрализация теплоснабжения отдельных зданий, которое становится все более актуальным и востребованным, в результате чего сокращается сектор централизации. Потенциал развития централизованного теплоснабжения в

перспективе может иметь тенденцию сокращения, так как приоритетным направлением развития систем является энергоэффективность, что, в свою очередь, свойственно децентрализованным системам. Кроме того, децентрализация обеспечивает качество и надежность систем теплоснабжения.

Конкурентоспособность таких систем зависит от ряда условий отдельных регионов Российской Федерации: достаточно долгий период отопительного сезона, степень тепловых нагрузок, структура потребителей. Кроме того, потребители всегда могут выбирать выгодные и экономичные решения исходя из собственных интересов.

Совершенствованию систем теплоснабжения в нашей стране в настоящее время уделяется все больше внимания и одним из ключевых элементов является разработка мероприятий по повышению их эффективности функционирования.

Эффективность функционирования является определяющей характеристикой любой сложной системы. Понятие отражает эффективность, которую имеет система, в результате преобразования определенных входов в выходы. [29]

Показатели эффективности функционирования систем теплоснабжения определяются несколькими документами.

Федеральный закон «О теплоснабжении» предусматривает [1]:

- обеспечение энергоэффективности систем теплоснабжения и потребителя теплом;
- обеспечение приоритетного применения комбинированного производства электричества и теплоты для систем теплоснабжения;
- запретное применение открытых систем теплоснабжения.

Комплекс мероприятий по повышению энергоэффективности экономики нашей страны в качестве целевых показателей определяет:

- динамику потерь в распределительных сетях теплоснабжения;
- динамику удельного расхода топливных ресурсов при производстве тепловой энергии;

– динамику коэффициента использования мощности тепловых генерирующих объектов.

Главной целью эффективного теплоснабжения являются качественные и недорогие услуги для потребителей. Уже длительное время эффективность функционирования систем теплоснабжения обсуждается среди научного сообщества и представителей бизнес-структур.

Обычно потребители имеют четкое представление о причинно-следственной связи качественного обслуживания и стоимости тепловой энергии. Если уровень обслуживания не соответствует стоимости, то желание платить пропадает. Когда клиенты чувствуют заботливое отношение, то стоимость отопления перестает играть важную роль. Прозрачные счета и качественное обслуживание – лучшие способы завоевать лояльность клиентов. Это обуславливает определенную последовательность мер. В первую очередь необходимо внедрить систему оплаты по факту потребления (ОФП) с целью повышения платежеспособности и улучшения финансового положения компании. (рисунок2)

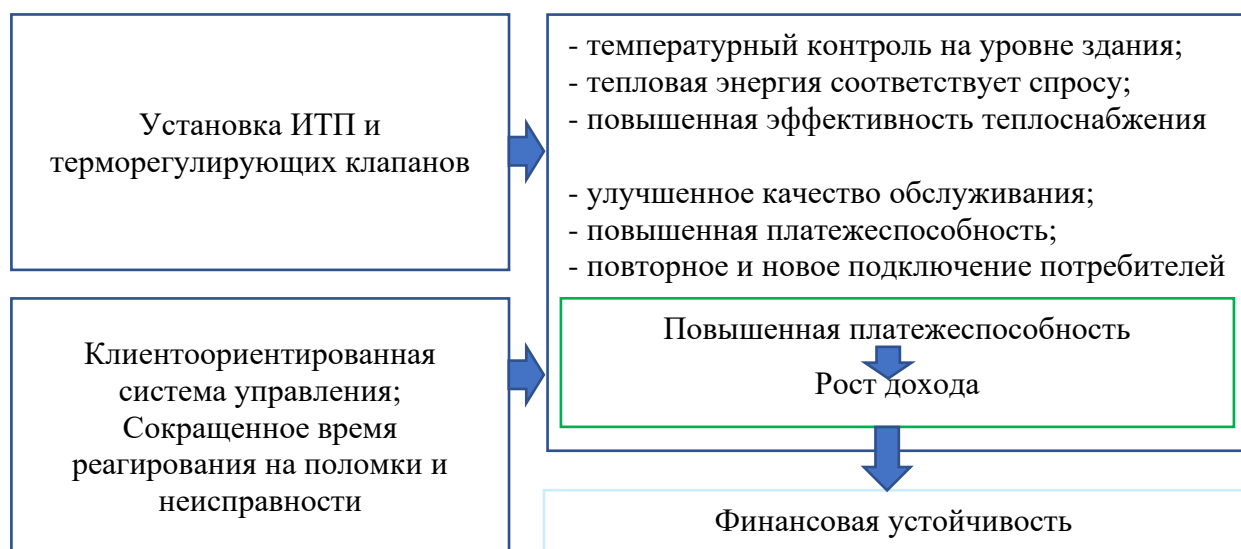


Рисунок 2 – Обеспечение финансовой устойчивости с помощью ОФП

Источник: составлено автором

Переход с модели, ориентированной на предложение, на модель, ориентированную на спрос, должен не только улучшить процесс

теплоснабжения, сделать его эффективным и надежным, но и улучшить отношения с потребителями. Дополнительные услуги могут включать:

- персонализированные услуги консультирования по техническим вопросам для клиентов (в частности, по вопросам должного управления установками внутри здания);
- улучшенное управление спросом, результатом которого станет сокращение потерь тепла и рационализация потребления тепловой энергии;
- услуги, связанные с управлением тепловыми пунктами, которые находятся во владении потребителей, и оборудованием, установленным внутри здания с привлечением высококвалифицированного персонала компании-поставщика;
- информационный центр по вопросам энергоэффективности.

Точные данные по спросу на основании учета потребления тепловой энергии позволяют компаниям-поставщикам улучшить эффективность выработки тепловой энергии и, соответственно, снизить расходы на ее поставки. Высокая эффективность и возможность адаптировать производство к реальному спросу на тепловую энергию повышают качество теплоснабжения. Для этого необходимо установить автоматизированные индивидуальные пункты. Качественное теплоснабжение повышает доверие потребителей к компании-поставщику и улучшает платежную дисциплину потребителей. Это позволяет наладить цикл взаимовыгодных отношений между потребителями и компанией-поставщиком. (рисунок 3)

На примере Литвы видно, что необходимо координировать меры. В данном случае котлы и сеть систем теплоснабжения была модернизирована без внедрения ОФП, которое сокращает спрос; это было сделано позже.

До 2010 г. были реализованы следующие проекты:

- децентрализация горячего водоснабжения с помощью закрытия двух тепловых пунктов и установки автоматических индивидуальных тепловых пунктов;
- установка котлов на биомассе с экономизаторами конденсирующего газа с целью замены котлов на тяжелой топливной нефти;

– модернизация всей сети ЦТС с помощью установки новых трубопроводов с предварительной теплоизоляцией.

С 2011 по 2018 г. 90% многоквартирных домов и ряд общественных зданий были отремонтированы с применением мер управления спросом. До того, как была проведена модернизация процесса выработки тепловой энергии и теплоснабжения возможность сокращения спроса на отопление не рассматривалась.



Рисунок 3 – Цикл взаимовыгодных отношений между потребителями

Источник: составлено автором

Меры управления спросом привели к следующему:

- ежегодный объем продаж упал на 35%;
- чрезмерное инвестирование в выработку тепловой энергии и развитие мощностей системы теплоснабжения;
- увеличение потерь тепла при его подаче на 20% из-за слишком больших сетей теплоснабжения и распределения по сравнению с сетями, разработанными для новых объемов потребления;
- на 25% избыточная мощность выработки тепловой энергии;
- неэффективная выработка тепловой энергии в летний период и межсезонье, в то время как нижний уровень нагрузки на котлы опустился ниже 20%.

Вышеуказанные меры оказали отрицательный эффект, поскольку перед модернизацией сети генерирующих мощностей и системы теплоснабжения не были учтены меры управления спросом, которые позволили бы снизить энергопотребление и мощность выработки тепловой энергии.

Изучение эффективности функционирования систем теплоснабжения отражается в научных исследованиях таких ученых как: Ю.А. Колыхаева [25], М. А. Маслова [27], В. А. Немтинов [28], А. П. Шугалей [42] и другие. Однако, в основном, исследования направлены на теоретическое изучение проблемных мест работы систем теплоснабжения. В трудах авторов отражены критерии выбора и сравнительного анализа таких систем, что очень важно при разработке программы выбора оптимальных технических решений. Эффективность работы систем теплоснабжения зависит от комплекса разнообразных критериев, учитывающих современные требования и приоритеты потребителей.

В. А. Немтинов и С. М. Терехов в своих трудах определяют некоторые показатели и считают, что для потребителей они являются наиболее приоритетными. Это такие показатели как: стоимость теплоснабжения, оптимальная температура и отсутствие перебоев в тепловых сетях. Немаловажными также, по их мнению, считаются такие показатели как рентабельность и отсутствие аварий.[28]

Ю. А. Колыхаева также определяет группу показателей, влияющих на эффективную работу систем теплоснабжения: природно-климатические, институциональные, потребительские, экономические, показатели надежности, технико-технологические. (приложение Б)

Анализируя показатели, предложенные автором для применения метода бальных оценок по пятибалльной шкале, не трудно заметить, что набор этих показателей по семи группам рассмотрен достаточно широко. Однако в условиях меняющихся тенденций, развития цифровых технологий, современных требований конечных потребителей и теплоснабжающих предприятий следует рассмотреть более глубоко проблемы и факторы, влияющие на эффективность систем теплоснабжения. Кроме того, автор выделяет большое количество потребительских показателей, но они все в основном касаются населения. Следовательно, появляется необходимость в разработке показателей эффективности для систем теплоснабжения предприятий.

Подводя итог, стоит отметить, что эффективность функционирования систем теплоснабжения предприятий является обязательной потребностью на современном этапе развития энергетики. Однако не существует универсальной меры, по которой можно было бы судить о выборе наиболее эффективной системы теплоснабжения, учитывающей различные интересы участников, что свидетельствует о недостаточной проработке данного вопроса. Термины эффективности, применяемые в теплоснабжении, принято понимать только в техническом плане. Отсутствует необходимая расшифровка основных терминов с экономической точки зрения.[28] Выбор наиболее рационального решения по проектированию систем теплоснабжения зависит от ряда факторов и проблем, требующих дополнительного анализа.

Анализ проблем эффективности функционирования систем теплоснабжения становится значимым, поскольку на основе полученных результатов появляется возможность оценить текущее состояние, выявить проблемные места и в дальнейшем принять все необходимые меры по минимизации или устранению этих проблем, путем разработки необходимых и



эффективных мероприятий, рекомендаций, улучшающих эффективность работы систем.

### **1.3. Проблемы функционирования систем теплоснабжения предприятий**

Проблемы теплоснабжения и необходимость разработки программ развития, модернизации и реабилитации систем теплоснабжения обсуждаются не только на законодательном уровне, но и в научном сообществе.

Так, например, авторы статьи «Современные системы теплоснабжения в России: проблемы и пути их решения [31] рассматривают проблемы, которые существуют в теплоэнергетической отрасли на примерах разных регионов Российской Федерации. Основные проблемы, выделенные авторами:

- низкая степень технической укомплектованности котельных;
- низкий уровень оснащённости автоматизированными приборами учета топлива и энергии;
- недостаточный уровень качественного топлива, которое приводит к перебоям в работе;
- несоблюдение режима температуры в помещениях;
- высокие тарифы на тепло и горячее водоснабжение;
- нехватка инвестиционных вложений и финансирования в развитие энергетической отрасли;
- высокая изношенность котельного оборудования, тепловых трасс и водопроводных сетей;
- низкоквалифицированный, практически не несущий ответственности персонал, проводящий ремонтные и эксплуатационные работы;
- проблемы энергосбережения и энергоэффективности;
- отсутствие надёжной системы менеджмента качества и сертификации у предприятий теплоэнергетики.

Наличие вышеуказанных проблем оказывает непосредственное влияние на эффективную и слаженную работу систем теплоснабжения, что приводит к высоким затратам на теплоснабжение и перерасходу энергоресурсов.

При выборе и проектировании системы теплоснабжения необходимо отталкиваться от следующих принципов:

- соблюдение безопасного и надежного теплоснабжения согласно ГОСТам и техническим регламентам;
- соблюдение федеральных законов по энергоэффективности теплоснабжения;
- обеспечение приоритетного использования когенерации в системах теплоснабжения и технико-экономическое обоснование выбранных решений;
- соблюдение равноправного баланса между заинтересованными сторонами;
- минимизация расходов в теплоснабжении на долгосрочный период;
- улучшение экологической обстановки в регионе;
- контроль за отсутствием дискриминации и стабильностью реализации предпринимательской деятельности в рамках теплоснабжения;
- экономическое обоснование доходности деятельности энергосервисных предприятий и используемых инвестиций.

Одна из серьезных проблем отрасли состоит в том, что основные объекты теплофикации находятся в зоне внимания разных федеральных, региональных и муниципальных органов исполнительной власти.

ТЭЦ мощностью менее 25 МВт, которые составляют основу распределенной генерации электрической и тепловой энергии на территориях, остаются без специального внимания. Порою действия органов государственного регулирования разнонаправлены и не согласованы.

Остается проблемой недостаточная координация между рынками электроэнергии и тепла. Медленно идет оздоровление экономики отрасли, отмечаются низкие темпы внедрения механизма концессии.

В таблице 3 представлены требования законодательной базы по созданию эффективной и современной системы теплоснабжения.

Таблица 3 - Требования законодательной базы по созданию эффективной и современной системы теплоснабжения

№	Инициатива	Целевой результат
1	Концессии в теплосети	Привлечение частных операторов (инвесторов)
2	Тотальный автоматизированный учет энергоресурсов	Введение требований и сроков по оснащению приборами учета. Отмена возможности не устанавливать приборы учета для объектов с максимальным объемом потребления тепловой энергии менее 0,2 Гкал/ч
3	Энергосервисный договор	Внедрение механизма для проведения мероприятий по энергосбережению и энергоэффективности
4	Утверждение систем теплоснабжения и выбор ЕТО	Инвентаризация комплекса централизованного теплоснабжения
5	Переход на закрытую схему горячего водоснабжения	Экономичное теплоснабжение и высокое качество горячего водоснабжения
6	Долгосрочные тарифы	Гарантии возврата вложенных средств
7	Усиление системы надежности и качества теплоснабжения с локализацией ответственности на ЕТО	Экономическое стимулирование ЕТО к повышению энергоэффективности всего комплекса теплоснабжения
8	Справедливая альтернатива	Либерализация цен и отношений в сфере теплоснабжения и защита потребителей

Системы централизованного теплоснабжения с многокилометровыми транспортными коммуникациями, соединяющими источники тепловой энергии требуют значительных материальных и финансовых затрат на поддержание их в работоспособном состоянии. Однако, ситуация не меняется, а даже наоборот становится критической: доля износа сетей и оборудования становится все больше, тарифы на тепло повышаются, снижается качество предоставляемых услуг и т. д. Можно согласиться с мнением А. Н. Карпенко, директором организации «Волгоградские энергосберегающие технологии», который утверждает, что, если не произойдет кардинальных перемен, то можно так бесконечно вкладывать деньги в модернизацию и реконструкцию систем теплоснабжения и даже спустя некоторое время не будет никакой динамики результатов, а лишь только вложений придется внести в дальнейшем гораздо больше.

Анализируя системы централизованного теплоснабжения как состоящую из трех частей, можно говорить, что наиболее слабым местом по энергоэффективности являются системы отопления зданий. Температурный режим в помещениях приходится регулировать неэффективным методом, посредством проветривания через окна и двери, так как подача тепла происходит сверх нормы. Отпуск тепла и его подача в ИТП регулируется автоматически по наружной температуре воздуха. Поэтому целесообразным решением может быть модернизация отопительных систем путем перевода на комбинированное потребление электрической и тепловой энергии. Существующие системы становятся не актуальными и нет смысла их дальше развивать, так как они исчерпали свои ресурсы.

Для того чтобы окончательно сделать итоговые выводы по поводу текущего состояния в системах теплоснабжения, с целью принятия решения о разработке мероприятий по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения целесообразно провести исследование и анализ зарубежного и отечественного опыта, в том числе и в рамках ценообразования, ведь затраты в теплоснабжении влияют на эффективность функционирования систем. Необходимо понять какие методы и способы по улучшению в сфере теплоснабжения уже существуют и эффективны, а какие нет.

## **2. АНАЛИЗ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

### **2.1. Исследование систем теплоснабжения предприятий**

Низкий уровень эффективности функционирования российских энергетических предприятий связан с высокой степенью износа основных фондов, их несоответствующим обновлением и модернизацией, дисбалансом интересов собственников и менеджмента. При этом все изменения в энергетической отрасли происходят под влиянием внешней и внутренней среды. Внешние преобразования обусловлены развитием и внедрением инновационных, информационных и телекоммуникационных технологий, которые приводят к росту затрат на НИОКР у предприятия; поиску эффективных стратегий повышения конкурентоспособности предприятий; процессами государственного регулирования бизнес-пространства региона с целью привлечения инвестиций.

Экономическим фундаментом и источником жизнедеятельности региона, показателем развития рыночных отношений и качества жизни территории является ее энергетическая система. Поэтому проблемы и пути повышения эффективности деятельности предприятий в региональной энергетике особенно актуальны.

До 1990-х годов во многих странах мира компании, которые производили, передавали и обеспечивали сбыт электроэнергии были монопольными. С ростом потребления произошло удорожание топливно-энергетических ресурсов, а ужесточение экологического законодательства потребовало модернизации оборудования предприятий энергетической отрасли. В сложившихся экономических условиях монополии стали неэффективными. Развитые страны полностью отказались от монополии, а развивающиеся страны сохраняют частную монополизацию предприятий энергетики.

Предприятия российской энергетики можно охарактеризовать устареванием производственных мощностей, снижением энергоэффективности технологических процессов. Технологические показатели российских

предприятий энергетики существенно ниже, чем в развитых странах. Особенно энергетический кризис можно наблюдать в регионах, как правило, это перебои с энергоснабжением, веерное отключение потребителей, неплатежи контрагентов.

При внедрении новых технологий и инноваций повышается эффективность использования энергии в экономике.

Повышение инновационности топливно-энергетического комплекса (ТЭК) подтверждено Энергетической стратегией России до 2035 года [13]. Ключевой идеей Стратегии-2035 является переход от ресурсно-сырьевого развития ТЭК к ресурсно-инновационному. Все предприятия энергетической отрасли должны быть насыщены инновационными технологиями.

Переход к инновационности ТЭК должен произойти в три этапа:

1) до 2020 года предполагается преодоление узких мест в развитии энергетической отрасли;

2) с 2021 года до 2025 года рост энергоэффективности за счет реализации инновационных проектов в отрасли;

3) с 2026 года по 2035 год выход энергетики РФ до уровня развитых стран.

В настоящее время Россия стоит на пороге второго этапа развития ТЭК, при котором повышение энергоэффективности должно сопровождаться снижением энергоемкости ВВП и ростом производительности энергии.

В мире рассчитывается глобальный показатель энергоемкости ВВП. В России методика расчета показателя энергоемкости ВВП утверждена Приказом от 01.08.2019 г. №471 Минэкономразвития России [7]. Энергоемкость представляет собой общее потребление энергии на единицу ВВП. Показатель энергоемкости (energy intensity) по ряду стран показан на рисунке 4.

В США и в европейских развитых странах энергоемкость ВВП ниже, чем в России практически в 2 раза, что означает повышение энергоэффективности за счет роста доли возобновляемых источников энергии и газа. При этом потребление энергии в этих странах не снижается.

Китай, который начиная с 2007 года в динамике имеет тренд снижения энергоемкости также повышает энергоэффективность.

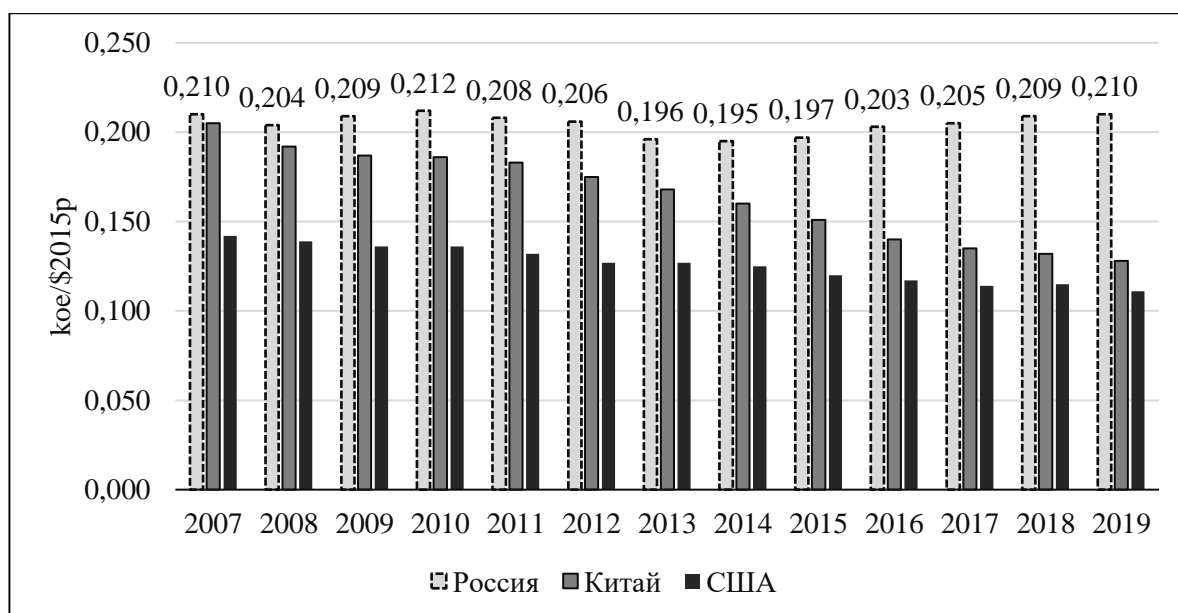


Рисунок 4 - Динамика показателя энергоёмкости ВВП

(кг нефтяного эквивалента/доллар ВВП в постоянных ценах 2015 г.) [54]

В России энергоёмкость ВВП растет, что связано с экспортом сырьевых товаров, низкими ценами на энергию, преобладанием энергоёмких отраслей, которые не способствуют повышению энергоэффективности. Таким образом, реальная ситуация в отрасли не соответствует поставленным в Энергетической стратегии-2035 целям и задачам.

Энергосбережение в широком смысле имеет основные направления [16, с. 55]:

- сокращение затрат исходных энергетических ресурсов (прежде всего ископаемых – нефти, газа, угля) при производстве и передачи потребителю конечных энергетических продуктов (электрической и тепловой энергий);
- применение энергосберегающих технологий во всех отраслях экономики, то есть сокращение расхода энергии на выработку единицы объема продукта и услуг;
- замещение основного энергетического углеводородного сырья (нефти, газа, угля) на альтернативные возобновляемые источники энергии.

Ресурсоснабжающие организации в Российской Федерации подразделяются по видам деятельности. Динамика объемов выполненных работ, услуг населению показана в таблице 3.

Таблица 4 - Оценка объемов выполненных работ, оказанных услуг по Республике Карелия в фактических ценах (млн. руб.) [47]

Вид деятельности	2017 год		2018 год		2019 год		Изменение 2019/2017		
	млн. руб.	уд. вес, %	млн. руб.	уд. вес, %	млн. руб.	уд. вес, %	абсолютное		темп роста (снижения), %
							млн. руб.	уд. вес, %	
Электроснабжение	17206	64,5	15783	61,5	15307	59,2	-1899	-5,3	89
Газоснабжение	293	1,1	411	1,6	692	2,7	+399	+1,6	236
Теплоснабжение	9177	34,4	9470	36,9	9867	38,1	+690	+3,7	108
Итого	26676	100	25664	100	25866	100	-810	0	97

Согласно таблице 4 темп роста объема выполненных работ, услуг по теплоснабжению вырос за три года на 8%. Доля предоставленных услуг в общем объеме коммунальных услуг также выросла на 3,7%. А вот общий объем коммунальных услуг в сравнении с 2017 годом сократился на 3%. Необходимо отметить, что фактические цены (тарифы) в праве устанавливать органы власти субъектов РФ по законодательству.

Все указанные в таблице 4 виды деятельности по обеспечению населения коммунальными услугами являются социально значимыми. Так как большая часть регионов России находится в климате с низкими температурами в зимний период, то сфера теплоснабжения является одной из важных в коммунальном хозяйстве. Поэтому предполагает повышенное внимание к подготовке и прохождению отопительного периода, необходимость повышения качества и надежности работы теплоснабжающих организаций. Отопление является самой дорогой из коммунальных услуг, так как в структуре тарифа на тепловую энергию основной удельный вес занимают расходы на энергоресурсы – топливо и покупную электрическую энергию. Доля расходов на энергетические ресурсы у предприятий теплоснабжения занимает 65,6%. При этом большинство предприятий не имеют инвесторов и средств на капитальные вложения, а реконструкцию сетей и ремонт оборудования осуществляют за счет бюджетных ассигнований.

По данным Росстата потери тепла в коммунальных тепловых сетях показаны в таблице 5.



Таблица 5 - Потери тепла в сетях (в % от подачи тепла) [47]

Наименование	2010 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Республика Карелия	6,9	5,6	6,3	6,9	6,4
Северо-Западный ФО	9,2	9,8	10,9	10,6	10,7
Российская Федерация	10,6	11,1	11,8	11,2	12,5

Доля потери тепла по Республике Карелии ниже, чем по СЗФО и по России в целом. Рост показателя потери тепла в сетях говорит об износе тепловых сетей, устаревшей и малоэффективной изоляции трубопроводов. При этом следует отметить небольшой объем инвестиций в теплоснабжение. Таким образом, для повышения экономической эффективности работы систем теплоснабжения необходимо привести в надлежащее состояние тепловые сети.

По данным Росстата за 2018 год 33,3% теплопроводов систем теплоснабжения Республики Карелия нуждается в замене. А удельный вес замененных тепловых и паровых сетей в общем их протяжении в 2018 году по Республике Карелии составил всего 1,1%.

Для Республики Карелия, как и для большинства субъектов РФ, привлечение инвестиций для решения задач по реконструкции и модернизации систем теплоснабжения является актуальной задачей.

Структура инвестиционных вложений в основной капитал энергетических предприятий по Республике Карелия представлен в таблице 6. Общий объем инвестиций в ресурсоснабжающие предприятия за три года вырос на 288 млн. руб. или на 6,9%.

В структуре инвестиций выделяются предприятия электроснабжения: в 2019 году инвестиции составили 3273 млн. руб. или 73,6% от всех инвестиций. Наименьшей инвестиционной привлекательностью обладают предприятия теплоснабжения.

Доля инвестиций в основной капитал предприятий теплоснабжения в 2019 году составила 13%. При чем следует отметить, что предприятия по распределению тепловой энергии менее привлекательны для инвесторов, чем по производству тепловой энергии.

Таблица 6 – Инвестиционные вложения в основной капитал по Республике Карелия (млн. руб.) [47, 48]

Вид деятельности	2017 год		2018 год		2019 год		Изменение 2019/2017		
	млн. руб.	уд. вес, %	млн. руб.	уд. вес, %	млн. руб.	уд. вес, %	абсолютное		Темп роста (снижения), %
							млн. руб.	уд. вес, %	
Производство, передача и распределение электроэнергии	2020	48,5	2725	66,4	3273	73,6	+1253	25,1	162,0
Производство и распределение газообразного топлива	1541	37,0	918	22,4	597	13,4	-944	-23,6	38,7
Производство, передача и распределение пара и горячей воды; кондиционирование воздуха, всего:	601	14,4	462	11,3	580	13,0	-21	-1,4	96,5
в том числе: - производство тепловой энергии:	457	11,0	375	9,1	580	13,0	+123	2,0	126,9
а) тепловыми электростанциями;	328	7,9	315	7,7	403	9,0	+75	1,1	122,9
б) котельными	129	3,1	60	1,4	177	4,0	+48	0,9	137,2
в том числе: - распределение тепловой энергии	144	3,4	0	0	0	0	-144	-3,4	0
Итого	4162	100	4105	100	4450	100	+288	0,0	106,9

Одним из основных факторов, сдерживающих процесс привлечения инвестиций в регулируемые теплоснабжающие организации, является ее влияние на динамику роста тарифов на тепловую энергию и услугу горячего водоснабжения для населения.

Учитывая большое социальное значение динамики тарифов и платы за коммунальные услуги (в первую очередь – за тепловую энергию), динамика совокупной платы по всем коммунальным услугам ежегодно ограничивается

предельными индексами изменения платы, утверждаемыми на федеральном уровне.

Ограничение роста оплаты коммунальных услуг, сложность и процесс согласования превышения предельных индексов с федеральным регулирующим органом, а также проблема точного определения долгосрочных параметров регулирования на долгосрочный период, являются основными проблемами, тормозящими процесс привлечения инвестиций в теплоснабжение и другие отрасли коммунального комплекса. По прогнозу 2020 года данные проблемы могут снизить объем инвестиций.

Автор выделяет основные проблемы предприятий теплоснабжения, которые характеризуются низкой энергоэффективностью:

- централизация систем теплоснабжения;
- устаревание и изношенность теплогенерирующего оборудования и особенно ветхость протяженных тепловых сетей;
- устаревшие технологии производства тепла в котельных (вырабатывают более 70 % теплоты в стране) и ТЭЦ;
- слабая инвестиционная привлекательность, в основном связанная с тарифной системой, установленной органами власти.

На теплоснабжение в России расходуется примерно 40 % всех энергоресурсов страны, или примерно 2 млрд. Гкал. На рисунке 5 представлены расходы на теплоснабжение в Российской Федерации.

По данным рисунка видно, что на теплоснабжение в Российской Федерации расходуется 2000 млн. Гкал. При этом 450 млн. Гкал (23 %) ежегодно пропадает между источником тепловой энергии и потребителем, а суммарное теплопотребление России составляет 1 550 млн. Гкал.

Таким образом, на регулируемое региональными властями теплопотребление (население, бюджетные организации и организации ЖКХ) в целом приходится около 70 % всего теплопотребления. А учитывая и потери в тепловых сетях - 78 % всей тепловой энергии нашей страны.

По оценкам различных экспертов, затраты на теплоснабжение можно сократить в 1,5–2 раза.

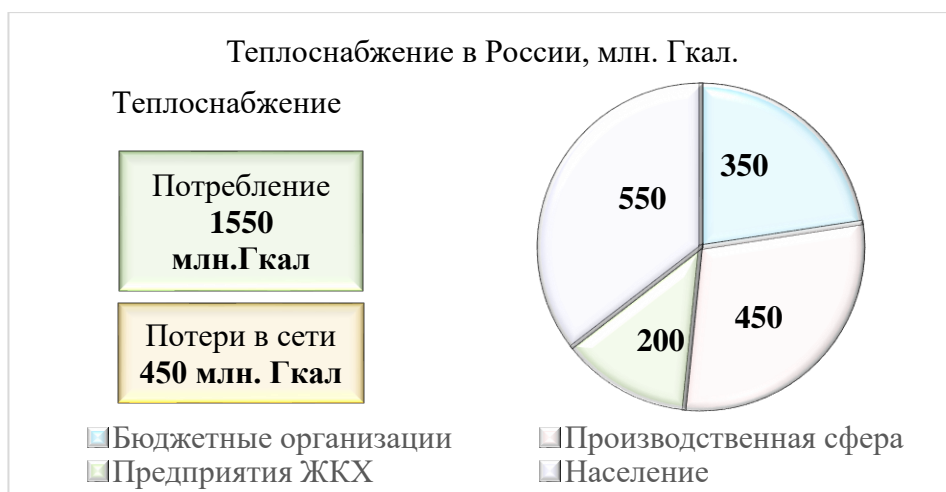


Рисунок 5 – Теплоснабжение в Российской Федерации

Источник: составлено автором по материалам ПАО «Россети»

По оценкам различных экспертов, затраты на теплоснабжение можно сократить в 1,5–2 раза.

На финансирование энергоснабжения ежегодно тратится не менее 300 млрд. руб. Между тем, около 100 млрд. руб. может быть сэкономлено за счет мер по повышению энергоэффективности и модернизации объектов.

На рисунке 6 представлена диаграмма «Потенциал теплоэффективности» в Российской Федерации.



Рисунок 6 - Потенциал теплоэффективности

Источник: составлено автором по материалам ПАО «Россети»

Как видно из диаграммы, за счёт оптимизации сетей (замена централизованного отопления на индивидуальное и автономное) можно получить 15 % экономии, еще 15 % экономии затрат на теплоснабжение – за счет

замены неэффективных устаревших котлов (замещение старых котлов с низким КПД 70-80% на современные с КПД 90-95%), 25% - за счет применения оптимального топлива (замещение старой теплогенерации новой с выбором технических решений в соответствии с экономической оптимальностью по топливу и территориальному фактору) и 45% за счёт применения энергосберегающих материалов.

Всего в нашей стране в 2019 г. работало 595 тепловых электростанций мощностью от 500 кВт и выше, около 76,6 тыс. котельных, в их числе 58,9 тысяч –установленной мощностью до 3 Гкал/час и 13,5 тысяч – установленной мощностью от 3 до 20 Гкал/час и 4,1 тыс. специальных газовых отопительных котлов мощностью до 0,001 Гкал/ч, используемых организациями, финансируемыми из бюджета.

Подавляющее большинство котельных работает на газе, особенно котельные мощностью свыше 20 Гкал/час, однако значима также доля угля, доля возобновляемых источников энергии и биотоплива пока невелика. (рисунок 7)

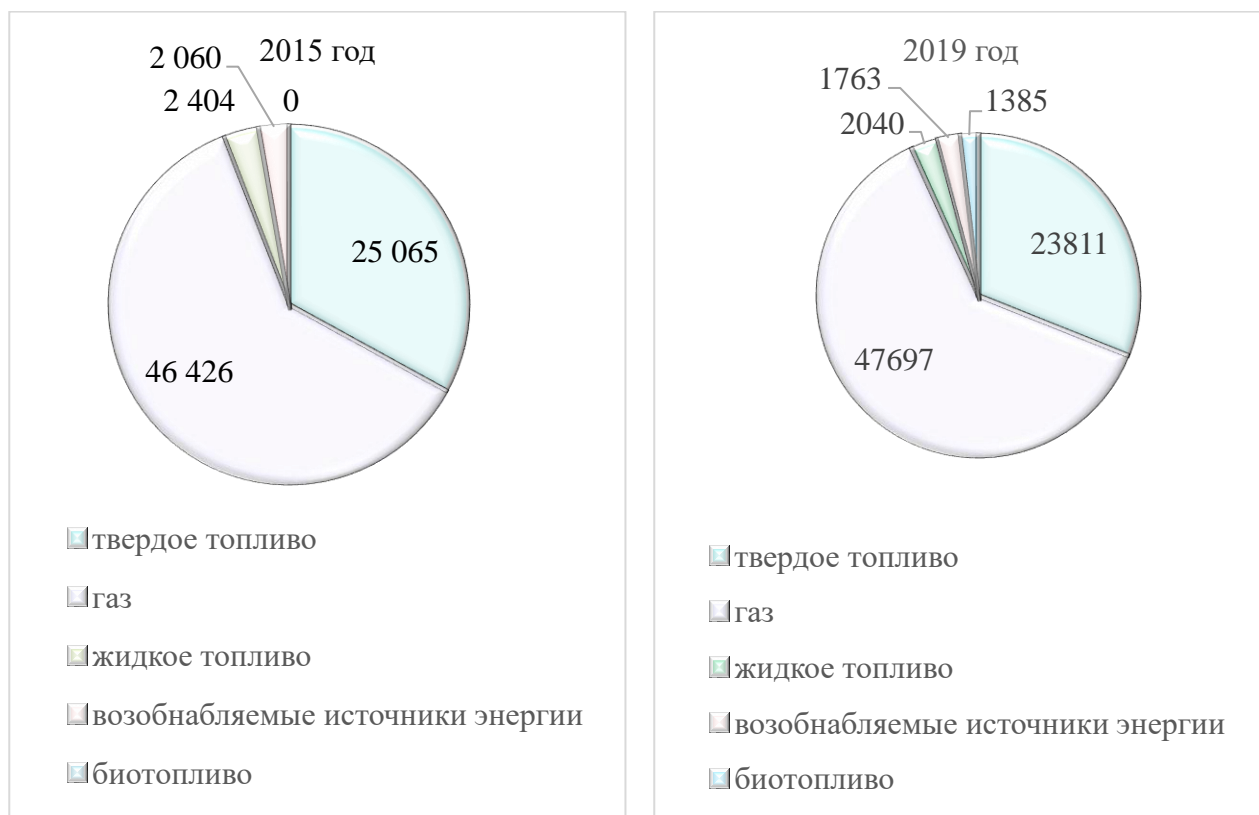


Рисунок 7 – Структура топлива котельных, шт. [44]

Наибольшее количество котельных находится в Центральном, Приволжском и Сибирском Федеральных округах. (рисунок 8)

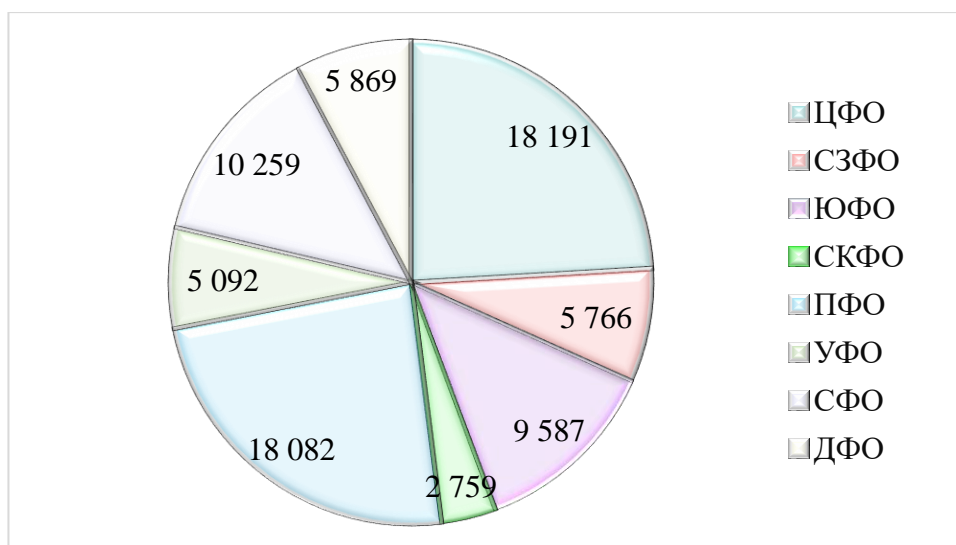


Рисунок 8 – Количество котельных по Федеральным округам в 2019 году. [44]

Общая тенденция 2019 года практически по всем Федеральным округам – снижение количества крупных котельных. Установленная мощность источников тепловой энергии в 2015–2019 годах снижалась, в основном за счет городских и в небольшой степени сельских котельных. [44]

Наибольшая протяженность магистральных тепловых и паровых сетей наблюдается в федеральных округах с высоким уровнем развития теплоемких производств (ПФО, ЦФО, СФО), их доля в общей протяженности магистральных тепловых сетей составляет 72 % (рисунок 9).

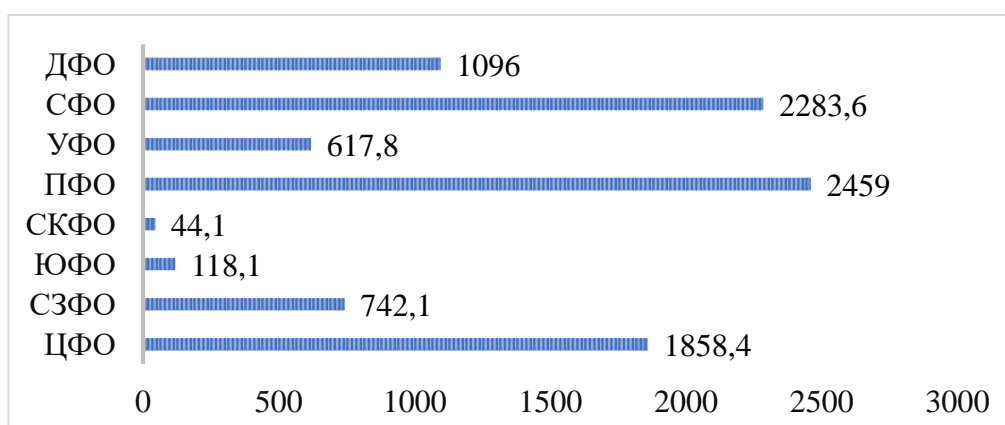


Рисунок 9 - Протяженность магистральных тепловых сетей по Федеральным округам в 2019 г., км [44]

Основными факторами, влияющими на величину потерь в тепловой сети, являются:

- соотношение протяженности тепловых сетей различных диаметров;
- износ тепловых сетей;
- температура наружного воздуха;
- температурный график и качество регулировки тепловых сетей и тепловых пунктов

тепловых пунктов

Основной причиной высокого износа тепловых сетей являются недостаточные объемы перекладки тепловых сетей.

Ключевыми факторами, определяющими динамику потерь в сетях, являются размерность и доля тепловых сетей, которые нуждаются в реконструкции и замене.

Факторы дальнего окружения, которые могут повлиять на эффективную работу систем теплоснабжения предприятий представлены в таблице 7.

Таблица 7 - PEST- анализ факторов внешней среды

Политические (Political)	P	E	Экономические (Economic)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- государственное регулирование;</li> <li>- изменение законодательства;</li> <li>- политическое давление со стороны США и ЕС остается в силе, в том числе и эскалация санкций;</li> <li>- ввод ограничений на ввоз импортного оборудования</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- рост цен на коммунальные услуги;</li> <li>- влияние курса валют;</li> <li>- снижение ключевой ставки Центрального банка;</li> <li>- нестабильность тарифной политики;</li> <li>- изменение налогового законодательства;</li> <li>- сокращение инвестиций;</li> <li>- влияние бюджетного финансирования проектов;</li> <li>- нецелевое использование денежных средств</li> </ul>	
Социальные (Social)	S	T	Технологические (Technological)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- экологические проблемы;</li> <li>- дефицит квалифицированных кадров;</li> <li>- удаленность населенных пунктов друг от друга;</li> <li>- отток трудоспособного населения в другие регионы</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- переизбыток тепловых мощностей;</li> <li>- износ тепловых сетей;</li> <li>- рост интереса к технологиям по внедрению когенерации на котельных;</li> <li>- появление новых технологий теплоснабжения;</li> <li>- требования энергетической безопасности;</li> <li>- развитие цифровой экономики РФ;</li> <li>- устаревшие технологии производства тепла в котельных</li> </ul>	

Воздействие факторов дальнего окружения в настоящее время преимущественной степени оказывает негативное влияние. Неопределенность в экономической, правовой, социальной и технической политике способствуют отсутствию доверия у потенциальных инвесторов в энергетической отрасли. Поэтому стратегический менеджмент необходимо направлять на вновь открытые возможности, а также на снижение и нейтрализацию угроз.

Энергетическая программа России ориентирована на экстенсивное развитие энергетической отрасли – на покрытие существующего и планируемого дефицита энергоресурсов, главным образом производства электроэнергии. Такой подход определяет энергетику, как систему, включающую все виды источников энергии, а также технологии и устройства конечного потребления энергии.

Географические и климатические условия Российской Федерации предопределили особую роль теплоснабжения в развитии экономики и жизни населения страны.

Основными проблемами российского теплоснабжения являются высокий моральный и физический износ основных производственных фондов организаций теплоснабжения, который быстро возрастает, и инвестиционная непривлекательность теплоснабжения. Старение фондов неизбежно приводит к повышению их аварийности, росту потерь в сетях; снижение качества и надежности теплоснабжения потребителей.

Высокие эксплуатационные затраты в сфере теплоснабжения обусловлены низкой эффективностью отрасли, напрямую касается как потребителей тепла, так и самих организаций теплоснабжения. При том, что качество и надежность теплоснабжения не улучшаются, а большинство организаций отрасли являются убыточными.

## **2.2. Методы ценообразования теплоснабжения предприятий**

Актуальность проблем снижения экономически обоснованных тарифов на тепловую энергию в Российской Федерации по-прежнему остается одним из приоритетов в сфере теплоснабжения.



Цены на тепло в Российской Федерации определяются в соответствии с Федеральным законом от 27.07.2010 №190-ФЗ «О теплоснабжении»[1], постановлением Правительства Российской Федерации от 22.10.2012 №1075 «О ценообразовании в сфере теплоснабжения»[12], приказом Федеральной службы по тарифам от 13.06.2013 №760-э «Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых цен (тарифов) в сфере теплоснабжения»[8].

В методических указаниях прописано какие затраты должны быть учтены при тарифообразовании. Однако степень влияния расходов на стоимость тепловой энергии остается мало изученным. Поэтому возникает необходимость проведения анализа влияния затрат ценообразующих факторов на величину тарифа с целью принятия соответствующих государственных мер и выхода на новый уровень развития сферы теплоснабжения.

Для того чтобы провести подобный анализ следует группировать ценообразующие факторы.

В Российской Федерации тарифообразование подлежит государственному регулированию и существует единый для всех механизм расчёта тарифов. Помимо этого, на территории разных субъектов Российской Федерации наблюдается высокая дифференциация размеров тарифов на тепловую и электрическую энергию. Поэтому можно разделить все факторы на две большие группы: общие и региональные. Также факторы можно разделить на внешние (оказывающие влияние извне) и внутренние(в рамках деятельности предприятий). Каждая группа факторов должна учитываться при формировании цены на тепловую и электрическую энергию.

Законодательством установлено четыре метода регулирования тарифов в сфере теплоснабжения в зависимости от срока применения (таблица 8)

Также существует метод «Альтернативная котельная», где тариф устанавливается на длительный срок (от десяти лет и более). Методика данного метода показывает, что стоимость тепла от теплоэлектроцентрали должна быть такой же, как и от котельной, то есть, предполагается, что цены на тепловую энергию регулироваться не будут в рамках внутренней цепочки

ценообразования. Регулированию подлежит только окончательная цена тепловой энергии. Гарантией сохранения такой цены являются обязательства по обеспечению качества и надежности систем теплоснабжения со стороны ЕТО.

Таблица 8 – Методы регулирования тарифов в сфере теплоснабжения

Метод	Срок действия тарифа	Критерий применения
<b>Краткосрочный метод</b>		
Метод экономически обоснованных расходов (затрат)	1 год	- отсутствие в прошлом у организации государственного регулирования; - отсутствие заключенных арендных соглашений; - остаток срока арендных соглашений менее 3 лет
<b>Долгосрочные методы</b>		
Метод индексации установленных тарифов	5 лет (3 года при первом применении)	- операционные расходы не подлежат ежегодному рассмотрению, а проходят индексации с учетом инфляции
Метод обеспечения доходности инвестированного капитала		- в структуре необходимой валовой выручки заложены неподконтрольные и операционные расходы, возврат инвестиций и доход на инвестированный капитал
Метод сравнения аналогов		- сравнение данных по организациям с аналогичным и видами деятельности

Долгосрочный метод индексации установленных тарифов, в который входит необходимая валовая выручка (НВВ) является одним из часто используемых и отличается от других тем, что позволяет учитывать индекс эффективности операционных расходов (1-5%). Составляющие необходимой валовой выручки при методе индексации установленных тарифов представлены в приложении Г.

Самыми часто встречающимися в регионах видами топлива, используемого в целях теплоснабжения являются: природный газ, уголь и мазут. Цены на топливо меняются из года в год.(рисунок 10)

Средние цены на газовое топливо и уголь стабильно росли в течение всего рассматриваемого периода 2015-2019 гг. Цена природного газа увеличилась на 12 %, угля – на 17 %. Средняя цена на мазут после 2016 г. выросла в 2,7 раза. В 2019 г. цены на газ выросли на 3 %, на уголь – на 5 %, на мазут – на 4 %. Цены на уголь составляли от 59 до 63 % от цены природного газа (в 2019 г. – 63 %), на мазут –превышала от 2 до 4 раз (в 2019 г. – 349 %).

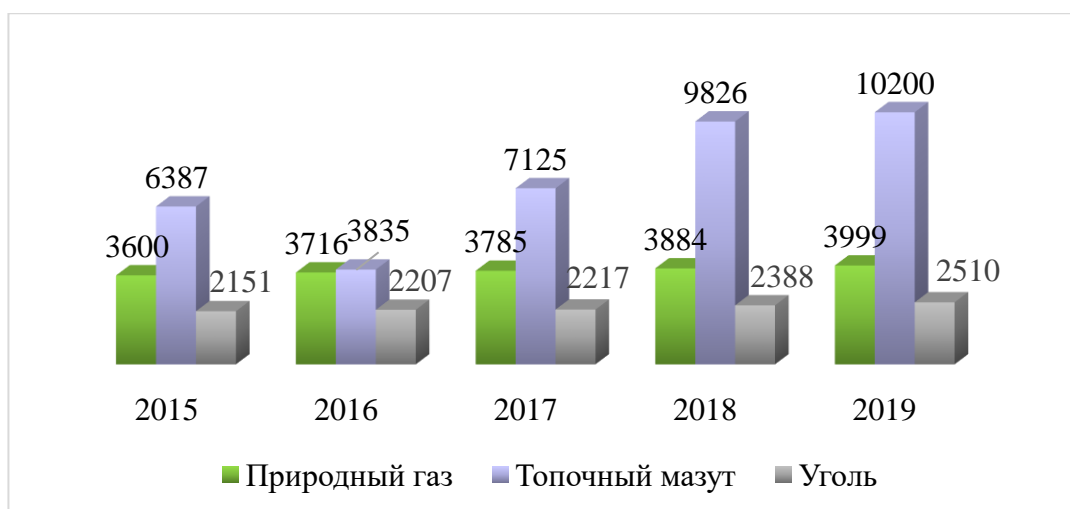


Рисунок 10 - Динамика среднероссийских цен на основные виды топлива для тепловой энергетики, руб./т у. т. [44]

На рисунке 11 представлена динамика объемов цен сожженного топлива в 2019 году.

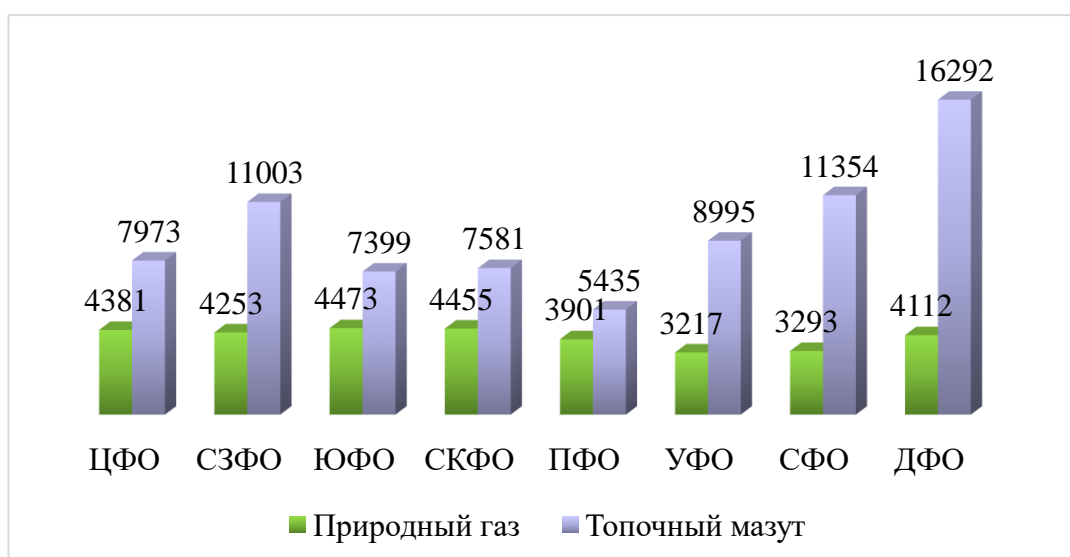


Рисунок 11 - Динамика объемов цен сожженного топлива в 2019 году, руб./т у. т. [44]

По данным рисунка видно, что самый дорогой природный газ была в Южном Федеральном округе и составила 4 473 руб./т у. т. Недалеко опережает и Северо-Кавказский Федеральный округ, где цена газа составляет 4 455 руб./т у. т. Самые дешевые цены на газ – в Уральском и Сибирском Федеральных округах, и составляют 3 217 руб./т у. т. и 3 293 руб./т у. т. соответственно. Такой разброс цен определяется стоимостью транспортировки газа до потребителей –

чем дальше потребитель от места добычи, тем выше сетевой тариф и итоговая цена.

В 2019 г. самая высокая цена на топочный мазут наблюдалась в Дальневосточном Федеральном округе и была равна 16 292 руб./т у. т. Уральский Федеральный округ – следующий округ с высокой ценой топочного мазута (8995 руб./т у. т.). Наименьшая цена топочного мазута - в Приволжском Федеральном округе (5 435 руб./т у. т.).

Наиболее существенными проблемами функционирования теплоснабжающих организаций и их развития является политика сдерживания роста тарифов в теплоснабжении: регулятор должен свести баланс между необходимой валовой выручкой всей совокупности теплоснабжающих организаций и той выручкой, которая определяется предельными уровнями тарифов.

Проблемы ценообразования в теплоснабжении:

1. При установлении базовой цены при введении ценовой зоны (по новой модели) завышение отпуска тепла в базовый год приводит к сохранению диспропорции и недополучению средств организации на весь 10-летний период. Эта проблема особенно обострилась во время пандемии – в связи со снижением потребления тепла в общественно – деловых зданиях и в связи с тремя подряд теплыми зимами.

Для этого регулятор вынужден:

– регулярно завышать принимаемый при регулировании тарифов отпуск тепла по сравнению с фактическими его значениями (разница может составлять от 3 до 15 %), зачастую не в полной мере учитывая требования п. 22 (1) Постановления Правительства РФ от 22.10.2012 №1075 «О ценообразовании в сфере теплоснабжения» [12] об учете при определении планового отпуска тепла фактического полезного отпуска тепла за последний отчетный год и динамики полезного отпуска за последние 3 года. Регулярное завышение планового отпуска тепла приводит к регулярному недополучению выручки теплоснабжающими организациями;

– снижать некоторые статьи затрат – как правило, это затраты на ремонтные работы и инвестиционные программы, что определяет невозможность повышения эффективности и надежности работы организации. Предельные тарифы устанавливаются таким образом, что позволяют покрыть только рост издержек в связи с инфляцией.

В большинстве случаев, особенно для теплоснабжающих организаций, не владеющих ТЭС, они не могут обеспечить даже минимально необходимые инвестиции и адекватную ремонтную программу на источниках тепла и тепловых сетях.

С учетом завышенного по сравнению с фактом полезного отпуска тепла это еще больше ограничивает возможности теплоснабжающих организаций по повышению их эффективности и надежности. Свидетельство этому – постоянно растущий средний срок службы как сетей, так и котлов.

Необходимо:

– ввести административную ответственность регулятора за невыполнение требований п. 22 (1) Постановления Правительства РФ от 22.10.2012 № 1075 [12];

– обязать регулятора в течение 3 лет привести принимаемый при регулировании отпуск тепла к фактически сложившемуся за 3 последних года;

– исключить в связи с КОВИД до 2023 года корректировки НВВ в следствии неполного исполнения инвестиционной программы;

– увеличить резерв по сомнительным долгам, учитываемый при регулировании, до 5 %.

2. Несоответствие фактического расхода тепловой энергии, затраченной на подогрев холодной воды для представления коммунальной услуги горячего водоснабжения, действующим нормативам.

Норматив используется независимо от наличия коллективного (общедомового) прибора учета, разница составляет в среднем 30-40 % от норматива.

Необходимо:

- обеспечить переход на расчеты за горячее водоснабжение на основании показаний общедомовых приборов учета путем отнесения на коммунальную услугу по отоплению разности между фактическим и нормативным расходом тепловой энергии на подогрев;

- утвердить принципы расчета норматива на подогрев для применения в расчетах по одно- и двухкомпонентному тарифам с учетом фактических затрат тепла на подогрев воды и предусмотреть поэтапное доведение норматива на подогрев до этого уровня;

- обязать муниципальные образования и управляющие компании провести полную инвентаризацию помещений для уточнения объемов предоставления коммунальных услуг отопления и горячего водоснабжения.

3. При регулировании долгосрочным методом уровень операционных расходов первого года долгосрочного периода регулирования должен быть сформирован в объеме, достаточном для осуществления регулируемой деятельности и с учетом возможности оптимизации операционных расходов в последующие годы долгосрочного периода регулирования. Однако регулятор, как правило, искусственно занижает базу первого года долгосрочного периода: при расчете многих показателей на первый год этого периода применяется индексация сумм, утвержденных или фактических на предыдущий год, избирая наименьший, то есть наихудший для теплоснабжающей организации вариант.

Это приводит к формированию некорректной и недостаточной базы для долгосрочного периода регулирования, не обеспечивает компенсации необходимых расходов не только в будущем, но даже в первый год долгосрочного периода.

Необходимо:

- при установлении операционных расходов первого года долгосрочного периода учитывать расходы по статьям затрат на основе фактических за последние 3 года;

– учитывать по результатам деятельности в долгосрочном периоде недополученные доходы, связанные с заниженным уровнем операционных расходов первого года.

Подводя итог, стоит отметить, что на ценообразование в сфере теплоснабжения оказывает влияние ряд факторов: большая протяженность территории, высокая доля привозного топлива, высокая степень износа генерирующего оборудования, в результате чего возникают высокие удельные расходы топлива, высокая доля износа тепловых сетей и потери в сетях, климатические условия, отопительный период. Эти факторы определяют особые требования к размещению и выбору технических решений в сфере теплоснабжения.

### **2.3. Зарубежный и отечественный опыт по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий**

В советское время были развиты системы централизованного теплоснабжения в городах, но за последние годы показатели надежности, качества и энергоэффективности в теплоснабжении значительно снизились.

Объём производства и потребления тепловой энергии в Российской Федерации самый большой в мире. В настоящее время для производства необходимого количества тепловой энергии в стране действуют 68 тыс. коммунальных котельных, производящие 600 млн Гкал тепла в год и только 1,5 млн Гкал тепла в год производят на ТЭЦ. Однако в большинстве предприятий используются устаревшие технологии. Современные требования к качеству, удобству и надежности обязывают двигаться одновременно с меняющимися тенденциями и внедрять цифровые технологии в системы теплоснабжения.

На современном этапе развития и повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения приоритетным направлением являются мероприятия, направленные на энергосбережение – рациональное использование энергоресурсов.

В научных публикациях, посвященных модернизации систем теплоснабжения с целью повышения их эффективности функционирования,

представлены различные мероприятия и примеры модернизации систем теплоснабжения.

Проанализировав публикации и статьи, посвященные способам модернизации систем теплоснабжения с целью повышения эффективности их функционирования, можно полагать, что в настоящее время политика энергосбережения является приоритетным направлением развития систем теплоснабжения. Мероприятия по повышению эффективности работы систем теплоснабжений, направленные на энергосбережение и рациональное использование ресурсов, обеспечивают экономичность и является одними из самых значимых на этапе развития теплоснабжения. (приложение Д).

Проблема надежного и качественного функционирования систем теплоснабжения должна решаться своевременно. Анализ отечественного и зарубежного опыта показал, что сегодня преобладает разнообразие технологических и организационных мер по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения без шокового роста тарифов на тепловую и электрическую энергию для потребителей. Целевой задачей является стабильность и эффективность систем теплоснабжения, а также минимизация тарифов для потребителей.

Министерство энергетики РФ проводит большую работу по повышению качества, надежности и экономичности функционирования систем теплоснабжения. Одним из значимых шагов в данном направлении, на взгляд автора, стала подготовка рейтинга регионов в области энергоэффективности теплоснабжения, который направлен не только на сравнительный анализ показателей эффективности, но и с целью использования и применения опыта регионов. [39] (рисунок 12)

По данным рисунка 12 можно наблюдать, что города Москва и Санкт-Петербург вынесены как самостоятельные. При этом они исключены из Центрального и Северо-Западного Федеральных округов, то есть их показатели учитывались отдельно. Высшую строчку рейтинга занимают г. Москва и г.



Санкт-Петербург, а низшую строчку рейтинга- Северо-Кавказский и Дальневосточный Федеральные округа.

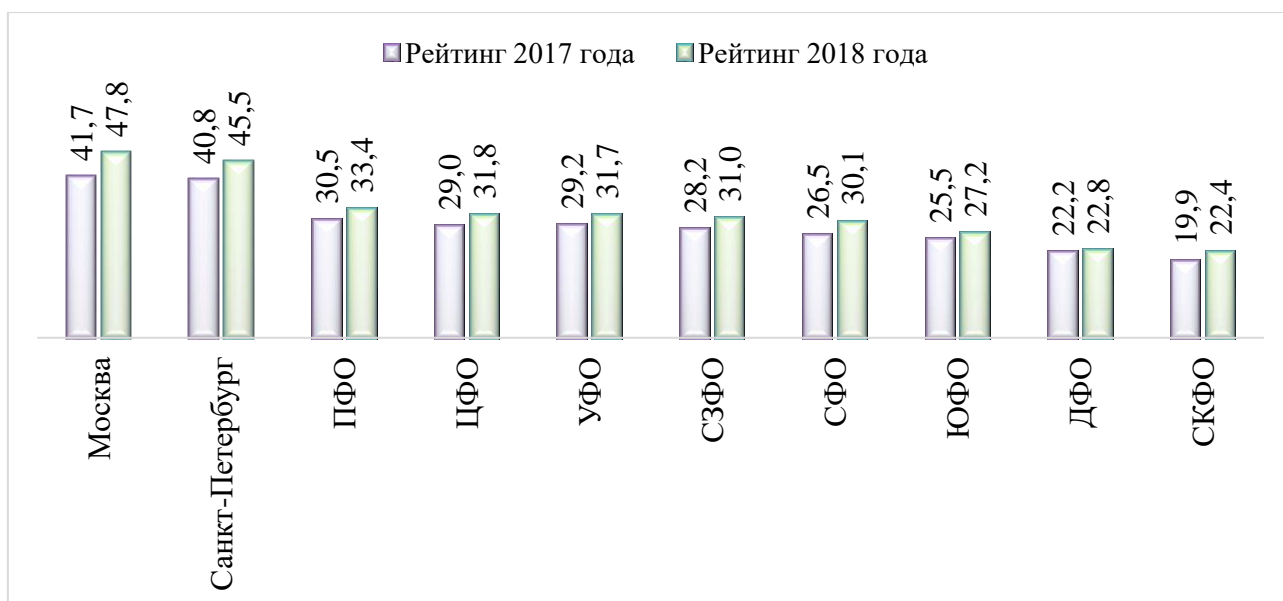


Рисунок 12 – Динамика показателей рейтингования в баллах [39]

В регионах, которые занимают лидирующие позиции, наблюдается наилучшая ситуация: низкий уровень потерь в тепловых сетях, высокая доля оснащённости объектов автоматизированными приборами учета тепловой энергии и наличие индивидуальных тепловых пунктов, позволяющих проводить обслуживание в режиме удаленного доступа, высокая доля использования современных усовершенствованных труб, а также система теплоснабжения является закрытой.

В регионах, которые вошли на последние строчки рейтинга, отсутствуют разработанные актуальные схемы систем теплоснабжения, которые требуют усовершенствования и доработки.

Для того чтобы улучшить показатели регионов необходимо предпринять ряд действий:

- реконструировать тепловые сети, с целью снижения тепловых потерь во время транспортировки;
- переход на закрытую систему теплоснабжения;
- переход на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты;

- использование усовершенствованных и современных труб, материалов для изоляции;

- внедрение автоматизированного учета потребления ресурсов.

Вышеуказанные мероприятия позволят улучшить ситуацию в сфере теплоснабжения регионов, способствуют привлечению инвестиций.

Также стоит отметить, что, как и в других отраслях экономики в энергетической отрасли активно внедряются цифровые технологии. Цифровая энергетика, симбиоз IT-технологий и энергетических систем-мировые тенденции развития энергетической отрасли.

Акционерное общество «Газпром промгаз» разработало электронную модель системы теплоснабжения, позволяющую хранить и актуализировать информацию, моделировать различные виды переключений и перспективных вариантов развития систем, рассчитывать ключевые показатели эффективности, в том числе и надежность систем теплоснабжения.

Цифровизации в системах теплоснабжения позволяет добиться различных социальных, управленческих и экономических эффектов. (приложение В)

Анализ текущей ситуации и опыта регионов, которые занимают лидирующие позиции рейтинга способствуют пересмотру текущей ситуации в других регионах и позволять принять меры, позволяющие повысить эффективность систем теплоснабжения и в целом энергетической отрасли.

Считается, что одним из эффективных способов достичь указанных целей энергетической стратегии является переход на новую целевую модель рынка теплоэнергии.

Краткая суть целевой модели рынка тепловой энергии представлена на рисунке 13.

Единая теплоснабжающая организация является центром ответственности в системе теплоснабжения по следующим ключевым направлениям:

- продажа товаров и услуг потребителям в рамках предельного уровня;

- закупка товаров и услуг в рамках свободных договорных отношений на конкурентной основе;
- обеспечение надежности и качества теплоснабжения потребителей с весомой адресной компенсацией;
- краткосрочное планирование и управление режимами в реальном времени (загрузка мощностей);
- долгосрочное развитие в рамках систем теплоснабжения;
- подключение к системе теплоснабжения.



Рисунок 13 – Краткая суть целевой модели рынка тепловой энергии [44]

Ключевые целевые показатели для решения поставленных задач представлены в таблице 9.

Внедрение целевой модели рынка приведет к систематизации работы отрасли, повышению инвестиционной привлекательности, увеличению уровня ответственности теплоснабжающих компаний.

Реализация закона об «Альтернативной котельной» создает возможности для удвоения инвестиций в модернизацию системы теплоснабжения. Основными направлениями вложения инвестиций по первым переходам на новую модель рынка в РФ являются: обновление основных производственных фондов, реконструкция тепловых сетей, мероприятия по повышению

надежности, перекладка сетей, закрытие неэффективных котельных и перевод нагрузок на ТЭЦ, повсеместный автоматизированный учёт тепловой энергии и создание систем автоматизированного регулирования управления тепловой нагрузкой в городах. Метод «Альтернативной котельной» уже практикуется на территории Российской Федерации.

Таблица 9 – Целевые показатели целевой модели рынка теплоснабжения [44]

Наименование показателя	Целевые значения		
	2018 год	2024 год	2035 год
Количество регионов, внедривших «альтернативную котельную», шт.	1	35	65
Количество аварийных ситуаций (ежегодное снижение аварийных ситуаций), %	-	5	Снижение
Доля выработки электроэнергии ТЭЦ в комбинированном цикле, %	30,4	33	40
Удельный расход условного топлива при производстве тепловой энергии, кг/Гкал	169,2	164,2	159,3

Основные эффекты от реализации реформы теплоснабжения в Российской Федерации представлены в таблице 10.

Как видно из таблицы для каждого из участника имеются свои выгоды. И данную модель целесообразно рассматривать в качестве улучшения ситуации в сфере теплоснабжения.

Президент РФ задал курс на создание комфортных условий для проживания всех россиян и повышения качества городской среды. Сегодня проводится колоссальная работа по созданию современных объектов инфраструктуры по всех сферах. ГК Фонд содействию и реформированию ЖКХ в соответствии с решением Правительства РФ оказывает поддержку проектам модернизации коммунальной инфраструктуры. За несколько лет при участии фонда ЖКХ в 23 регионах РФ подготовлены и реализованы 47 проектов в сферах теплоснабжения и водоснабжения, водоотведения и обращения с твердыми отходами. Построены и модернизированы 92 объекта коммунальной инфраструктуры и реконструированы более 120 км сетей. Жители малых и средних городов получили сегодня качественные коммунальные услуги. Для реализации проектов привлечено свыше 5 млрд рублей частных инвестиций. Средства фонда в первую очередь были направлены в территории с

численностью населения до 250 тысяч человек (3,5 млн граждан улучшили условия проживания). Именно там износ систем коммунальной инфраструктуры достиг критического уровня, а средств для финансирования мероприятий по модернизации в бюджетах не хватало.

Таблица 10 – Эффекты от реализации законопроекта об «Альтернативной котельной» [44]

Для кого	Эффект
Потребители	<ul style="list-style-type: none"> <li>- повышение надежности и качества теплоснабжения;</li> <li>- упрощение взаимодействия с инфраструктурой;</li> <li>- защита предельным уровнем цены;</li> <li>- повышение уровня комфорта;</li> <li>- повышение достоверности (точности) расчетов;</li> <li>- повышение прогнозируемости затрат на тепло;</li> <li>- уменьшение совокупных платежей за тепло за счет роста энергоэффективности;</li> <li>- создание равных условий для всех потребителей в границах муниципального образования</li> </ul>
Государство	<ul style="list-style-type: none"> <li>- повышение управляемости систем теплоснабжения;</li> <li>- привлечение инвестиций в теплоснабжение;</li> <li>- развитие смежных отраслей и импортозамещение (дополнительный вклад в ВВП);</li> <li>- создание новых рабочих мест;</li> <li>- увеличение налоговых поступлений;</li> <li>- снижение ежегодной нагрузки на бюджет по субсидированию отрасли теплоснабжения</li> </ul>
Бизнес (энергокомпании и инвесторы)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- снижение административного (регуляторного) давления на бизнес;</li> <li>- повышение экономической мотивации к оптимизации и развитию теплоснабжения;</li> <li>- стимулирование развития когенерации;</li> <li>- стабильная и долгосрочная система отношений для поставщиков и потребителей;</li> <li>- снижение рисков инвестирования за счет стабильных и долгосрочных правил организации отрасли</li> </ul>

С 2019 года фондом ЖКХ возобновлено софинансирование проектов по строительству, реконструкции и модернизации объектов в сфере теплоснабжения и водоотведения (рисунок 14).

Размер финансовой поддержки составил до 60% стоимости проекта, но не более 300 млн рублей. Выделено на реализацию проектов в фонде ЖКХ более 13 млрд рублей. Получить средства могут государственные и муниципальные предприятия, а также частные операторы коммунальной инфраструктуры в рамках концессионных соглашений.



Рисунок 14 – Структура софинансирования проектов ГК Фондом содействия и реформирования ЖКХ с 2019 года, шт. [44]

Условиями реализации проектов являются:

- реализация проекта в населенных пунктах с численностью до 500 тысяч жителей;
- обязательное привлечение не менее 20% внебюджетных средств;
- максимальный размер выделяемых средств субъекту РФ – 1 млрд рублей.

Поддержку также можно получить на субсидирование процентной ставки по привлеченным кредитам и облигационным займам. В регионах ведется подготовка заявок. Некоторые субъекты РФ уже получили финансирование на реализацию проектов.

Новые и модернизированные котельные, очистные сооружения, тепловые сети обеспечат все больше жителей качественными коммунальными услугами, а поддержка фонда ЖКХ позволит не допустить повышения платы за коммунальные услуги.

Сегодня по поручению Правительства РФ фонд ЖКХ участвует в подготовке новых предложений для поддержки модернизации коммунальной

инфраструктуры. Планируется охватить объекты с износом более 60%, а успешный опыт фонда ЖКХ в реализации проектов в регионах позволит найти наиболее эффективные решения для создания комфортных условий жизни граждан. Современная инфраструктура обеспечить новое качество жизни.

В феврале 2016 года Евросоюз впервые декларировал стратегические цели по централизованному теплоснабжению. Приоритетными направлениями в развитии систем теплоснабжения в Европе являются: сочетание централизованных и распределенных возобновляемых источников энергии с «зеленой» когенерацией, отношение к тепловым сетям как к стратегии развития инфраструктуры теплоснабжения, стремление стран к развитию инфраструктуры централизованного теплоснабжения и недопущения отставания от развитых стран. На рисунке 15 представлена текущая ситуация по некоторым странам.

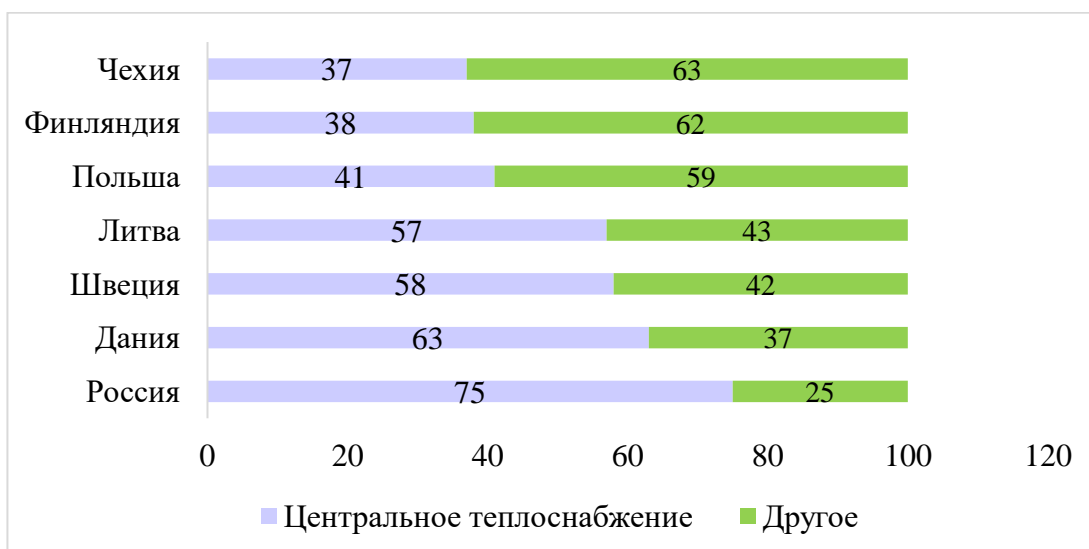


Рисунок 15 – Доля центрального теплоснабжения, % [46]

Как видно из рисунка 15 большую долю централизованного теплоснабжения занимают Россия (75%) и Дания (63%). На последних местах находятся Финляндия (38%) и Чехия (37%). При этом можно наблюдать противоположную ситуацию по другим видам теплоснабжения. В Чехии приблизительно в равных долях применяются разные виды отопления: газовые и электрические котлы, водогрейные котельные. Центральное отопление для Чехии невыгодно и применяется лишь в панельных домах и новостройках по

причине высоких тарифов. Общая стоимость за пятимесячный период отопления в панельном доме составит 1000–1300 евро, а в новом доме-600 евро. Кроме того, при центральном отоплении предусмотрены штрафные санкции и даже в случае отсутствия отопления потребитель заплатит 40% от стоимости полноценного использования.

Теплоснабжение Европейских стран опирается на источники когенерации, поэтому возникает возможность быстро переходить на возобновляемые источники энергии. Один из ведущих энергетических концернов Европы и Балтики Fortum, которая производит электрическую энергию, использует гибкий разнообразный набор топливных ресурсов для улучшения экологической обстановки. (рисунок 16)

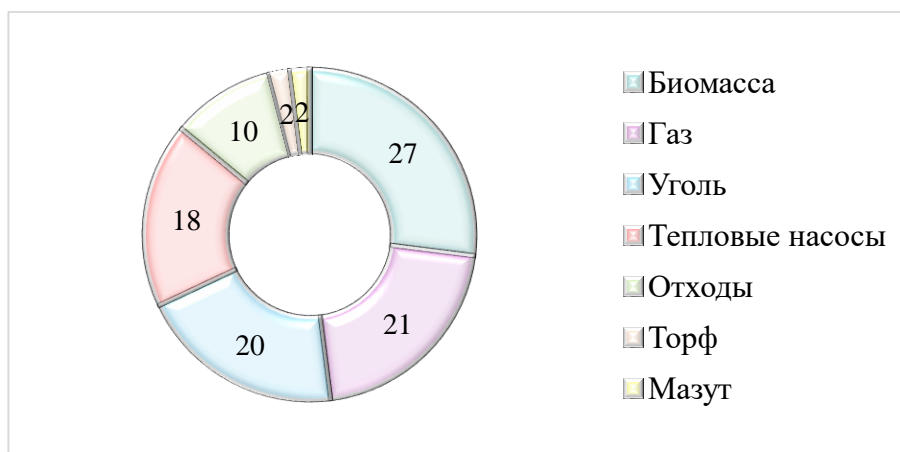


Рисунок 16 - Умное топливо, используемое концерном Fortum, %

Источник: составлено автором

По рисунку 16 видно, что в Европе Fortum для выработки тепла использует в большей степени биомассы. В Польше концерн при производстве энергии использует даже оливковые косточки, которые добавляют в уголь с целью производства калорийной пасты. Первый в мире завод по производству бионефти был запущен в Финляндии, который имеет возможность производить до 50 тысяч тонн «зеленого» топлива.

Зарубежный опыт показывает, что ситуация в системах теплоснабжения складывается по-разному. В Италии, Испании, Франции, Англии, Бельгии,



преобладает поквартирное теплоснабжение, где преимущественно используются настенные газовые котлы и индивидуальные домовые котельные.

В Австрии, Германии, Дании, Китае, Польше, Румынии, США и других странах для нужд теплоснабжения применяется централизованное теплоснабжение средней мощности. Производство тепла осуществляется на основе угля, биомассы и природного газа. Некоторые страны, например Румыния, постепенно минимизируют централизованное теплоснабжение. Однако, Европейские страны предпочитают когенерацию посредством разных методов и стремятся к ее увеличению. Так, например, в Германии действует закон о преференции электрической энергии от ТЭЦ за счёт других потребителей. Потребители Германии имеют право выбирать каким источником тепла будут пользоваться: от местной ТЭЦ, электрического обогревателя или газового котла. Тарифы на тепло определяют сами генерирующие компании по фиксированной цене, без вмешательства правительства. В большинстве теплоснабжение происходит от мини котельных, благодаря чему можно добиться эффективности распределительной сети в виде снижения тепловых потерь при транспорте тепловой энергии до потребителя.

Теплоснабжение Дании осуществляется преимущественно за счет централизации и достаточно длительное время используется комбинированная выработка тепловой и электрической энергии. Доля выработки теплоты увеличилась с 33 до 64%. Возобновляемая энергия составляет 20%, сжигание мусора -10%, биомассы – 9%, промышленных отходов -1% и сжигание органического топлива (нефть, природный газ и уголь на водогрейных котлах - 16 %).

Второе место после Российской Федерации по установленной мощности централизованного теплоснабжения занимает Китай (доля централизации теплоснабжения составляет 30%). В Китае ежегодно вводится в эксплуатацию 50–70 км магистральных тепловых сетей.

В Казахстане также преимущественно развивается централизованное теплоснабжение. Внедряются энергосберегающие проекты, благодаря которым

модернизируются котельные с переводом котлов на уголь, так как газ признан дорогостоящим.

В Норвегии в системах централизованного теплоснабжения для выработки теплоты используются бытовые отходы (49%), нефтепродукты (20%) и электроэнергия (11%). Однако в столице Норвегии - городе Осло, от централизованного теплоснабжения снабжается теплотой только 10% жителей, так как основную часть, составляющую 98% занимает гидроэнергетика, а 2 % - ветровые установки. Присутствие дешевой энергии в Норвегии дало стимул к развитию электрического отопления, доля которого составляет почти 70%).

В Финляндии степень теплофикации при централизованном теплоснабжении является самой высокой (45%). Больше 70% выработки теплоты происходит от ТЭЦ и 30% от водогрейных котельных. За счет программы по модернизации систем теплоснабжения, благодаря которой удалось добиться улучшения экологической обстановки за счет снижения вредных выбросов в окружающую среду, Хельсинки был награжден Почетной наградой ООН.

В Исландии в рамках централизованного теплоснабжения 96% выработки электрической энергии и тепла производится за счёт геотермальной энергетики и 4% за счёт электрокотлов.

Анализ зарубежного опыта показывает, что эффективность функционирования теплоснабжения можно добиться за счет комбинированной выработки тепла и электроэнергии, применения теплоты мусоросжигательных заводов. Децентрализованное теплоснабжение эффективно для небольших населенных пунктов. Применение современных энергоэффективных мероприятий, изоляция трубопроводов качественными материалами приводит к экономическому эффекту в виде сокращения затрат на эксплуатационные и ремонтные работы в тепловых сетях, а также сократить тепловые потери в сетях. Так как сжигание топлива не так сильно концентрировано по объектам, то это позволяет в значительной мере добиться снижения загрязняющих выбросов в окружающую среду.

Одной из экономически обоснованных мер усовершенствования систем теплоснабжений является внедрение автоматизированного ИТП, позволяющий осуществлять оптимальное снабжение предприятий ориентируясь на температуру воздуха как внешней, так и внутри помещений. В большинстве исследуемых стран внедрение автоматизированных ИТП еще только начинает постепенно реализовываться. Например, в городе Полтава в Украине всего лишь 14 домов, подключенных к сети централизованного теплового пункта, оснащены автоматизированным ИТП; в Баня-Луке (Босния и Герцеговина) и Бишкеке (Киргизская Республика) индивидуальные тепловые пункты вовсе отсутствуют. В других странах дело в этом плане идет лучше. Например, в Скопье (Македония (БЮРМ)) и Белграде (Сербия) около 100% многоквартирных домов оборудованы автоматизированными ИТП.

Большая часть топлива нашей страны расходуется на производство тепла по сравнению с потреблением электрической энергии более чем в два раза. Противоположная ситуация наблюдается в странах Евросоюза, где электропотребление гораздо больше потребления тепловой энергии.

Возникает вопрос, а не является ли такая картина энергопотребления в России причинно-следственной связью такого значимого расходования топливных ресурсов, ведь даже опыт европейских стран показывает, что там по максимуму используют электроэнергию и когенерацию.

Проанализировав отечественный и зарубежный опыт, можно говорить, что существует разнообразие способов повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения и их энергетической эффективности, но в большинстве своем авторами уделяется внимание теоретической составляющей, без конкретного механизма реализации подобных мероприятий. Следовательно, существует необходимость разработки механизма повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий.

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

#### 3.1. Мероприятия по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий

Выбор направлений и мероприятий по модернизации системы теплоснабжения необходимо проводить на основании сравнительного анализа комплекса показателей в целом, определяющих качество, надежность и экономичность теплоснабжения, а также учитывающих различные интересы участников.

Автор предлагает принять в качестве сравнительного анализа выбора наиболее эффективного варианта систем теплоснабжения ряд критериев, позволяющих комплексно учесть требования к надежности, качеству и экономичности теплоснабжения, объединенных в различные группы: экономические, экологические, социальные, технологические, бюджетные. Сравнение вариантов должно производиться по направлениям, представленным в таблице 11

Таблица 11 – Критерии выбора наиболее эффективного варианта систем теплоснабжения предприятий

Группа	Показатели эффективности
Экономические	- стоимость тепловой энергии; - капитальные вложения; - удельная стоимость владения; - общая экономия на срок эксплуатации; - объем затрат на теплоснабжение; - объем инвестиций; - привлечение инвестиций в сферу теплоснабжения; - срок окупаемости; - эксплуатационные затраты
Экологические	- экологичность
Социальные	- качество предоставляемых услуг; - количество жалоб населения;
Технологические	- увеличение коэффициента применения установленной мощности теплоисточников; - сокращение общего числа котельных; - объем потребления электроэнергии; - суммарные потери теплоты;

## Продолжение таблицы 11

	- надежность теплоснабжения; - качество теплоснабжения
Бюджетные	- снижение расходов бюджета; - объем субсидий; - экономически обоснованный тариф на теплоэнергию;

Совокупность выбранных критериев при оценке эффективности мероприятий по модернизации систем теплоснабжения должна удовлетворять и учитывать интересы всех участников проекта.

Автор предлагает организационно-экономический механизм комплексной оценки выбора варианта системы теплоснабжения.

Механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий складывается из следующих составляющих:

1. Исследование и анализ систем теплоснабжения:

1.1. Выявление предпосылок потребности в модернизации системы теплоснабжения, с целью повышения эффективности ее функционирования:

– определение особенностей функционирования систем теплоснабжения предприятий;

– выявление системных проблем;

– учет факторов в рамках предложения по модернизации.

2. Определение миссии и целей развития систем теплоснабжения.

Обозначение реальных целевых ориентиров проекта.

3. Определение целевых и прогнозных показателей.

4. Определение оптимальных вариантов технических решений.

4.1. Сравнительный анализ эффективности выбора технического решения.

Методика выбора наиболее эффективных технических решений представляет собой сравнительный экспресс-анализ, позволяющий учитывать набор технико-экономических характеристик, определяющих конкурентоспособность систем теплоснабжения.

Для каждого объекта за счет сочетаний технических решений можно найти более 200 различных комбинаций технических решений.

Разработанная математическая модель позволит быстро проводить оценку эффективности того или иного технического решения. В результате, для детального рассмотрения отбираются только наиболее эффективные варианты технического решения.

Для принятия решения об оптимальности технического решения необходимо оценить:

- сравнительный анализ стоимости тепловой энергии;

Для анализа приемлемости технического решения для предприятий, в качестве порогового значения стоит принимать стоимость тепловой энергии для юридических лиц.

- сравнительный анализ капитальных вложений;
- сравнительный анализ показателя удельной стоимости владения тепловой энергией, который учитывает как стоимость производства тепловой энергии, так и стоимость инвестиций;

В результате проведенных экспресс-анализов можно выделить технические решения, которые позволяют получить тепловую энергию для определённого объекта по приемлемой цене.

4.2. Сравнительный анализ технико-экономических параметров выбранных технических решений. (таблица 12)

Существуют определенные факторы, влияющие на стоимость тепловой энергии.

В случае теплоснабжения мы имеем следующую схему формирования цены тепловой энергии (рисунок 17).

В большинстве исследований по эффективности различных решений для теплоснабжения сопоставляются только затраты, связанные с преобразованием топлива в тепловую энергию, что сильно искажает конечную картину и приводит к ошибочным выводам.

Стоимость различных видов топлива по-разному меняется в зависимости от удаленности источника топлива, поэтому данный фактор должен учитываться при выборе технического решения.

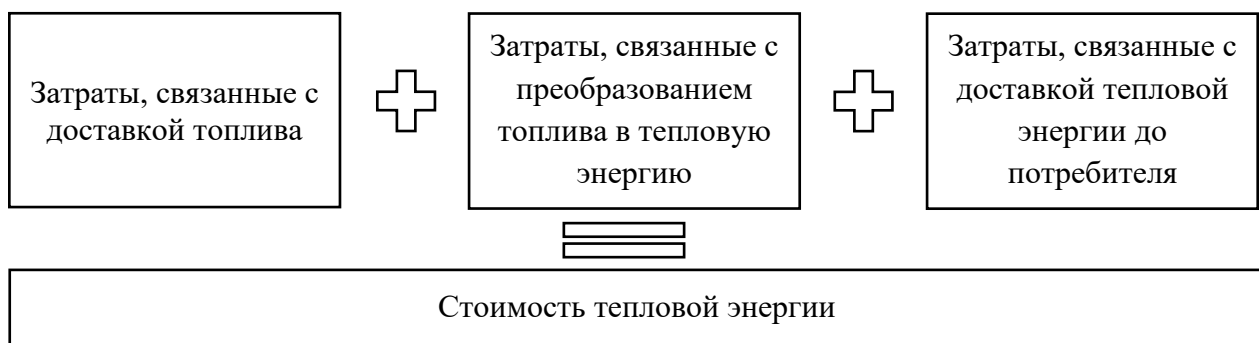


Рисунок 17 - Ценообразование тепла

Источник: составлено автором

Протяженность тепловой сети между генерацией тепловой энергии и потребителем также существенно влияет на выбор технического решения (рисунок 18).

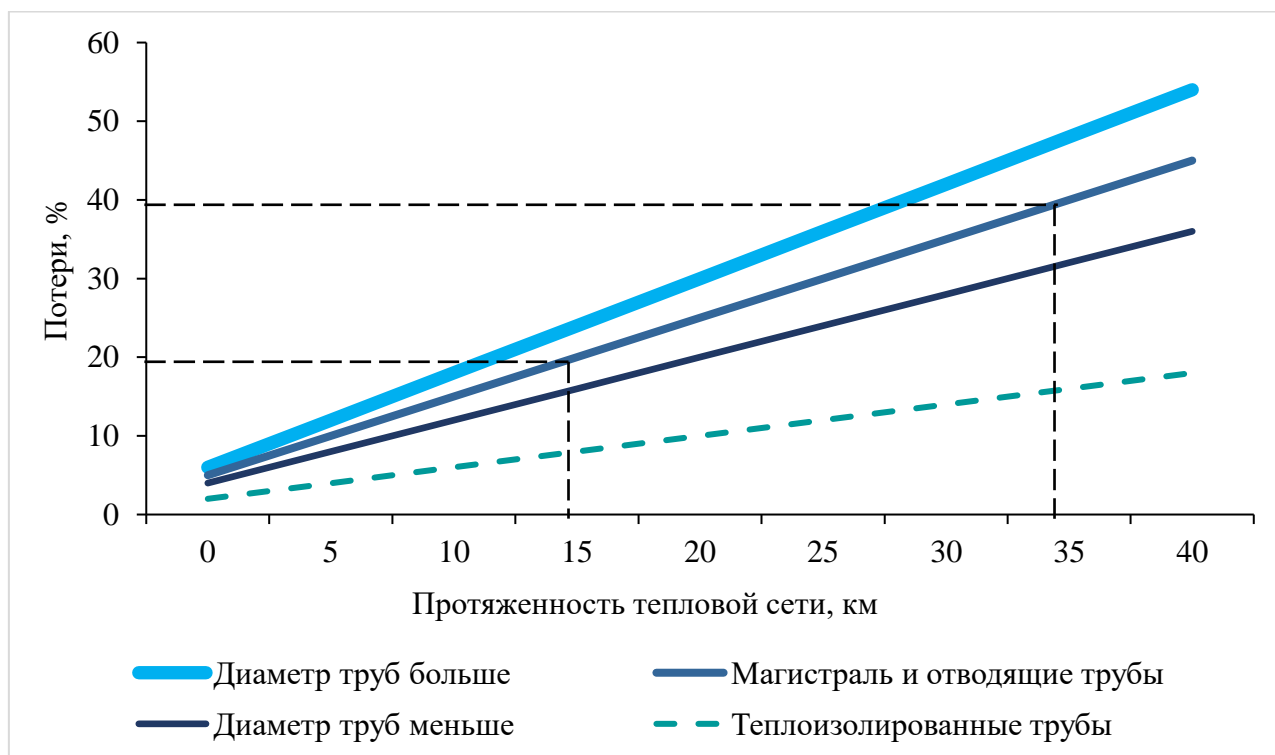


Рисунок 18 – Протяженность тепловой сети при централизованном отоплении

Источник: составлено автором

На данном рисунке хорошо видно, как меняется показатель потерь, а значит, и цена тепловой энергии в зависимости от протяженности тепловой сети.

Анализ территориальных факторов позволяет выявить оптимальные технические решения для конкретного потребителя в зависимости от его расположения.

На практике такой подход позволяет отсеять заведомо неоптимальные технические решения, но окончательный выбор можно делать только после полноценного сравнительного анализа технико-экономических параметров каждого из рассматриваемых вариантов.

Таблица 12 - Техничко-экономические параметры

№	Параметры	Единицы измерения
1	Потребляемая тепловая энергия	Гкал/год
2	Коэффициент изменения потребления энергии при регулировании	-
3	Суммарные потери теплоты В том числе технологические потери теплоты: – потери теплоты в источнике генерации; – потери теплоты в тепловой сети	%
4	Суммарные потери теплоты	Гкал/год
5	Затраты на топливо без НДС	Тыс. руб./год
6	Затраты на электроэнергию без НДС	Тыс. руб./год
7	Эксплуатационные затраты без НДС В том числе: – затраты на оплату труда обслуживающего персонала; – отчисления с заработной платы обслуживающего персонала; – расходные материалы на обслуживание; – затраты на профилактику и текущий ремонт оборудования; – прочие эксплуатационные затраты	Тыс. руб./год
8	Итого затраты на выработку теплоты без учета капитальных вложений без НДС	Тыс. руб./год
9	Экономически обоснованная стоимость потребленной тепловой энергии	Руб./Гкал
10	Бюджетные субсидии на отопление	Тыс. руб./год
11	Капитальные вложения (у счетом НДС)	Тыс. руб.
12	Удельная стоимость владения тепловой энергией	Руб./Гкал
13	Экономия затрат на выработку теплоты после возврата инвестиций	Тыс. руб./год
14	Общая экономия за срок эксплуатации	Тыс. руб.

В результате можно прогнозировать стоимость тепловой энергии для конкретного объекта, общие годовые затраты на теплоснабжение и другие технико-экономические параметры.

5. Определение оптимальных вариантов решений различных видов топлива для теплогенерации.

5.1. Сравнительный анализ эффективности применения различных видов топлива для теплогенерации (таблица 13)



Таблица 13 - Технико-экономические параметры эффективности применения различных видов топлива для теплогенерации

№	Параметры	Единицы измерения
1	Калорийность топлива на у. т.	7000 Гкал
2	Гкал из 1 топлива	-
3	Сгораемость	-
4	КПД котла	-
5	Эффективная Гкал из 1 топлива	-
6	Цена топлива	руб.
7	Цена Гкал в части топлива	руб.
8	Доля топлива в цене тепла	-
9	Цена Гкал	руб.
10	Удельные капвложения	руб./Гкал
11	Срок использования	лет
12	Амортизация на Гкал	руб.
13	Цена Гкал с учетом кап. вложений	руб.
14	Экологичность	%

В результате проведения сравнительного анализа эффективности применения доступных видов топлива для теплогенерации определяется рейтинг по цене Гкал наилучших решений для отопления. Кроме того, оценивается экологичность топлива или энергии.

6. Окончательный выбор различных вариантов решений.
7. Определение инновационных модулей теплогенерации.
8. Выбор организационного решения и источников финансирования.

Энергоэффективность системы теплоснабжения складывается из трех элементов:

- эффективность потребления или сохранения тепловой энергии потребителем, или, иначе говоря, энергоэффективность здания потребителя;
- эффективность доставки тепловой энергии от источника до потребителя;
- эффективность производства тепловой энергии.

Энергоэффективность зданий с применением современных энергоэффективных технологий, таких как «пассивный дом», позволяет снизить теплопотребление на 80 - 90 %.

Основная активность энергосервисных компаний наблюдается именно в этом направлении, потому что мероприятия по повышению энергоэффективнос

ти здания, а значит потребителя ресурса, всегда приводят к сокращению объема физического потребления ресурса.

Рисунок 19 наглядно отражает слагаемые энергоэффективности.

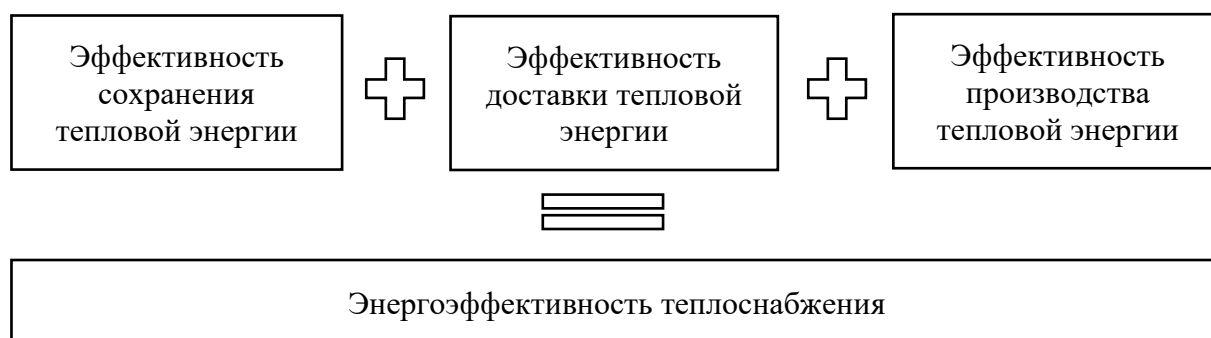


Рисунок 19 – Слагаемые энергоэффективности

Источник: составлено автором

Именно для такой ситуации и разработано законодательство по регулированию энергосервисного механизма. Согласно российскому законодательству, предметом энергосервиса обязательно должна быть экономия ресурса в количественной оценке.[11]

Если же в результате энергосберегающих мероприятий сократится не объем ресурса, а его стоимость, то энергосервисный контракт, как правовая схема финансовоорганизационных отношений, не подходит.

Вариантами организационного решения могут быть (рисунок 20):

- классический подрядный договор на строительство;
- энергосервисный контракт с различными вариациями финансирования;
- концессионное соглашение;
- смешанная схема.

Работа по оптимизации стоимости конечного ресурса за счет выработки оптимальных технических решений в сфере производства и доставки ресурса – и есть основное направление в сфере энергосбережения и энергоэффективности.

Для таких задач подходит или механизм концессии, или механизм энергосервиса, но применительно уже не к потребителю, а к

ресурсоснабжающей организации. А это, чаще всего, организации в той или иной мере финансируемые из бюджета.



Рисунок 20 – Организационные решения

Источник: составлено автором

## 9. Разработка программы мероприятий по модернизации.

### 9.1. Концепция проекта

9.2. Мероприятия, выполняемые энергосервисной компанией с целью снижения фактических потерь электроэнергии при ее передаче по элементам сети заказчика (экономия энергетических ресурсов) за счет реализации комплекса мероприятий, в том числе направленных на внедрение систем учета электроэнергии:

- проведение предпроектного обследования;
- разработка и согласование с заказчиком проектно-сметной документации;
- закупка и поставка оборудования и материалов;
- установка приборов учета электроэнергии, замена вводов в здания на самонесущий изолированный провод (СИП);
- организация удаленного сбора данных в информационно-вычислительные комплексы (ИВК) системы учета;
- пусконаладочные работы;
- опытная эксплуатация, обучение персонала;
- передача установленных приборов учета электроэнергии на коммерческие расчеты с гарантирующим поставщиком;

- промышленная эксплуатация.

#### 10. Оценка эффективности планируемых мероприятий.

В рамках финансово-экономической оценки проекта необходимо проведение анализа чувствительности показателей экономической эффективности к изменению ключевых параметров.

Ключевыми параметрами, оказывающими наиболее существенное влияние на денежные потоки и показатели эффективности, являются:

- объемы дополнительного полезного отпуска;
- тариф на услуги по передаче электроэнергии;
- полные эксплуатационные расходы;
- объем капитальных вложений;
- ставка дисконтирования.

Ключевыми результирующими показателями анализа чувствительности являются:

- чистая приведенная стоимость (NPV);
- внутренняя норма доходности (IRR);
- простой срок окупаемости;
- дисконтированный срок окупаемости.

При расчете экономической эффективности применяется ставка дисконтирования для электросетевого комплекса. Внутренняя норма доходности, при которой проект отвечает критериям соответствия экономически эффективным проектам, должна превышать ставку дисконтирования.

В настоящее время развитие экономики в энергетике, реализация инвестиционных проектов занимает достаточно продолжительное время, что связано с неопределенностью исходных данных. Поэтому показатель срока окупаемости, определяющий инвестиционную привлекательность проекта, в наибольшей степени значим и целесообразно рассматривать его в первую очередь.

Во вторую очередь представляется рассчитывать показатель внутренней нормы доходности IRR, потому что он определяет запас «экономической устойчивости» проекта.

Третьим по значимости за IRR необходимо рассчитать чистую приведенную стоимость (NPV). Целесообразность расчета этого показателя отражает тот факт, что сумма денежных потоков, располагаемой нами в текущий момент времени, имеет большую реальную стоимость, чем равная ей сумма, которая будет в будущем.

11. Реализация мероприятий.

12. Мониторинг и корректировка. Проведение технологического и ценового аудита

Проведение технологического и ценового аудита ставит перед собой следующие цели:

- экономическая и технологическая оценка эффективности проекта;
- разработка рекомендаций по повышению эффективности проекта, включая оптимизацию затрат, технических решений и сроков реализации проекта.

В состав отчета о проведении технологического и ценового аудита должны входить следующие пункты:

- информация о проекте;
- технологический аудит;
- ценовой аудит;
- выводы относительно эффективности технических и технологических решений;
- заключение о соответствии цены проекта рыночным ценам.

Общий вид механизма повышения эффективности функционирования систем теплоснабжений представлен в приложении А.

### **3.2. Апробация предложенных мероприятий в АО «Энергосервис Северо-Запада»**

Предпосылками потребности в модернизации систем теплоснабжения предприятий республики Карелия, с целью повышения эффективности, являются ее особенности и имеющиеся системные проблемы, в том числе и в настоящее время:

- свыше 80% тепла вырабатывается на источниках, где основным энергетическим носителем используют топочный мазут;
- дороговизна топочного мазута и иных видов энергоносителей;
- низкая физическая и технологическая работоспособность котельных;
- бюджетные региональные субсидии, выделяемые для теплоснабжающих предприятий, составляют приблизительно 2 млрд. руб. в год;
- тарифы на выработку тепла в республике Карелия являются высокими относительно других субъектов северо-западного федерального округа.

Прогнозируемый результат исполнения проекта:

- повышение коэффициента применения мощности тепловых источников с 19% до 26%;
- снижение общего числа котельных.

Для роста экономической эффективности функционирования системы теплоснабжения предприятий и формирования условий с целью привлечения в данную отрасль инвестиций для ее модернизации, и сокращения размеров субсидирования были пересмотрены различные варианты перевода источников теплоснабжения республики Карелии на другие разновидности топлива (уголь, электроэнергия, местные виды). Согласно полученным итогам сформированы инвестиционные предложения, обеспечивающие минимизацию экономически обоснованного тарифа. В рамках предложения по модернизации системы теплоснабжения учитывались такие факторы как:

- улучшение эффективности показателей установленной мощности объектов генерации посредством сокращения избыточных мощностей;
- объединение территорий использования тепловых источников;
- техническая возможность реализации предложенных изменений;
- сокращение воздействия на окружающую среду;
- согласованность предлагаемых изменений с местными органами власти.

Предлагается перевести на электрическую энергию котельные, работающие на мазуте и угле.

Присутствие местных ресурсов в республике Карелия еще не означает, что их применение будет экономически выгодным, однако переход с мазута и угля на местные и возобновляемые виды топлива позволят добиться экономии по совокупным издержкам за счет сокращения затрат на топливо.

Пилотный проект предполагает модернизацию крупной котельной в поселке Надвоицы, результатом которого станет перевод объекта с мазута на электроэнергию и реконструкция тепловых сетей.

Также программа мероприятий по модернизации включает замену 3 мазутных и 4 угольных котельных в городе Беломорске на индивидуальные тепловые пункты (ИТП) с возможностью дистанционного обслуживания, благодаря цифровым каналам связи и автоматическому регулированию теплоотдачи отопительных приборов.

Автоматизированные ИТП, в сочетании с регулировкой температуры, дают возможность реализации в зданиях мероприятий по рациональному и экономичному использованию ресурсов (тепла, воды, электроэнергии). Кроме того, подобные технические решения приведут к сокращению затрат на прокладку трубопроводных линий систем теплоснабжения. Решение данной проблемы можно достичь за счет внедрения малошумных циркуляционных насосов, малогабаритных теплообменников и приборов автоматического регулирования подачи и учета тепла.

Помимо вышесказанного, без сооружения индивидуальных тепловых пунктов проблематично осуществить учет потребления воды. Факт этого утверждения объясняется тем, что при централизации отопления распределительные сети тянутся по каждому объекту с вводом отдельных стояков и внедрением на каждый из них автоматизированных счётчиков. При этом вычислить объемы потребления тепловой энергии становится невозможным. Установка индивидуальных автоматизированных тепловых пунктов является оптимальным решением выхода из проблематичной ситуации, а подогрев воды производится сразу для всего объекта. Одного счетчика при этом будет вполне достаточно. Разница показаний счетчика ИТП и счетчика воды, поступающей на отопление, и будет равняться объемам расходования воды. Перевод отопления на новые источники не приведет к росту платы за тепло.

В таблице 14 представлен сравнительный анализ эффективности применения различных видов топлива для теплогенерации.

Таблица 14 - Сравнительный анализ эффективности применения различных видов топлива для теплогенерации

Рейтинг по цене Гкал	Вид топлива и энергии	Гкал из 1 топлива	Эффективная Гкал из 1 топлива	Цена топлива, руб.	Цена Гкал в части топлива, руб.	Цена Гкал, руб.	Цена Гкал с учетом кап. вложений, руб.	Экологичность, %
1	Газ горючий природный (естественный), тыс. м <sup>3</sup>	8,1	7,3	4600	633	791	1291	90
2	Электроэнергия для населения, МВт*ч	0,9	0,9	2050	2408	3010	3243	100
3	Газ сжиженный (СПГ), тонна	11,1	10	24000	2392	2990	3990	90
4	Щепа, м <sup>3</sup>	0,4	0,2	350	1905	3810	4143	70
5	Мазут топочный, тонна	9,6	7,3	18500	2522	4203	4603	30
6	Пропан и бутан сжиженные (СУГ), тонна	11,0	9,9	30000	3033	4044	4711	80
7	Дрова сухие, плот м <sup>3</sup>	1,9	0,8	1800	2288	4576	4909	70



Продолжение таблицы 14

8	Уголь, тонна	4,5	2,9	6500	2244	4489	5089	50
9	Электроэнергия для котельной (э/сетевой по тарифу «ВН»), МВт*ч	0,9	0,8	4025	4775	5618	6018	100
10	Брикеты и полубрикеты торфяные, тонна	4,2	2,5	9000	3571	7143	7543	60
11	Топливо дизельное, тонна	10,2	8,2	50000	6100	8134	8667	40
12	Гранулы топливные (пеллеты) из отходов деревообработки, тонна	2,5	1,5	8000	5291	8818	9218	70

Исходя из доступных вариантов топлива, наилучшим решением для отопления является применение электроэнергии по тарифу для населения. Кроме того, это решение обеспечивают высокую экологичность. Сопоставимым решением является применение СПГ, но это решение требует больших вложений и особых требований к размещению котельных. Газификация признана нецелесообразной и дорогостоящей. При наличии близко расположенного источника, эффективным решением является использование щепы. Строительство электрочотельных с подключением к э/сетям по тарифу высокого напряжения (ВН) становится эффективным при наличии прямых договоров с электрогенерацией.

Концепция проекта представлена на рисунке 21.

Для реализации проекта необходимы следующие меры государственной поддержки:

- передача исполнителю проекта в режиме частной концессионной инициативы объектов теплоснабжения и сопутствующей инфраструктуры;
- предоставление инвестору на срок окупаемости проекта гарантий Региона;
- включение технических мероприятий по увеличению пропускной способности электросетевого комплекса в тарифах на передачу электрической энергии;
- получение статуса единой теплоснабжающей организации (ЕТО) оператором проекта;

- установление долгосрочного (на период окупаемости) тарифа на производство тепла;
- компенсация понесенных капитальных затрат на модернизацию объектов коммунальной инфраструктуры и строительство электросетевых объектов из ГК «Фонд содействия реформированию ЖКХ» (сокращение срока окупаемости);
- фиксация отдельной строки в тарификации электроэнергии в отношении индивидуальных тепловых пунктов на электроэнергию.

<b>82 объекта</b> рассмотрены в качестве пилотных в 54 населенных пунктах республики Карелия	
Энергосервисные контракты на 7–9 лет  <b>81</b>  Доход инвестора – 100%  сэкономленных затрат на срок окупаемости	<b>1</b> Экономия электроэнергии – децентрализация с переводом на электрообогрев от индивидуальных тепловых пунктов
	<b>6</b> Отказ от дров - децентрализация с переводом на электрообогрев от индивидуальных тепловых пунктов
	<b>47</b> Отказ от мазута – децентрализация с переводом на электрообогрев от индивидуальных тепловых пунктов
	<b>27</b> Отказ от угля - децентрализация с переводом на электрообогрев от индивидуальных тепловых пунктов
<b>1</b> Концессия в отношении мазутной котельной на 15 лет с переводом на электроэнергию	

Рисунок 21 – Концепция проекта

Источник: составлено автором

В процессе реализации проекта ожидается снижение расходов бюджета до 50%, а по итогам реализации – до 85%.

### **3.3. Экономическая оценка комплекса мероприятий по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий**

По результатам проекта предполагается перевод на электрообогрев предприятий в 54 населенных пункта Республики Карелия, общей численностью населения, охватываемого пилотным проектом, составляет 102 тысячи человек

(17% населения региона). По итогам этого этапа проект предусматривает тиражирование данного решения на другие объекты.

В таблице 15 представлены результаты проекта до и после его реализации.

Таблица 15 – Результаты проекта

Текущая ситуация		После реализации проекта	
Теплопотребление 300 тыс. Гкал/год			
27 тыс. тонн/год	Потребление мазута	341 тыс. МВт*ч/год	Увеличение объема потребления электроэнергии
1,5 млрд. руб./ год	Фактические затраты (5 079 руб. /Гкал)	0,9 млрд. руб./ год	Затраты на теплоснабжение (снижение на 38%)
471 млн. руб./год	Фактические субсидии (1 569 руб./Гкал, 31 % от стоимости теплоэнергии)	54 млн. руб./год	Объём субсидий (снижение на 89%)

Предполагается экономия бюджета в период окупаемости в размере 252 млн рублей. Капиталовложение инвестора (без учёта создания новых центров питания) до 1,5 млрд руб.:

в том числе:

- э/сети 10/0,4 кВ (0,8 млрд. руб.);
- ИТП и котельных (0,7 млрд. руб.).

Доход инвестора для возврата капиталовложений без учёта операционных расходов 139 млн. руб. /год. Необходимые инвестиции в развитие центров питания для выдачи дополнительной электромощности 150 млн. руб.

Окупаемость вложений для инвестора без учёта дисконтирования и стоимости заёмного капитала менее 9 лет. Срок концессии более 15 лет.

В таблице 16 представлена дорожная карта по проекту в целом.

Таблица 16 – Дорожная карта

Период	Этап	Реализация
Запуск проекта		
Июнь 2021	Согласование плана работ и перечня пилотных объектов с Правительством региона, органами местного самоуправления и эксплуатирующими организациями	ПАО «МРСК Северо-Запада», Правительство Карелии
Июль 2021	Предоставление в Правительство региона перечня технологических мероприятий	ПАО «МРСК Северо-Запада», Правительство Карелии

Продолжение таблицы 16

Июнь-август 2021	Организация проведения закупочных процедур в форме конкурса на право заключения энергосервисных контрактов на объекты первой очереди	Правительство региона, Органы местного самоуправления (ОМСУ)
Август 2021	Согласование перечня технологических мероприятий исполнителя проекта и определение источника их финансирования	ПАО «МРСК Северо-Запада», Правительство Карелии
Октябрь 2021	Формирование и предоставление в Правительство республики Карелия и соответствующие муниципальные образования частные концессионные инициативы	ПАО «МРСК Северо-Запада», Правительство Карелии
Сентябрь 2021	Формирование заявки на предоставление финансовой поддержки ГК-Фонда содействия реформированию ЖКХ	АО «Энергосервис Северо-Запада»
2021–2022	Внесения необходимых изменений в схемы теплоснабжения муниципальных образований региона	Органы местного самоуправления (ОМСУ)
2021–2022	Проведение закупочных процедур в форме конкурса на право заключения энергосервисных контрактов на объекты, не вошедшие в первую очередь	Правительство региона, ОМСУ, АО «Энергосервис Северо-Запада»
2021–2023	Предоставление в Правительство республики Карелия и соответствующие муниципальные образования частные концессионные инициативы, не вошедшие в первую очередь	Правительство региона, ОМСУ, АО «Энергосервис Северо-Запада»
Окончание проекта		

В рамках договора концессии предполагается реализация пилотного проекта в п. Надвоицы с населением- 7380 человек. (таблица 17)

Характеристики проекта:

- 1) теплопотребление - 54 274 Гкал
- 2) инвестиции: 182,5 млн. руб.:
  - в т. ч. в электрические сети – 91,3 млн. руб.
  - в индивидуальные тепловые пункты – 91,3 млн. руб.
- 3) период концессионного соглашения - 9 лет (2021–2030)

Таблица 17 – Статус проекта п. Надвоицы

Показатель	Текущий статус (мазут)	Целевой статус (электроэнергия)
Объём	10 221 т	45,8 ГВт*ч
Потребляемая э/мощность	26,7 МВт	7,1 МВт
Экономически обоснованный тариф (без НДС)	5 157 руб./Гкал	2 497 руб./Гкал
Потребитель (с НДС)	3 497 руб./Гкал	2 686 руб./Гкал
Субсидия	73,3 млн. руб. /год	35,5 млн. руб. /год

В таблице 18 представлены результаты проекта в рамках концессионного соглашения, млн. руб.

Таблица 18 – Результаты проекта, млн. руб., п. Надвоицы

Показатель	До КС	В период КС	После КС
Эксплуатационные затраты	30,9	9,1	9,1
Топливо	200,5	184,5	184,5
Возврат инвестиций	0	37,9	0
Потребитель	158,2	158,2	158,2
Бюджет	73,3	73,3	35,5

В рамках энергосервисного контракта предполагается реализация пилотного проекта в г. Беломорск с населением- 9 498 человек.

Характеристики проекта:

- 1) теплопотребление - 49 087 Гкал;
- 2) инвестиции: 263,3 млн. руб.:
  - в т. ч. в электрические сети – 131,7 млн. руб.;
  - в индивидуальные тепловые пункты – 131,7 млн. руб.
- 3) период энергосервисного контракта - 10 лет (2021–2030)

В таблице 19 представлен статус проекта в городе Беломорск.

Таблица 19 – Статус проекта г. Беломорск

Показатель	Текущий статус (мазут + уголь)	Целевой статус (электроэнергия)
Объём	7023 т + 3594 т	58,8 ГВт*ч
Потребляемая э/мощность	0 МВт	10,2 МВт
Экономически обоснованный тариф (без НДС)	5 388 руб./Гкал	3 070 руб./Гкал
Потребитель (с НДС)	3 662 руб./Гкал	3 542 руб./Гкал
Субсидия	69,7 млн. руб. /год	5,8 млн. руб. /год

В таблице 20 представлены результаты проекта в рамках энергосервисного контракта в г. Беломорск, млн. руб.

Таблица 20 – Результаты проекта млн. руб., г. Беломорск

Показатель	До ЭСК	В период ЭСК	После ЭСК
Эксплуатационные затраты	66,7	30,1	30,1
Топливо	152,8	120,5	120,5
Возврат инвестиций	0	32,3	0
Потребитель	149,8	144,9	144,9
Бюджет	69,7	35,1	5,8

Научно-теоретические и практические результаты научного исследования предусматривают тиражирование данного решения на другие объекты.

В результате реализации подобных пилотных проектов АО «Энергосервис Северо-Запада» получает ряд преимуществ:

- высокая рентабельность бизнеса, высокая доходность проекта, особенно в долгосрочном периоде;
- небольшой срок окупаемости (возврат денежных средств менее 5 лет, а впоследствии инвестор получает только чистый доход от реализации проекта);
- высокая потребность в реализации подобных проектов на территории России и за рубежом;
- возможность продления контракта и получения повышенной прибыли;
- эффект мультипликации за счет тиражирования проектов на другие объекты, в результате которого АО «Энергосервис Северо-Запада» получает сверхприбыль.

Основные преимущества для потребителя:

- надежность и качество систем теплоснабжения;
- снижение затрат на энергоресурсы;
- отсутствие капитальных вложений;
- экономический эффект сразу после запуска объекта в промышленную эксплуатацию;
- строительство и обслуживание объекта выполняет энергосервисная компания (АО «Энергосервис Северо-Запада»);
- отсутствие рисков по строительству и обслуживанию объекта, так как АО «Энергосервис Северо-Запада» регулирует все вопросы с надзорными органами, естественными монополиями и сетями;
- улучшение экологической обстановки в регионе;
- улучшение качества жизни региона за счет экологического эффекта и надежности систем теплоснабжения.

Аналогично можно оптимизировать любой объект. Для каждого объекта за счет сочетаний технических решений можно найти различные комбинации к внедрению.

Происходит формирование условий с целью привлечения в данную отрасль инвестиций для ее модернизации и сокращения размеров субсидирования.

За счет принятия оптимальных технических решений, учитывающих территориальную специфику каждого объекта, затраты на теплоснабжение можно сократить до 50 %.

Помимо тепловых ресурсов, есть хороший потенциал экономии и иных ресурсов. Например, модернизация городского освещения, на практике, позволяет получить экономию затрат на городское освещение в размере 50–70 %.

Применение современных технологий в сфере водообеспечения, помимо резкого повышения качества самого водоснабжения, позволяет до 50% сократить затраты в этой сфере.

Использование когенерации при производстве теплоты, распределенной электрогенерации, в том числе и на основе возобновляемых источников, способно также дать региону существенный экономический эффект.

Помимо экономического эффекта подобные технические решения приносят и существенные экологические эффекты, что особенно актуально для здоровья жителей региона и экологии городской среды. Кроме того, оптимизация температурных графиков сокращает примерно на 20 % уровень заболеваемости людей простудными заболеваниями.

Но самый длительный эффект от реализации новейших технологий теплоснабжения заключается в том, что это даст существенный толчок к правильному, бережному отношению людей к природным ресурсам и позволит воспитать в них поколение энергосбережливых и энергоэффективных.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Структура потребления электрической энергии свидетельствует о том, что в большинстве своем потребляется тепловая энергия, которая применяется в централизованных системах теплоснабжения, на долю которой приходится до 40 % топливных ресурсов.

Таким образом, имеющуюся ситуацию в энергетике можно охарактеризовать как несбалансированную, так как наблюдается неоптимальное производство и потребление тепла и электроэнергии, а это приводит к явному перерасходу топлива.

Снижение потребления топливных ресурсов в системах теплоснабжения можно достигнуть путем сокращения потребления энергоресурсов за счет увеличения объемов применения электроэнергии в системах отопления, обеспечивающей высокий уровень регулирования температуры воздушной среды в отапливаемых помещениях при требуемом воздухообмене и исключающей регулирование температуры путем открытых форточек и окон.

Повышение эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий может быть реализовано посредством разработки организационно-экономического механизма, состоящего из комплекса мероприятий, позволяющих повышать качество управленческих решений при выборе систем теплоснабжения.

В результате проведенного диссертационного исследования автором предложены: организационно-экономический механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения предприятий, математическая модель сравнительного анализа технических решений и различных видов топлива для теплогенерации.

Установка индивидуальных тепловых пунктов в системах теплоснабжения позволит обеспечить решение целого комплекса проблем:

- отсутствие необходимости в транспортировке тепла до потребителя на длинные расстояния, что до сих пор практикуется в системах теплоснабжения регионов России;



- значительное сокращение потерь теплоты в трубопроводах, а это приводит к экономичному и рациональному использованию топливных ресурсов;
- отсутствие надобности строительства ЦТП;
- отсутствует неравномерность отопления зданий.

Децентрализация с переводом котельных на электрообогрев (замещение мазута электроэнергией) от автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) приведет к экономии тепла и сокращению затрат на прокладку труб в теплоснабжающих системах, а также сократит воздействие выбросов в окружающую среду. Возможность обслуживания ИТП в дистанционном режиме с помощью цифровых каналов связи в системах теплоснабжения позволит регулировать перебои и аварийность в тепловых сетях, регулировать температурный режим в помещениях. Устранение экологических проблем и регулировка температуры в помещениях приведут к сокращению заболеваемости людей и, следовательно, обеспечат качественный уровень жизни населения регионов. Проект по модернизации системы теплоснабжения предполагает существенный экономический эффект для региона (сокращение размеров субсидирования до 90%, минимизация экономически обоснованного тарифа, сокращение затрат на теплоснабжение до 38%).

Таким образом, задачи, поставленные в настоящем диссертационном исследовании выполнены, а цель достигнута. Механизм повышения эффективности функционирования систем теплоснабжения при децентрализованной системе апробирован и внедрен в АО «Энергосервис Северо-Запада», что подтверждается справкой о внедрении и технико-экономическим обоснованием.

Апробация результатов исследования. Основные положения и результаты исследований по теме работы:

- докладывались и обсуждались на «Всероссийском конкурсе молодежных проектов стратегии социально-экономического развития Россия-2035» в г. Москва;

- отмечены премией (грант) Правительства г. Санкт-Петербурга;

- представлены в рамках докладов на двух международных научно-практических конференциях.

По отдельным направлениям исследования опубликованы 4 научные работы (из них 2 статьи – в изданиях, включенных в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов...» ВАК РФ), общим объемом 1,31 п. ч.

Проект готов к внедрению и может быть использован предприятиями в энергетической отрасли как инструмент энергосбережения и энергоэффективности для региональных структур.

Материалы проекта могут быть использованы в рамках учебного процесса при разработке учебных курсов и научно-методических материалов по направлению «Экономика».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 27.07.2010 N 190-ФЗ (ред. от 08.12.2020) «О теплоснабжении» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_102975/724c229ef3ee355a6291daca24017c223f71859//](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102975/724c229ef3ee355a6291daca24017c223f71859//), (дата обращения: 21.04.2021);
2. Федеральный закон от 26.03.2003 N 35-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «Об электроэнергетике» (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.01.2021) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_41502//](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41502//), (дата обращения: 21.04.2021);
3. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О теплоснабжении» и отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам совершенствования системы отношений в сфере теплоснабжения» от 29.07.2017 N 279-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_221237//](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221237//), (дата обращения: 21.04.2021);
4. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_93978//](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978//), (дата обращения: 22.04.2021);
5. Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 N 44-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_144624//](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624//), (дата обращения: 22.04.2021);

6. Приказ Минрегиона России от 26.07.2013 N 310 «Об утверждении Методических указаний по анализу показателей, используемых для оценки надежности систем теплоснабжения» (Зарегистрировано в Минюсте России 28.11.2013 N 30479) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_155232/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155232/), (дата обращения: 10.05.2021);

7. Приказ Минэкономразвития России от 01.08.2019 N 471 «Об утверждении методики расчета энергоемкости валового внутреннего продукта Российской Федерации и оценки вклада отдельных факторов в динамику энергоемкости валового внутреннего продукта Российской Федерации» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_331115/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_331115/), (дата обращения: 10.05.2021);

8. Приказ Федеральной службы по тарифам от 13 июня 2013 г. N 760-э «Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых цен (тарифов) в сфере теплоснабжения» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // Система Гарант: сайт. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70416706/#ixzz6vRITcN5i/>, (дата обращения: 10.05.2021);

9. Постановление Администрации Верхнебуреинского муниципального района Хабаровского края от 19 мая 2017 г. N 274 «О внесении изменений в муниципальную программу «Развитие муниципальной службы и местного самоуправления в Верхнебуреинском муниципальном районе на 2014–2020 годы» [Электронный ресурс] // Система Гарант: сайт. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/47719328/>, (дата обращения: 10.05.2021);

10. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 313 (ред. от 31.03.2021) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Информационное общество» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_162184/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162184/), (дата обращения: 15.04.2021);

11. Постановление Правительства РФ от 18.08.2010 N 636 (ред. от 30.06.2020) «О требованиях к условиям энергосервисного договора (контракта) и об особенностях определения начальной (максимальной) цены энергосервисного договора (контракта) (цены лота)» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_103909/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103909/),(дата обращения: 10.05.2021);

12. Постановление Правительства РФ от 22 октября 2012 г. N 1075 «О ценообразовании в сфере теплоснабжения» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // Система Гарант: сайт. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70246150/>,(дата обращения: 10.05.2021);

13. Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 N 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_354840/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354840/),(дата обращения: 10.05.2021);

14. Распоряжение Правительства РФ от 28.08.2018 N 1801-р «О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 29.11.2017 N 2655-р [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_305787/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305787/),(дата обращения: 10.05.2021);

15. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_221756/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/),(дата обращения: 21.11.2020).

16. Федоров О. В. Энергетическая политика. 2-е изд.: учебное пособие / О. В. Федоров, А. Б. Дарьенков. – Москва: КНОРУС, 2019. – 162 с.;

17. Бездудная А. Г. Экономическая оценка энергоэффективности на примере топливно-энергетического комплекса России / А. Г. Бездудная, М. Г.

Трейман // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4(112). – С. 75–80;

18. Бездудная А. Г. Развитие систем ЖКХ в условиях цифровизации экономической деятельности / А. Г. Бездудная, М. Г. Трейман, О. С. Чечина // Управление инновационными и инвестиционными процессами и изменениями в условиях цифровой экономики : Сборник научных трудов по итогам II международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 24–25 октября 2019 года / Под ред. Г.А. Краюхина, Г.Л. Багиева. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2019. – С. 42–47;

19. Бирюзова Е. А. Исследование особенностей выбора способа прокладки тепловых сетей, влияющих на их энергоэффективность/Е. А. Бирюзова, А. С. Глуханов //Известия Юго-Западного государственного университета. – 2021. – Т. 24. – №. 4. – С. 29–41;

20. Воскресенская О. В. Влияние цифровой экономики на эффективность управления промышленного предприятия/ О. В. Воскресенская // Управление инновационными и инвестиционными процессами и изменениями в условиях цифровой экономики: сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции «Управление инновационными и инвестиционными процессами и изменениями в условиях цифровой экономики» / под ред. д-ра экон. наук, проф. Г. А. Краюхина, д-ра экон. наук, проф. Г.Л. Багиева. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2020. – с.277-281;

21. Воскресенская О. В. Цифровое производство и будущее промышленности/О. В. Воскресенская//Сборник лучших докладов по материалам IX Национальной научно-практической конференции института магистратуры с международным участием на тему: «Социально-экономическое развитие в условиях цифрового общества». 20–21 апреля 2020 г. Санкт-Петербург/ под ред. канд. экон. наук, проф. Т.Г. Тумаровой, к-та экон. наук, доц. Н. М. Фомичевой, к-та экон. наук, доц. И.И. Доброседовой. - СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2020. / с. 285–291;

22. Габдрахманова А. Х. Применение современных технологий при автоматизации насосных станций / А. Х. Габдрахманова, Е. А. Сергеева, К. С. Стрельникова // Научное сообщество XXI века: сборник научных трудов по материалам X Международной научно-практической конференции, Анапа, 13 мая 2020 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2020. – С. 40–44;
23. Ганеев Т. Н. Индивидуальное теплоснабжение зданий и сооружений/ Т. Н. Ганеев //Наука через призму времени. – 2021. – №. 1. – С. 21–23;
24. Казанкова В. В. Сравнение систем централизованного и децентрализованного теплоснабжения/ В. В. Казанкова, В. С. Филатова, Р. В. Муканов//Потенциал интеллектуально одаренной молодежи-развитию науки и образования. – 2017. – С. 58–61;
25. Колыхаева Ю. А. Комплексная оценка эффективности функционирования системы теплоснабжения/ Ю. А. Колыхаева, К. Э. Филюшина// Проблемы современной экономики. - 2012. -№1. – С. 58–61;
26. Косарева И. Н. Особенности управления предприятием в условиях цифровизации/И. Н. Косарева, В. П. Самарина//Вестник евразийской науки. – 2019. – Т. 11. – №. 3.
27. Маслова М. А. Вопросы эффективности децентрализации системы теплоснабжения / М. А. Маслова // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (Поиск). – 2019. – № 1–1. – С. 354–356;
28. Немтинов В. А. Разработка информационной системы поддержки принятия решений для оптимизации систем теплоснабжения/ В. А. Немтинов, Терехов С. М.// Вестник ТГТУ. -2018.- №2(24);
29. Никулин Н. Ю. Современные технологические аспекты развития систем теплоснабжения/ Н. Ю. Никулин, Л. А. Кущев, Д. О. Темников //Современное строительство и архитектура. – 2016. – №. 4 (04).

30. Николаева Л. А. Энерго- и ресурсосбережение при использовании избыточного активного ила в качестве альтернативного топлива/Л. А. Николаева// Международный научный журнал. – 2017. -№13 (15) - С.134-1434;
31. Овсянников А. А. Современные системы теплоснабжения в России: проблемы и пути их решения / А. А. Овсянников, В. М. Кизим, А. В. Щеглов // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXIX Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 июня 2019 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г. Ю.), 2019. – С. 58–61;
32. Осетров В. Г. Проблемы теплоснабжения и энергопотребления в России/В. Г. Осетров, М. В. Власов//Международная научно-техническая конференция молодых ученых. – 2020. – С. 4313–4316;
33. Петкевич А. П. Методы повышения эффективности систем централизованного теплоснабжения / А. П. Петкевич // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2019 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2019. – С. 3161–3165;
34. Пинчук В. А. Методы управления режимами тепловых сетей/В. А. Пинчук//Вестник магистратуры. – 2021. – №. 1–5. – С. 83;
35. Синцова Е. А. О влиянии цифровой экономики на конкурентоспособность промышленных предприятий /Е. А. Синцова, О. В. Воскресенская//Экономика и управление. -2020. № 9(26). С. 986–992;
36. Синцова Е. А. Проблемы и пути повышения эффективности деятельности энергетического предприятия/Е. А. Синцова, О. В. Воскресенская// Проблемы современной экономики. -2020. №. 4 (76). С. 84–89;
37. Суханова К. В. Анализ эффективности применения автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов в жилых зданиях/К. В. Суханова//Новые информационные технологии как основа эффективного инновационного развития. – 2021. – С. 93–95;



38. Цуверкалова О.Ф. Анализ современного состояния и тенденций развития отрасли теплоснабжения в РФ/О. Ф. Цуверкалова// Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 11(3). – С. 554–559;
39. Цуверкалова О. Ф. Сравнительный анализ регионов РФ на основе рейтингов эффективности теплоснабжения/О. Ф. Цуверкалова //Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2020. – №. 4;
40. Чачин А. В. Повышение энергетической эффективности теплоснабжения/ А. В. Чачин, А. В. Петров //Вестник магистратуры. – 2021. – № 1–5(112). – С. 109–111;
41. Шацкий П. О. Безальтернативная котельная/П. О. Шацкий //Энергетическая политика. – 2020. – №. 3. – С. 24–33;
42. Шугалей А. П. Сравнительная оценка эффективности функционирования системы теплоснабжения на основе метода data envelopment analysis / А. П. Шугалей, Е. Е. Машинец // Решетневские чтения : Материалы XXIV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева: в 2 частях, Красноярск, 10–13 ноября 2020 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 2020. – С. 592–594;
43. Ахтямов Ф. Г. Древесные отходы заменяют каменный уголь. Реконструкция котельных - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=3012//](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3012//), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
44. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru//>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
45. Официальный сайт ПАО «Россети» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosseti.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;

46. Официальный сайт ПАО «МРСК-Северо-Запада» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mrsksevzap.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
47. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики «Росстат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
48. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики «ЕМИСС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fedstat.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
49. Маслова М. А. Повышение эффективности систем теплоснабжения за счет их децентрализации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018018712//>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
50. Партина О. В. Перевод котельных Свердловской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.infobio.ru/sites/default/files/tezisyaprelya\\_2018bk.pdf//](http://www.infobio.ru/sites/default/files/tezisyaprelya_2018bk.pdf//), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
51. Передерий С. Больше пеллет - чище атмосфера//ЛесПромИнформ - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/4630//>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
52. Прохоренков А. М. Техничко-экономические аспекты перевода работы сельских многопрофильных котельных на биотопливо// Успехи современного естествознания - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=10246//>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
53. Atam E., Helsen L. Ground-coupled heat pumps: Part 1 - Literature review and research challenges in modeling and optimal control // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2016. - No. 54. - P. 1653-1667. [Электронный ресурс]. – Режим

доступа: <https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v54y2016icp1653-1667.html//>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;

54. Energy intensity. Global Energy Statistical Yearbook 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html//>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;

55. Werner S. District heating and cooling in Sweden // Energy. - 2017. - No. 126. - P. 419-429. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544217304140//>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;

56. Trends of European research and development in district heating technologies / M.A. Sayegh, J. Danielewicz, T. Nannou, M. Miniewicz, P. Jadwiszczak, K. Piekarska, H. Jouhara // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2017. - No. 68. - P. 1183-1192. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v68y2017ip2p1183-1192.html//>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;

57. Kammen D.M., Sunter D.A. City-integrated renewable energy for urban sustainability // Science. - 2016. - No. 352 (6288). - P. 922-928. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27199413///>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.