© Ю.Н. Звонарева, Р.В. Ахметова, Турсунов К.И, И.Р. Шорохов

УДК 620.9 DOI:10.30724/1998-9903-2022-24-1-74-85

ВЛИЯНИЕ ПРИНИМАЕМЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В Г. ТАШКЕНТ

Ю.Н. Звонарева[1], Р.В. Ахметова[1], К.И. Турсунов[2], И.Р. Шорохов[1]

[1]Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

[2]Министерство жилищно-коммунального обслуживания Республики Узбекистан

ORCID: skulinaun@mail.ru

Резюме: *ЦЕЛЬ. Разработка и апробация на реальном объекте комплексного подхода модернизации систем теплоснабжения с учетом внедрения современных энергосберегающих технологий для снижения затрат и оптимизации процессов выработки и потребления тепловой энергии. МЕТОДЫ. В ходе исследования был произведен комплексный анализ показателей работы всех звеньев системы: произведены инструментальные замеры, собрана информация по параметрам работы системы за два последних отопительно-зимних периода. РЕЗУЛЬТАТЫ. Модернизация устаревшей системы теплоснабжения с целью повышения эффективности ее работы во всех элементах системы (источник - тепловая сеть - потребитель). Достигнутое практическое значение на сегодняшний день заключается в разработке ряда мероприятий по регулированию режима работы, направленных на переход с открытой системы теплоснабжения к более эффективной, закрытой, путем оснащения потребителей индивидуальными тепловыми пунктами, а также оптимизации процессов выработки и потребления тепловой энергии. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Модернизация существующей системы теплоснабжения от исследуемой котельной, позволит оптимизировать процессы выработки и потребления тепловой энергии, сократить затраты на используемые энергоресурсы. Разработанная концепция развития исследуемого объекта может быть применима для аналогичных объектов не только в Республике Узбекистан, но и на всей территории Российской Федерации, в рамках программ повышения эффективности морально и физически устаревших энергетических систем.*

Ключевые слова: *Энергетические системы; гидравлическая балансировка; оптимизация процессов выработки и потребления тепловой энергии; показатели эффективности.*

Для цитирования: Звонарева Ю.Н., Ахметова Р.В., Турсунов К.И., Шорохов И.Р. Влияние принимаемых технических решений при эксплуатации энергетических систем в г. Ташкент // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2022. Т. 24. № 1. С. 74-85. doi:10.30724/1998-9903-2022-24-1-74-85.

THE IMPACT OF THE TECHNICAL DECISIONS MADE IN THE OPERATION OF ENERGY SYSTEMS IN TASHKENT CITY

YN .Zvonareva[1], RV. Akhmetova[1], KI. Tursunov[2], IR. Shorohov[1]

[1]Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia
[2]Ministry of Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan

ORCID:skulinaun@mail.ru*

Abstract: *PURPOSE. Development and testing at a real facility of an integrated approach to the modernization of heat supply systems, taking into account the introduction of modern energy-saving technologies to reduce costs and optimize the processes of generation and consumption of thermal energy. METHODS. During the study, a comprehensive analysis of the performance of all parts of the system was carried out: instrumental measurements were made, information was collected on the parameters of the system for the last two heating-winter*

periods. RESULTS. Modernization of an outdated heat supply system to increase the efficiency of its operation in all elements of the system (source - heating network - consumer). The achieved practical significance today lies in the development of several measures to regulate the operating mode aimed at switching from an open heat supply system to a more efficient, closed one by equipping consumers with individual heating points, as well as optimizing the processes of generation and consumption of thermal energy. CONCLUSION. Modernization of the existing heat supply system from the boiler house under study will optimize the processes of generation and consumption of thermal energy, reduce the cost of energy resources used. The developed concept of the development of the object under study can be applied to similar facilities not only in the Republic of Uzbekistan, but also throughout the Russian Federation, as part of programs to improve the efficiency of morally and physically obsolete energy systems.

Keywords. *Energy systems; hydraulic balancing; optimization of processes of generation and consumption of thermal energy; efficiency indicators.*

For citation: Zvonareva YN, Akhmetova RV, Tursunov KI, Shorohov IR. The impact of the technical decisions made in the operation of energy systems in Tashkent city. *Power engineering: research, equipment, technology.* 2022; 24 (1): 74-85. doi:10.30724/1998-9903-2022-24-1-74-85.

Введение

В соответствии с Федеральным законом (ФЗ) № 190 «О теплоснабжении» и Федеральным законом №417 «О водоснабжении и водоотведении» изменяются подходы к проектированию и эксплуатации систем теплоснабжения, которые были приняты с момента строительства централизованных систем в СССР.

В Российской Федерации (РФ) законодательством с 01.01.2022 г. предусмотрен перевод открытых систем теплоснабжения на закрытую схему присоединения потребителей. Поставленная ФЗ №417 цель влечет за собой решение многих научно-технических задач, таких как, изношенность длинных тепловых сетей, являющихся причиной потерь тепловой энергии, модернизации либо замены морально и физически устаревшего оборудования, невозможности регулирования потребления тепловой энергии, по причине подключения потребителей по открытой схеме присоединения [1].

Кроме решения технических задач, изменения в законодательстве затрагивают и экономические показатели. Внедрение мероприятий, по модернизации существующих систем, позволят уменьшить затраты на реконструкцию тепловых сетей горячего водоснабжения, сдержать рост тарифов за тепловую энергию.

Одновременно с изменениями законодательства РФ в сфере теплоснабжения, ряд стран Содружества Независимых Государств (СНГ), также меняют подходы к эксплуатации систем теплоснабжения и технические регламенты, которые были приняты в середине прошлого столетия.

Так, Правительство Республики Узбекистан разработало ряд программ и определило задачи по повышению энергоэффективности во всех секторах экономики путем модернизации существующих производственных мощностей. Реконструкция сетей централизованного теплоснабжения по всей стране является одним из ключевых направлений этих программ [2,3].

Согласно документу «Программа развития системы теплоснабжения Республики Узбекистан на 2018–2022 года» начиная с 1 января 2018 года, на территории республики началось внедрение энергоэффективных локальных котельных и индивидуальных внутриквартирных систем теплоснабжения. [4-7].

Документ «Программа развития системы теплоснабжения» призван повысить качество и обеспечить бесперебойную подачу тепловой энергии потребителям, обновить и модернизировать основные фонды систем теплоснабжения на основе внедрения современных экономичных и энергосберегающих технологий [8,9].

Постановлением правительства Республики Узбекистан утверждены параметры модернизации и реконструкции центральных котельных, тепловых сетей, локальных котельных, а также комплексные мероприятия по развитию системы теплоснабжения на период с 2018 г. по 2022 г [10,11].

На реализацию проектов программы предусмотрено выделить 1,7 трлн сумов за счет государственного бюджета, средств частных товариществ собственников жилья, кредитов коммерческих банков, средств подрядных организаций и Фонда развития жилищно-коммунального хозяйства Министерства жилищно-коммунального

обслуживания [12-14].

Кроме того, намечена разработка концепции совершенствования и развития энергетических систем, предусматривающая комплексный подход при реализации проектов с учетом всех этапов оказания услуг теплоснабжения [15,16].

В рамках реализации утвержденных программ развития Республики Узбекистан Республика Татарстан, имея большой практический опыт в сфере повышения эффективности энергетических систем, была приглашена к сотрудничеству.

Литературный обзор

Вопросам совершенствования энергетических систем и повышения их энергоэффективности посвящено большое количество исследовательских работ. Среди них следует отметить научные исследования Стенникова В.А., Selim H., P. Wang, F.C. Leite, Липовка Ю.Л., Gabrielaitiaene I., Sunden B., Панфилова В. И., W. Kröger, D. CiconeJr., Zhou Z., Wang Z., H. Jensen, L.C. RibeiroGalvão, M.E. Morales и др.

Вопросы поддержания заданного гидравлического режима в тепловых сетях и требуемого перепада давлений в абонентских узлах при изменениях работы системы теплоснабжения отражены в трудах авторов Моисеева Б.В., Богомолова В.П., Шаповала А.Ф., Сикерина И.Е., Голяка С.А., Пашенцева Л. В..

Российскими и иностранными авторами Перминовым И.А., Петрекевичем Л.А. Зайцевым О.Н., Лукьянченко Д.М., Karlsson K. B., Petrović S. N., Lake A., Rezaie B., Beyerlein S., Перминов И.А., Петрекевич Л.А. - рассмотрены современные методы регулирования тепловых сетей путем внедрения автоматизированного инженерного оборудования в системах теплоснабжения.

Вопросы использования математических моделей в программных комплексах для исследования гидравлических режимов, описываются в статьях Кудинова В.А., Кассина Н.В., Смирнова Л.В., Fu D.Z., Huang G.H., Батухтина А.Г., Калугина А.В.

В Республике Татарстан за последние года успешно реализованы проекты по переходу с открытой схемы теплоснабжения на закрытую для г. Набережные Челны, произведен ряд масштабных мероприятий по реконструкции систем теплоснабжения путем внедрения индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) в крупных городах, таких как Набережные Челны, Елабуга, Альметьевск, Зеленодольск.

На примере г. Казань, был сформирован единый комплексный план совершенствования энергетической системы с ликвидацией ЦТП и оснащением всех объектов теплопотребления в составе системы централизованного теплоснабжения современными ИТП. Всего же программа, разработанная для г. Казань, позволила ликвидировать более 260 км ветхих сетей горячего водоснабжения, вывести из эксплуатации крайне изношенное оборудование центральных тепловых пунктов и повысить качество теплоснабжения внутри домов, путем оснащения потребителей индивидуальными тепловыми пунктами [28-30].

Материалы и методы

Между Правительством Республики Татарстан (Российская Федерация) и Хокимиятом города Ташкент (Республика Узбекистан) был подписан Меморандум и Соглашение о сотрудничестве в торгово-экономической, научно-технической, культурной и иных сферах.

Основой взаимодействия Сторон в рамках Соглашения лежат актуальные вопросы развития жилищно-коммунального обслуживания в части централизованного теплоснабжения г. Ташкент и Республики Узбекистан в целом. Определен «пилотный» проект в одном из районов города Ташкент – «Модернизация системы теплоснабжения от котельной «Водник»».

Проект предусматривает проведение работ по модернизации теплосетевого хозяйства от источника теплоснабжения до потребителей с переходом на закрытую систему теплоснабжения. Основная цель «пилотного» проекта заключается в разработке методики комплексного подхода по совершенствованию устаревших систем теплоснабжения с целью повышения эффективности их работы, снижении затрат и оптимизацию процессов выработки и потребления тепловой энергии.

Разработка и апробация «пилотного» проекта позволит применить комплексную методику для всей системы централизованного теплоснабжения в ближайшие 10 лет в г. Ташкент, а в дальнейшем во всей Республике Узбекистан.

Основные цели и задачи всего проекта:

– обеспечение и улучшение качества и непрерывности услуг централизованного теплоснабжения в городе Ташкент;

– стратегическая увязка проекта с национальным Законодательством и

производственными программами в Узбекистане, а именно: преобразования открытой системы теплоснабжения в закрытую систему, модернизация существующей системы теплоснабжения и перехода на интегрированную схему.

Система централизованного теплоснабжения в Республике Узбекистан сформировалась в 1950–1970 годах по схеме открытого водоразбора и зависимого подключения к тепловым сетям отопительных систем зданий.

В связи с большой изношенностью основного и вспомогательного оборудования, а также тепловых сетей, существующая система теплоснабжения не обеспечивает оптимальную загрузку теплоисточников и работает неэффективно [17, 20-23].

Выработка всей тепловой энергии в г.Ташкент осуществляется 3 предприятиями, из них

– 75% вырабатывается девятью крупными теплоцентралями «*Toshkent issiqlik markazi»;*

– 15% вырабатывает теплоэлектроцентраль *«Toshkent issiqlik elektr markazi»;*

– 10% вырабатывается тремя крупными котельными и 209 локальными котельными, которые находятся на балансе *«Toshissiqquvvati».*

В настоящее время установленная мощность всех котельных в городе Ташкент составляет 6267 Гкал/час, присоединенная мощность 3391,3 Гкал/ч. Резерв существующих мощностей составляет 2875,7 Гкал/ч. Распределение по группам потребителей приведено на рисунке 1.

В отдельных многоквартирных домах, отрезанных от централизованного теплоснабжения, население отапливает жилые помещения с помощью газовых и электрических приборов, часто несертифицированных и не гарантирующих соблюдение пожарной безопасности [18-19, 24].

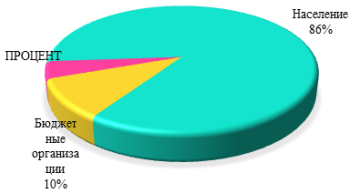

Рис.1 Распределение по группам потребителей в г. Ташкент

Fig.1. Distribution by consumer groups in Tashkent

Гарантирующим поставщиком тепловой энергии является ГУП «*Toshissiqquvvati*» на балансе которого находится 1347 км тепловых сетей.

Таблица 1

Текущее состояние ГУП *«Toshissiqquvvati»*

Информация об изношенности системы	Общее кол-во	Из них ремонту подлежит	Износ
Магистральные и распределительные сети, км	1347	966	72%
Центральные котельные	3	3	100%
Локальные котельные	200	178	89%

Показатель износа тепловых сетей, находящихся на балансе ГУП «Toshissiqquvvati» составляет 72%. При этом большая часть тепловых сетей находятся в эксплуатации более 25 лет. На рисунке 2 тепловые сети, проложенные либо замененные до 2010 года и нуждающиеся в замене, окрашены в красный цвет.

Таблица 2

Износ магистральных и распределительных тепловых сетей

Год прокладки	Общая протяжённость, км	Износ
1960-1970	22	100%
1971-1981	97	100%
1982-1992	395	92%
1993-2003	507	77%
2004-2014	231	35%
2015-2018	95	15%
Всего	**1347**	**72%**

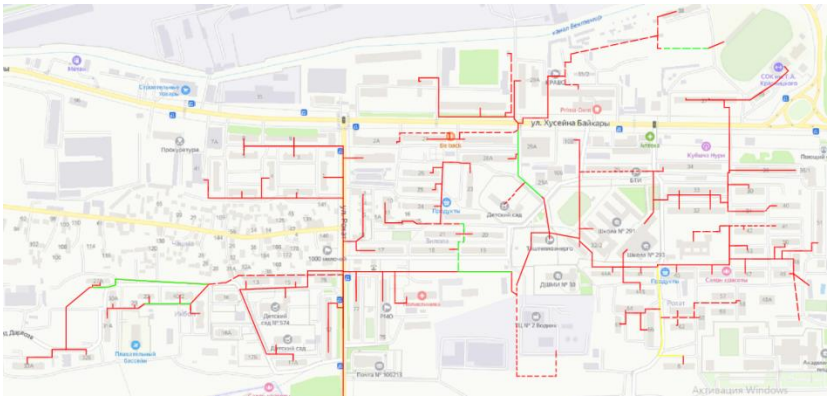

Рис.2. Конфигурация тепловых сетей от котельной «Водник»

Fig.2. Configuration of heating networks from the Vodnik boiler house

В ходе изучения и осмотра существующей системы теплоснабжения был выявлен ряд основных причин, влияющих на ее неэффективную работу:

– эксплуатация морально и физически изношенного основного и вспомогательного оборудования (рис. 3);

– сверхнормативная подача за счет несанкционированных сливов теплоносителя (открытая система теплоснабжения);

– использование низкоэффективной изоляции (минеральная вата) при прокладке и реконструкции трубопроводов (рис. 3);

– износ тепловых сетей (более 72%);

– неэффективная системе химводоочистки, завышенные показатели концентрации кислорода в системе, активная коррозия металла (112,5 мл/л при норме 20 мл/л.);

– сверхнормативные затраты на теплоисточниках;

– низкий процент собираемости.

Кроме того, ежегодно возрастают потери тепловой энергии и ухудшается качество теплоснабжения для конечного потребителя.

Рис.3. Фактическое состояние основного оборудования (обмуровка котла) и состояние теплотрассы

Fig.3. Actual condition of the main equipment (boiler lining) of heating networks

На основании подписанного Меморандума между Республиками Татарстан и Узбекистан, для реализации «пилотного» проекта, была создана рабочая группа из числа специалистов в профильных областях исследования.

Выбранная в качестве «пилотного» проекта, котельная «Водник» (таблица 3) является одной из крупной в г. Ташкент, и обеспечивает тепловой энергии потребителей Бектимирского района города.

«Пилотный» проект предусматривает проведение работ по модернизации теплосетевого хозяйства от котельной до потребителей с переходом на «закрытую» схему присоединения, со сроком реализации всех мероприятий к 2024 году.

Таблица 3

Характеристика оборудования исследуемой котельной «Водник»

Тип и назначение котельного оборудования	количество
Паровой котел ГМ 50/14	7
Водогрейный котел КВГМ - 50	1

Общая установленная тепловая мощность котельной составляет 295 Гкал/час. Присоединенная тепловая нагрузка 120 Гкал/ч, в том числе по отоплению 110 Гкал/час, по ГВС 10 Гкал/час

Предприятие обеспечивает теплом и горячей водой 200 многоквартирных домов, 32 социальных и культурных объекта, 51 объект коммерческого назначения. Система теплоснабжения двухтрубная, открытая.

Протяженность тепловых сетей составляет 26,15 км в двухтрубном исчислении.

В ходе проведения исследования, произведен комплексный анализ показателей работы всех звеньев системы (источник - тепловая сеть - потребитель): произведены инструментальные замеры, собрана информация по параметрам работы системы за два последних отопительно-зимних периода.

Все вышеуказанное сводится к убыткам, которые ежегодно несет гарантирующий поставщик - компания *«Toshissiqquvvati».*

Анализ существующего положения при работе рассматриваемой системы теплоснабжения позволил определить направление и необходимую очередность реализации мероприятий по модернизации системы теплоснабжения от котельной «Водник» г. Ташкент (рис. 4).

Рис. 4. Производственные предложения по модернизации системы теплоснабжения

Fig. 4. Production proposals for the modernization of the heat supply system

Результаты исследования

По результатам проведенных исследований и расчетов выявлены основные проблемы в существующей системе теплоснабжения и разработана концепция совершенствования исследуемой энергетической системы.

Ключевыми задачами являются: «закрытие» системы теплоснабжения, реконструкция изношенных участков тепловых сетей, пересмотр баланса тепловых нагрузок и рациональное перераспределения теплоносителя, циркулирующего в системе теплоснабжения.

Анализ проведенных исследований и расчетов показал, что в результате реализации первого этапа «пилотного» проекта, ориентировочное снижение потерь тепловой энергии к 2040 году относительно базового периода (2020 год) сократится на 43 %. Снизится объем подпитки тепловой сети на 67% (рис. 5).

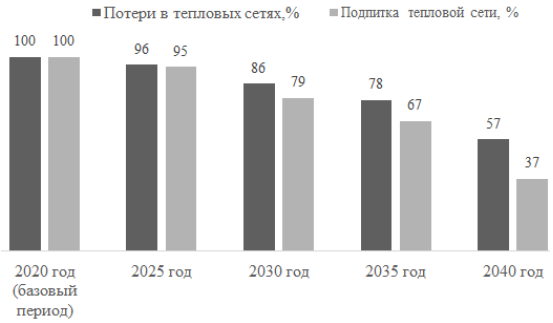

Рис.5. Сокращение потерь и подпитки в тепловых сетях относительно базового периода

Fig.5. Reduction of losses and make-up in heat networks relative to the base period

За счет замены тепловых сетей сократиться число аварий и повреждений в системе, в свою очередь повысит надежность и качество теплоснабжения (рис. 6)

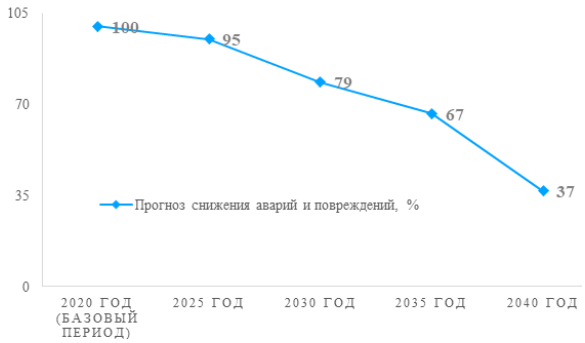

Рис.6. Расчетный прогноз снижения аварийности в сетях относительно базового периода

Fig.6. Estimated forecast of reduction of accidents in networks relative to the base period

Вторым этапом «пилотного» проекта намечены мероприятия по модернизации источников тепловой энергии, замена основного и вспомогательного оборудования на современной и более эффективное. Это позволит сократить затраты на выработку тепловой энергии. Сокращение затрат на топливо с учетом комплекса мероприятий по модернизации системы теплоснабжения прогнозируется на уровне 44% от базового периода.

Так в 2020 году объем природного газа, включенный в расходы ГУП «Toshissiqquvvati», составил 130 464 тыс м^3. К 2030 году прогнозный показатель по расходу топлива составляет 78 981 тыс м^3.

Кроме того, прогнозируется снижение потребления электрической энергии на тепловом источнике на 16% относительно базового периода (рис.7).

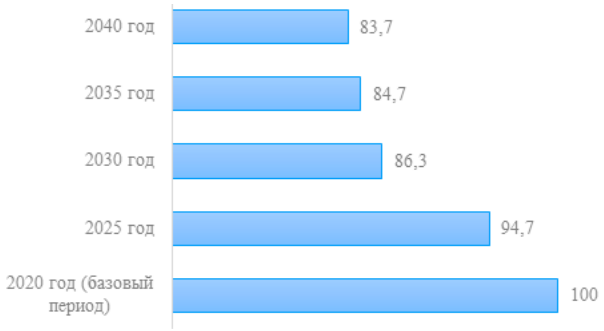

Рис.7. Расчетный прогноз снижения потребления электрической энергии относительно базового периода

Fig.7. Estimated forecast of reduction of electric energy consumption relative to the base period

Кроме того в рамках модернизации системы предусмотрено изменение существующих и разработка новых нормативно-правовых актов, регламентирующих

сферу деятельности не только предприятия «пилотного» проекта, но и всей системы теплоснабжения Республики Узбекистан.

Все этапы реализации проекта, предусматривают предпроектный анализ методом моделирования различных изменений в создаваемой электронной модели.

Моделирование различных режимов на базе существующего режима работы позволит сократить финансовые и производственные риски при реализации проекта на каждом этапе его выполнения.

Обсуждение результатов

Предлагаемые мероприятия, основаны на опыте внедрения аналогичных проектов на территории Республики Татарстан [25-27].

Фактические достигнутые показатели при эксплуатации систем теплоснабжения в городах Республики Татарстан, позволяют говорить о потенциале энергосбережения в системах теплоснабжения при их модернизации.

Реализация мероприятий, согласно приведенной на рисунке 5 иерархии, позволит получить энерго- и ресурсосберегающий эффект, за счет повышения эффективности работы внутренних процессов подготовки теплоносителя и оптимизировать работу всей системы в целом.

Срок окупаемости мероприятия, на сегодняшний день достаточно сложно оценить, так как отсутствуют сметные затраты на поставку и монтаж оборудования.

Основными показателями сокращения затрат и оптимизации процесса выработки и потребления тепловой энергии исследуемого объекта является сокращение затрат на транспортировку теплоносителя, за счет снижения потерь в сетях, улучшения качества самих трубопроводов и корректировки их пропускной способности.

Кроме того, реализация предложенных мероприятий позволит оптимизировать процессы выработки и потребления тепловой энергии, за счет установки приборов учёта и регулирования, увеличить собираемость от населения, свести к минимуму, либо вовсе исключить несанкционированные сливы теплоносителя.

Все вышеизложенное является основным источником прибыли и показателем повышения эффективного теплоснабжения.

Выводы

Разработанные мероприятия по совершенствованию системы теплоснабжения от котельной «Водник» будут реализовываться поэтапно.

Общий экономический эффект и срок окупаемости проекта по модернизации систем теплоснабжения, с учетом всего комплекса мероприятий, будет оценен после их реализации. Это позволит применять на практике разработанный подход без технических и экономических рисков [31-33]. Однако уже на сегодняшний день уже можно говорить о реальном снижении затрат и эффективности предлагаемых мероприятий.

Комплексное и структурированное внедрение предложенных организационных и производственных мероприятий позволяет повысить эффективность работы системы в целом и сдерживать рост тарифов, сокращая при этом себестоимость выпускаемой продукции (тепловой энергии). Данный показатель является одним из главных источников окупаемости аналогичных проектов по совершенствованию энергетических систем.

Разработанная концепция развития исследуемого объекта может быть применима для аналогичных объектов не только в Республике Узбекистан, но и на всей территории Российской Федерации, в рамках программ повышения эффективности морально и физически устаревших энергетических систем.

Литература

1. Схема теплоснабжения муниципального образования г. Набережные Челны на 2021 год на период до 2035 года. Набережные Челны: ООО «ИЦ «Энергоаудит», 2020. Т.4. 82 с.

2. Жуков В.К., Камалетдинов И.И., Минаков А.А. Экономическая эффективность массового внедрения индивидуальных тепловых пунктов в городе Елабуге // Энергосовет. 2014. № 5 (36). С. 36-37.

3. ИТП против ЦТП. Зачем Казань меняет схему горячего водоснабжения [Электронный ресурс]: еженедельник «Аргументы и Факты». 2017. № 13. URL: https://kazan.aif.ru/society/details /itp_protiv_ctp_ (дата обращения 14.12.2021).

4. Стенников В.А. Обеспечение параметрической надежности теплоснабжающих систем // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2017. Т.19, № 3-4. С. 20–30.

5. Gabrielaitiaene I 2008 Evaluation of approaches for modeling temperature wave propagation in district heating pipelines // Heat transfer engineering 1 p. 45–46.

6. Wernstedt F 2017 An agent-based approach to monitoring and control of district heating systems. Lecture notes in computer science 2358 p. 801.

7. Звонарева Ю.Н.,. Ваньков Ю.В. Работа системы теплоснабжения при поэтапном внедрении автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. Издательство: КГЭУ. 2017. Т. 19 №1-2. С. 31-40.

8. Филимонов А.Г. Особенности перехода Казани на АИТП при реализации комплексной программы повышения эффективности системы теплоснабжения // Вестник КГЭУ. 2019. №2 (42). С. 127–137.

9. Morvaj B 2016 Optimising urban energy systems: Simultaneous system sizing, operation, and district heating network layout. Energy 116 (1) p. 619–636.

10. Абдулаев Д.А. Гидравлическая устойчивость тепловой сети // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 1 (52). С. 67–85.

11. Zvonareva Y, Vankov Y, Shlychkov V. Commercial effectiveness assessment of implementation the energy efficiency raising of the building project due to introduction of automatic heat consumption control // Публикация по итогам Научно-технической международной конференции «ПромИнжиниринг-2017» SHS Web of Conferences 35, 01124 (2017). doi: 10.1051/shsconf/20173501124.

12. Звонарева Ю.Н. Оценка экономического эффекта для потребителей при установке автоматизированных узлов учета и регулирования тепловой энергии // Инженерный вестник Дона. 2015. №4.С. 156–161.

13. Кузборская К.С., Звонарева Ю.Н. Сравнение схем подключения потребителей в автоматизированном индивидуальном тепловом пункте // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы 6 Национальной науч.-практ. конф. Казань, 2020. № 2. С. 324–327.

14. Запольская И.Н., Ваньков Ю.В. Повышение эффективности систем ГВС установкой автоматизированных ИТП // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2017, № 4(36). С. 23–34.

15. Drigo M.F. 2008 Methodology of an assessment of economic efficiency investment decisions Management in Russia and abroad 1 p. 18-24.

16. Rafalskaya T.A. 2017 Investigation of failures in operation of heat networks of large heat supply systems Thermal Engineering 64 (4) p. 313-7.

17. Сикерин И.Е. Влияние гидравлического режима сети теплоснабжения на тепловую устойчивость абонентов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2010. № 2. С. 20–22.

18. Ливчак В.И. Совершенствование систем централизованного теплоснабжения крупных городов России // АВОК. 2004. №5. С. 42–49.

19. Звонарева Ю.Н. Работа системы теплоснабжения при поэтапном внедрении автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2017. № 1-2. С. 31–40.

20. Орехов В.Н. Показатели качества теплоснабжения // Новости теплоснабжения. 2012. № 05 (141). С. 22–25.

21. Невский В.В. Стандартные автоматизированные блочные тепловые пункты Danfoss: пособие. М.: ООО «Данфосс», 2015. 50 с.

22. Состав и принцип работы ИТП: [сайт]. [М., 2021]. URL: http://www.itp.plus/ (дата обращения 12.02.2021).

23. Волков Д.А. О системе теплоснабжения города Набережные Челны // Новости теплоснабжения. 2017. № 03 (199). С. 25–32.

24. Шилкин Н.В. Экономические аспекты внедрения индивидуальных тепловых пунктов // Энергосбережение. 2007. № 3. С. 34–38.

25. Канина Л.П., Чапкина Г.А. Опыт решения вопросов комплексной защиты оборудования систем теплоснабжения при переходных гидравлических режимах // Теплоэнергетика. 2008. № 4. С. 10–14.

26. Шарапов В. И., Ротов П.В. Технологии регулирования нагрузки систем теплоснабжения. Ульяновск: УлГТУ, 2003. 160 с.

27. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. К.: «Такісправи», 2008. 252 с.

28. Глухов С.В. Исследование степени эффективности автоматического регулирования в отопительных системах // Известия Транссиба. 2010. № 2. С. 64–70.

29. Звонарева Ю.Н. Влияние поэтапного внедрения АИТП на гидравлическую устойчивость и эффективность систем теплоснабжения: дис. канд. техн. наук. Казань, 2019. 172 с.

30. Башмаков И. А. Анализ основных тенденций развития систем теплоснабжения России // Новости теплоснабжения. 2008. № 2. С. 67–74.

31. О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов [Электронный ресурс]: постановление Правительства Рос. Федерации от 06 мая 2011 г. № 354. Доступ из справ. - правовой системы «Гарант» (дата обращения: 25.03.2021).

32. Колесников А.Н. О переходе от открытых систем теплоснабжения и ГВС к закрытым (в трактовке 190-ФЗ) // Новости теплоснабжения. 2016. № 11 (171). С. 21–27.

33. Балберов А.А. Обоснование экономической эффективности энергосберегающих тепловых пунктов при строительстве зданий // Экономика и управление. 2011. № 5 (78). С. 191–195.

34. Схема теплоснабжения до 2028 года города Елабуга. СПб.: ООО «НэкстЭнерго», 2014. Т.1. 42 с.

Авторы публикации

Звонарева Юлия Николаевна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения» Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).

Ахметова Римма Валентиновна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрические станции им. В.К.Шибанова» Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).

Турсунов Курбон Ибрагимович **–** заместитель министра жилищно-коммунального обслуживания Республики Узбекистан (МЖКО РУз).

Шорохов Игорь Романович – студент магистратуры, Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).

References

1. *Scheme of heat supply for the municipality of Naberezhnye Chelny for 2021 for the period until 2035.* Naberezhnye Chelny: LLC «EC Energoaudit» 2020:4:82 .

2. Zhukov V, Kamaletdinov I, Minakov A. 2014 Economic efficiency of mass introduction of individual thermal points in the city of Elabuga. *Energosovet*. 36:36-37.

3. ITP versus TTC. 2017 *Why does Kazan change the hot water supply scheme: weekly «Arguments and Facts»* 13 URL: https://kazan.aif.ru/society/details/itp_protiv_ctp_

4. Stennikov V. Provision of parametric reliability of heat supply systems. *Izvestiya of higher educational institutions. Energy problems*. 2017; 19 (3-4):20-30.

5. Gabrielaitiaene I. Evaluation of approaches for modeling temperature wave propagation in district heating pipelines. Heat transfer engineering. 2008; 1:45–46.

6. Wernstedt F. An agent-based approach to monitoring and control of district heating systems. *Lecture notes in computer science*. 2017; 2358:801.

7. Zvonareva U, Vankov Y, Vera Y. The work of heat supply system in a phased implementation of automated individual heating stations. *News of higher educational institutions. Energy problem.* Publisher: Kazan state power engineering University (Kazan) 2017;19 (1-2):31-40.

8. Filimonov A. Features of the transition of Kazan to AITP in the implementation of a comprehensive program to improve the efficiency of the heat supply system. *Bulletin KSPEU*. 2019; 2 (42):127-137.

9. Morvaj B. Optimising urban energy systems: Simultaneous system sizing, operation, and district heating network layout. Energy. 2016 ;116 (1):619–636.

10. Abdulaev D. Hydraulic stability of the heating network. *Construction of unique buildings and structures*. 2017; 1 (52):67–85.

11. Zvonareva Y, Vankov Y, Shlychkov V. *Commercial effectiveness assessment of implementation the energy efficiency raising of the building project due to introduction of automatic heat consumption control.* SHS Web of Conferences 35, 01124 (2017). doi: 10.1051/shsconf/20173501124.

12. Zvonareva Y. Assessment of the economic effect for consumers during the installation of automated metering and control units for heat energy. *Engineering Bulletin of the Don.* 2015; 4:156-161.

13. Kuzborskaya K , Zvonareva Y. *Comparison of consumer connection schemes in an automated individual heating station*. Instrument-making and automated electric drive in fuel and energy and housing and communal services: materials of the 6 National scientific-practical. conf. Kazan. 2020; 2:324–327.

14. Zapolskaya I, Vankov Y. Improving the efficiency of hot water supply systems by installing automated ITP. *Bulletin KSPEU.* 2017; 4 (36):23–34.

15. Drigo M.F. Methodology of an assessment of economic efficiency investment decisions *Management in Russia and abroad.* 2008;1:18-24.

16. Rafalskaya T.A. Investigation of failures in operation of heat networks of large heat supply systems Thermal Engineering. 2017; 64 (4)313-7.

17. Sikerin I. 2010 The influence of the hydraulic mode of the heat supply network on the thermal stability of subscribers. *Actual problems of modern science, technology and education.* 2010; 2:20-22.

18. Livchak V. 2004 Improvement of district heating systems in large cities of Russia. AVOK 5 p. 42-49.

19. Zvonareva Y. 2017 The work of the heat supply system with the phased introduction of automated individual heating points. Izvestia of higher educational institutions. Energy problems 2017;1-2 : 31-40.

20. Orekhov V. 2012 Indicators of heat supply quality. *Heat supply news*. 2012;5 (141):22-25.

21. Nevsky V. 2015 Standard automated block heating points Danfoss: manual. M.: LLC "Danfoss" 50 p.

22. The composition and principle of operation of ITP: [website]. [M., 2021]. URL: http://www.itp.plus/

23. Volkov D. 2017 About the heat supply system of the city of Naberezhnye Chelny. *Heat supply news.* 2013;(199):25-32.

24. Shilkin N. 2007 Economic aspects of the introduction of individual heating points // Energy saving 3 p. 34-38.

25. Kanina L, Chapkina G. 2008 Experience in solving issues of complex protection of equipment of heat supply systems under transient hydraulic conditions // Thermal power engineering 4 p. 10-14.

26. Sharapov V, Rotov P. 2003 Technologies for regulating the load of heat supply systems. Ulyanovsk: UlSTU 160 p.

27. Pyrkov V. 2008 Modern thermal points. Automation and regulation. K.: "Takispravi" 252 p.

28. Glukhov S. 2010 Investigation of the degree of efficiency of automatic regulation in heating systems // Izvestiya Transsib 2 p. 64-70.

29. Zvonareva Y. 2019 The impact of the phased introduction of AITP on the hydraulic stability and efficiency of heat supply systems: dis. Candidate of Technical Sciences. Kazan 172 p.

30. Bashmakov I. 2008 Analysis of the main trends in the development of heat supply systems in Russia // Heat supply News 2 p. 67-74.

31. On the provision of public services to owners and users of premises in apartment buildings and residential buildings [Electronic resource]: decree of the Government of the Russian Federation. Federation dated May 06, 2011 No. 354. Access from the help. - the legal system "Garant"

32. Kolesnikov A. 2016 On the transition from open heat supply and hot water supply systems to closed ones (in the interpretation of 190-FZ) // Heat supply News 11 (171) p. 21-27.

33. Balberov A. 2011 Justification of the economic efficiency of energy-saving thermal points in the construction of buildings // Economics and management 5 (78) p. 191-195.

34. The scheme of heat supply to the city of Yelabuga until 2028. SPb.: OOO "Nextenergo" 2014 1 42 p.

Authors of the publication

Julia N. Zvonareva – Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia.

Rimma V. Akhmetova – Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia.

Kurbon I. Tursunov – Ministry of Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan.

Igor R. Shorohov – Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia.

Получено ***07.02.2022г.***

Отредактировано ***10.03.2022г.***

Принято ***10.03.2022г.***