



Buxoro shahri issiqlik ta'minoti tizimining elektr ta'minoti sxemasida quyosh energiyasidan foydalanishni tadqiq etish

Rashid B. Jalilov¹, Umar U. Kamalov^{1,a)}, Anvar T. Karaev^{1,b)}

¹ DSc, prof., Buxoro muhandislik texnologiya instituti, Buxoro, 200117, O'zbekiston; zhalilov.rashid@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6112-490X>

^{1,a)} Buxoro muhandislik texnologiya instituti, Buxoro, 200117, O'zbekiston; umarkamalov19620716@gmail.com

^{1,b)} AJ Buxoroenergomarkaz, Buxoro, 200109, O'zbekiston; buxoroenergomarkaz@gmail.com

Dolzarblik: issiqlik energetika sanoatida raqamlashtirishni joriy etgan holda, mavjud turli issiqlik ta'minoti tizimlarini tahlil qilish va ularda zamonaviy no'anaviy energiya manbalarini tadqiq qilish mavjud issiqlik ta'minoti tizimlarida energiya resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirishga asos bo'lib, bu issiqlik ta'minoti tizimlarida energiya isroflari sezilarli yuqori ekanligi bilan bog'liq. Raqamlashtirilgan va o'rnatilgan zamonaviy yopiq issiqlik ta'minoti tizimlarida energiya yo'qotishlarni sezilarli darajada kamaytirishni ta'minlashi va shu bilan bir vaqtda issiqlik ta'minoti tizimlarining elektr ta'minoti sxemasida quyosh fotoelektr stansiyalarini o'rnatib, ulardan foydalanish natijasida energiya resurslaridan yanada oqilona foydalanishga olib kelishi asoslab berilgan.

Maqsad: issiqlik ta'minoti tizimlarida energiya resurslaridan foydalanishning samaradorligini yanada oshirish, issiqlik va elektr energiyasini sezilarli darajada tejashni ta'minlash, issiqlik energiyasini zamonaviy yopiq issiqlik ta'minoti tizimlarida ishlab chiqarish va bu maqsadda talab qilinadigan elektr ta'minoti sxemasida quyosh fotoelektr stansiyalaridan foydalanishni joriy qilish, issiqlik energiyasini aholiga uzatish, taqsimlash va ta'minotini tartibga solish xarajatlarini kamaytirish, shuningdek, iste'molchilar uchun issiqlik va elektr energiyasini yanada oqilona va aniqroq hisobga olishni joriy etiladi.

Usullar: qozonxona komplekslarining issiqlik ishlab chiqarish va ta'minoti tizimlarini takomillashtirish, ularning elektr ta'minoti sxemalarida no'anaviy energiya manbalarini qo'llash va issiqlik-texnik parametrlarini optimallashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish.

Natijalar: iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishning, issiqlik ta'minoti tizimlarini raqamlashtirish, issiqlik va elektr energiyasini monitoring qilish va hisobga olishning avtomatlashtirilgan axborot-o'lchov tizimlari (rus tilida- AIISKUE va AIISKUT) joriy qilinadi.

Kalit so'zlar: energiya samaradorligi, iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligi, yopiq issiqlik ta'minoti sxemalari, issiqlik ta'minoti tizimlarini raqamlashtirish, issiqlik energiyasini ishlab chiqarish va ta'minoti tizimlarining elektr ta'minoti sxemasida quyosh fotoelektr stansiyalaridan foydalanish, issiqlik va elektr energiyasini monitoring qilish va hisobga olishning avtomatlashtirilgan axborot-o'lchov tizimlari (rus tilida- AIISKUE va AIISKUT).

Исследование использования солнечной энергии в схеме электроснабжения системы теплоснабжения города Бухара

Рашид Б. Жалилов¹, Умар У. Камалов^{1,a)}, Анвар Т. Караев^{1,b)}

¹ DSc, проф., Бухарский государственный технический университет, Бухара, 200117, Узбекистан; zhalilov.rashid@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6112-490X>

^{1,a)} Бухарский государственный технический университет, Бухара, 200117, Узбекистан; umarkamalov19620716@gmail.com

^{1,b)} АО «Бухороэнергомарказ», Бухара, 200117, Узбекистан; buxoroenergomarkaz@gmail.com

Актуальность: работы обусловлена необходимостью анализа существующих систем теплоснабжения и исследования в области интеграции современных нетрадиционных источников энергии – наряду с внедрением цифровизации в теплоэнергетике – служат основой для повышения эффективности использования энергоресурсов; это особенно актуально с учетом значительных потерь энергии в данных системах. Обосновано, что внедрение модернизированных и цифровизированных систем теплоснабжения замкнутого типа позволяет существенно сократить потери энергии, а одновременная интеграция и использование солнечных фотоэлектрических станций в инфраструктуре электроснабжения этих систем способствуют более рациональному расходованию энергетических ресурсов.

Цель: дальнейшее повышение эффективности использования энергоресурсов в системах теплоснабжения, обеспечение значительной экономии тепловой и электрической энергии, выработка тепловой энергии в современных закрытых системах теплоснабжения, а также внедрение солнечных фотоэлектрических установок в соответствующие схемы энергоснабжения, будут приняты меры по снижению затрат, связанных с передачей, распределением и поставкой тепловой энергии населению, а также по внедрению более рационального и точного учета потребления тепловой и электрической энергии.

Методы: совершенствование систем теплогенерации и теплоснабжения котельных комплексов, а также повышение энергоэффективности за счет использования нетрадиционных источников энергии в схемах их энергоснабжения и оптимизации теплотехнических параметров.

For citation: Jalilov R.B., Kamalov U.U., Karayev A.T. A study of solar energy use in the power supply scheme of the Bukhara city heat supply system. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2026, no. 3 (1), pp. 143-151.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.23471679>

Received: 12.04.2026

Revised: 02.05.2026

Accepted: 14.06.2026

Published: 19.10.2026

Copyright: © Rashid B. Jalilov, Umar U. Kamalov, Anvar T. Karaev, 2026. Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Результаты: будут внедряться автоматизированные информационно-измерительные системы учета и контроля тепловой и электрической энергии (АИИСКУЭ и АИИСКУТ) в рамках мероприятий по повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере, внедрение энергосберегающих технологий, развитие возобновляемых источников энергии и цифровизации систем теплоснабжения.

Ключевые слова: энергоэффективность; энергоэффективность в секторах экономики и социальной сфере; закрытые схемы теплоснабжения; цифровизация систем теплоснабжения; использование солнечных фотоэлектрических установок в схемах энергоснабжения систем производства и подачи тепловой энергии; а также автоматизированные информационно-измерительные системы контроля и учета тепловой и электрической энергии (АИИСКУЭ и АИИСКУТ).

A study of solar energy use in the power supply scheme of the Bukhara city heat supply system

Rashid B. Jalilov¹, Umar U. Kamalov^{1,a}, Anvar T. Karaev^{1,b}

¹) DSc, prof., Bukhara State Technical University, Bukhara, 200117 Uzbekistan; zhililov.rashid@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6112-490X>

^{1,a}) Bukhara State Technical University, Bukhara, 200117 Uzbekistan; umarkamalov19620716@gmail.com

^{1,b}) JSK [buxoroenergomarkaz](mailto:buxoroenergomarkaz@gmail.com), Bukhara, 200117 Uzbekistan; buxoroenergomarkaz@gmail.com.

Relevance: the work is driven by the need to analyze existing heat supply systems and research the integration of modern, non-traditional energy sources— alongside the implementation of digitalization in the thermal energy sector— which serve as a foundation for improving energy resource efficiency; this is particularly relevant given the significant energy losses associated with these systems. It is demonstrated that the implementation of modernized and digitized closed-loop heat supply systems enables a significant reduction in energy losses, while the simultaneous integration and use of solar photovoltaic plants within the power supply infrastructure of these systems facilitate a more rational use of energy resources.

Aim: to further improve energy efficiency in heat supply systems, achieve significant savings in thermal and electrical energy, generate heat using modern closed-loop systems, and integrate solar photovoltaic installations into relevant energy supply schemes, measures will be taken to reduce costs associated with the transmission, distribution, and supply of heat to the public, as well as to implement more rational and accurate metering of thermal and electrical energy consumption.

Methods: improving heat generation and heat supply systems for boiler plant complexes, as well as enhancing energy efficiency through the use of non-traditional energy sources in their energy supply schemes and the optimization of thermal engineering parameters.

Results: automated information and measurement systems for the metering and monitoring of thermal and electrical energy (AIMSMMTE and AIMSMMEE) will be implemented as part of measures to improve energy efficiency across economic sectors and the social sphere, alongside the adoption of energy-saving technologies, the development of renewable energy sources, and the digitalization of heat supply systems.

Key words: energy efficiency; energy efficiency in economic sectors and the social sphere; closed heat supply schemes; digitalization of heat supply systems; use of solar photovoltaic installations in energy supply schemes for heat generation and distribution systems; as well as automated information-measuring systems for monitoring and metering thermal and electrical energy (AIMSMMTE and AIMSMMEE).

1. Введение (Introduction)

Анализ энергетической стратегии развитых стран мира показывает, что в качестве важных направлений определены повышение энергоэффективности в различных отраслях экономики и экономия традиционных энергоресурсов. Поэтому важна диверсификация топливно-энергетического баланса в мире за счет развития возобновляемых источников энергии и внедрения инновационных энергосберегающих технологий.

В мире наиболее эффективный путь развития отрасли – переход на энерго-эффективное производство за счет модернизации энергетического и технологического оборудования. Проблема рационального и экономного использования топливно-энергетических ресурсов связана с их неэффективным использованием, ростом добычи и производства, со значительным увеличением затрат, увеличением потребления материальных и трудовых ресурсов[1-8,14,17-19].

В этом направлении, среди прочего, приоритетом является разработка современных систем энергообеспечения, продолжаются исследования по снижению расхода энергетических ресурсов и повышению энергоэффективности технологических процессов в системах теплоснабжения на основе эффективного внедрения инновационных технологий.

В Узбекистане проводятся также, широкомасштабные мероприятия в рамках государственных проектов по модернизации энергетической отрасли и перехода к современным решениям на базе инновационных технологий.

В нашей Республике в разрезе отраслей экономики реализуются масштабные мероприятия по созданию, совершенствованию и внедрению новых технологических решений в целях со-



крашения энергоемкости в полтора раза к 2030 году. В Постановлении Президента Республики Узбекистан от 02.12.2022г № ПП-436 «О мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход Республики Узбекистан на «зеленую» экономику до 2030 года и определены задачи по снижению энергоемкости на **20%**. В этой связи одна из важнейших проблем современности-внедрение современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий отдельных видов оборудования, установок, сетей и систем в целом, а также поиск возможных путей повышения стабильности становятся первоочередными задачами как в ходе эксплуатации, так и при проектировании.[1,18]:

Энергосберегающая технология – новый или усовершенствованный технологический процесс, характеризующийся более высоким коэффициентом полезного использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Внедрение энергосберегающих технологий в хозяйственную деятельность как предприятий, так и частных лиц на бытовом уровне, является одним из важных шагов в решении многих экологических проблем – изменения климата, загрязнения атмосферы (например, выбросами от ТЭЦ), истощения ископаемых ресурсов и др. [10-14,16-18].

2. Материалы и методы (Materials and Methods)

Анализ статистических данных потребления энергоресурсов в энергоустановках АО «БЭМ», свидетельствует, что с внедрением индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) в системе теплоснабжения жилого сектора и объектов социального назначения заметно выросло потребление электроэнергии (ЭЭ), в виду того, что в договоре об электроснабжении между АО Бух ПТЭС (энергоснабжающая организация -поставщик ЭЭ) и АО «БЭМ» (потребитель ЭЭ), расходы ЭЭ на нужды ИТП жилого сектора и объектов социального назначения отнесены в долю АО «БЭМ».

Ниже в таблице 1. приведены данные по выработке тепловой энергии и потреблению природного газа за 2020-2024 годы.

Таблица 1. Выработке тепловой энергии и потреблению природного газа по предприятию АО «БЭМ» за 2020-2024 годы.

Table 1. Thermal energy generation and natural gas consumption at JSC BEM for the period 2020–2024.

Годы	Выработка тепловой энергии, Гкал	Хоз. нужды Гкал	ГВС и ОВ Гкал	ОВ и ГВС население, Гкал	Прочие потребители, Гкал	Потери, Гкал	Природный газ, потребление млн. м ³
2020	336 716	2 098	334 617,6	210 423,90	111 499,03	12 694,65	45 314,6507
2021	263102,23	1750,43	261 351,8	166 998,31	78 536,75	15 816,74	35 467,1942
2022	206919,25	2205,83	204 713,42	155 051,90	33 586,04	16 075,48	26 841,0140
2023	156714,86	2246,87	154 467,99	131 371,30	9 710,11	13 386,58	21 196,5865
2024	156714,86	2246,87	154 467,99	131 371,30	9 710,11	13 386,58	21 196,5865
Итого	1 120 167	10 548	1 109 619	795 216,7	243 042	71 360,03	150 016

Тепловые сети при закрытой схеме могут подать потребителю несколько меньшее количество тепла, чем при открытой схеме. При горячем водоснабжении потребителей с применением одноступенчатых параллельно присоединяемых водо-водяных подогревателей подача тепла потребителям снижается на 15–18% по сравнению с открытой схемой

В таблице -2 приведены расчеты расхода, воды, электроэнергии, газа тепла и ГВС на сновании различных методов с учетом потребления и потерь в системе теплоснабжения.

В результате применения современных энергосберегающих технологий и оборудования в системах централизованного теплоснабжения уровень предоставления услуг теплоснабжения и горячего водоснабжения пилотного района г. Бухара стала конкурентоспособным по отношению к другим методам обогрева помещений и получения ГВС [14,14-19].

Во исполнении Постановления Президента Республики Узбекистан № ПП-57 от 16 февраля 2023 года “О мерах по ускоренному внедрению возобновляемых источников энергии и энергоэффективных технологий в 2023 году”, а также Указа Президента "О дополнительных мерах по повышению эффективности использования энергетических ресурсов" УП-222 от 14.06.2024 г. на предприятии АО «Бухараэнергомарказ» (АО «БЭМ») с 2024 г. началось установка солнечных панелей – как возобновляемый источник энергии на стороне 0,4 кВ КТП АО «БЭМ».

Авторами разработана схема подключения панелей фотоэлектрической станции (ФЭС) к 0,4 кВ КТП АО «БЭМ»

Таблица 2. Показатели эффективности в распределении тепла, западные стандарты и текущий статус БЭМ

Table 2. Heat distribution efficiency indicators, Western standards and the current status of JSC BEM.

ОРЕХ компонент	Типичные Западные стандарты	Стандарты БЭМ	Комментарии
Электричество для насосной станции	8 кВт/МВт-ч	Общее потребление электроэнергии в 2015/2016 году составило 28 кВт/МВт-ч 50% оценивается для накачки	Существуют возможности для сокращения затрат за счет оптимизации, автоматизации и контроля, порядка доставки продукции и т. д.
Сетевые потери тепла (включая фактические потери тепла и погрешность измерения)	10% от производства тепла	Расчетное значение от абсолютных тепловых потерь составляет 2025% Никаких измерений, не правильных действий не наблюдалось в течение последних лет	Не контролируется после установки труб. В зависимости от технологии труб, географии сети и плотности тепловой нагрузки.
Сетевые потери воды	1,6 м ³ р.а./сеть м ³	Стандарты ЧИЭ нельзя сравнивать, только из-за того что там существует открытая система ГВС. Кроме того, никакие измерительные работы в системе не проводились.	Указывает косвенное состояние трубопроводов. Подпиточная вода - это переменная стоимость, классифицированная как расходная стоимость.
Неисправности в трубопроводах	0,02-0,15 отказов на километр.	Надежные данные недоступны.	Указывает напрямую на состояние трубопроводов.

Ниже на рис. 1. приведена разработанная схема подключения солнечных панелей стороне 0,4 кВ КТП АО «БЭМ».

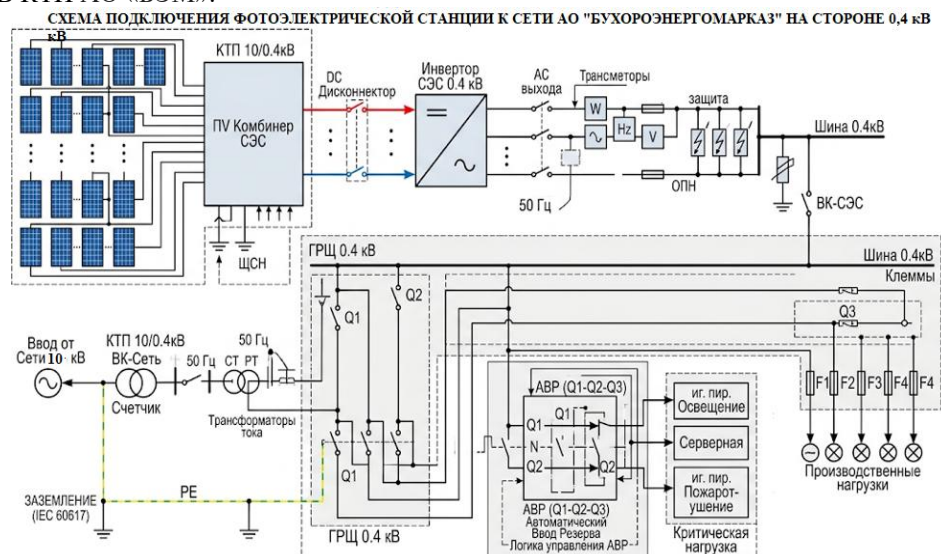


Рис. 1. Разработанная схема подключения солнечных панелей стороне 0,4 кВ КТП АО «БЭМ».

Fig. 1. A connection scheme for solar panels has been developed for the 0.4 kV side of the JSC “BEM” package transformer substation.

Следует отметить, что данное мероприятие в определённой степени служить для выполнения задач, поставленных в Постановление Президента Республики Узбекистан о мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход Республики Узбекистан к «зеленой» экономике к 2030 году, а также Постановление Кабинета Министров Республики

Узбекистан № 204 «О дополнительных мерах по внедрению рыночных механизмов в топливно-энергетической сфере» от 16.04.2024 г.

3. Результаты исследования (Results)

В статье приведены различные методы основанные на опыте энергосберегающих современных технологий и рекомендуемые для внедрения в промышленных котельных. «Разработанная и внедрена автоматизированная информационно-измерительная система контроля и учета

тепла (АИИСКУТ)»

Технологическими объектами автоматизации являются:

- узлы учета расходов природного газа,
- исходной водопроводной воды,
- прямой и обратной сетевой воды энергоустановок источников тепловой энергии и-
- узлы учета расходов холодной водопроводной воды,
- прямой и обратной сетевой воды потребителей тепловой энергии.

Структурная схема АИИСКУТ приведена на рис.2.

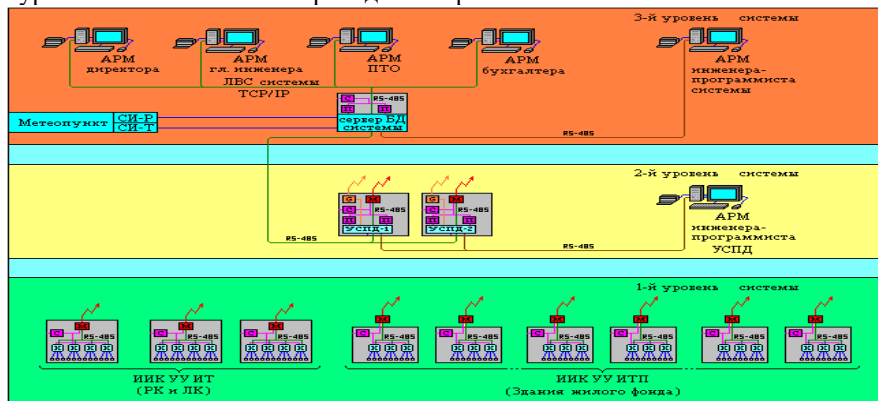


Рис. 2. Структурная схема АИИСКУТ внедренная на котельной АО «Бухараэнергомарказ».

Fig. 2. Block diagram of the AIISKUT system implemented at the boiler house of JSC "Bukha-raenergomarkaz" (JSC "BEM").

На каждом узле учета районных, локальных и мини котельных с помощью приборов АИИСКУТ определяет следующие величины:

- время работы приборов узла учета;
- расход природного газа;
- отпущенная тепловая энергия;
- масса (или объем) теплоносителя, отпущенного и полученного источником теплоты ответственно по подающему и обратному трубопроводам;
- масса (или объем) теплоносителя, расходуемого на подпитку системы теплоснабжения;
- расход природного газа за каждый час;
- тепловая энергия, отпущенная за каждый час;
- масса (или объем) теплоносителя, отпущенного и полученного источником теплоты соот-ветственно по подающему и обратному трубопроводам за каждый час;
- масса (или объем) теплоносителя, расходуемого на подпитку системы теплоснабжения за каждый час;
- среднечасовое и среднесуточное значения температуры теплоносителя в трубопроводах подачи и возврата сетевой воды и трубопроводе холодной воды, используемой для подпитки;
- среднечасовые значения давлений теплоносителя в трубопроводах подачи и возврата се-тевой воды и трубопроводе холодной воды, используемой для подпитки.

Виды состояний на дисплее монитора специализированного промконтроллера в составе ИИК УУ технологического объекта (котельная АО «БЭМ») показаны на рис. 3 и рис.4.

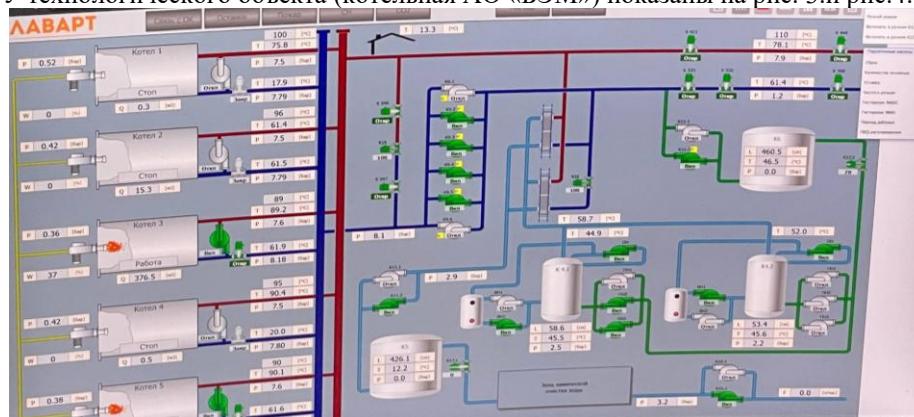


Рис. 3. Вид окна на дисплее монитора специализированного промконтроллера в составе ИИК УУ АИИСКУТ АО «БЭМ».

Fig. 3. Window on the display of the specialized industrial controller within the AIISKUT automated metering and control system's measuring and computing complex JSC "BEM".

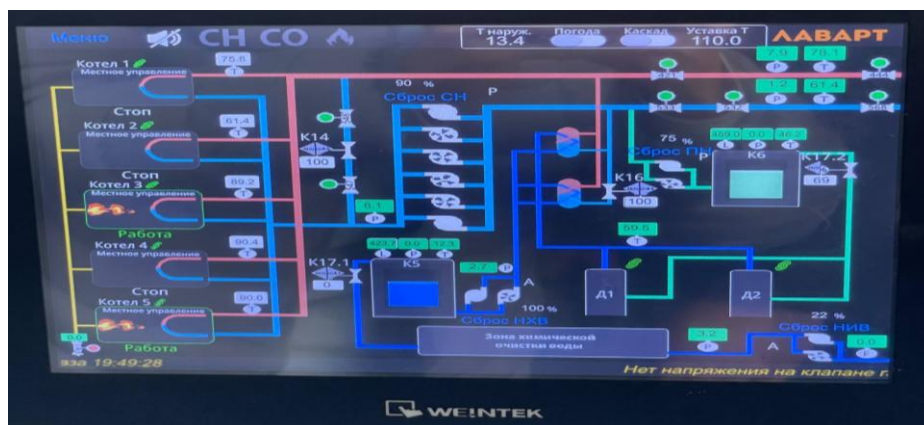


Рис. 4. Вид окна на дисплее монитора специализированного промконтроллера в составе ИИК УУ АИИСКУТ.

Fig. 4. Window on the display of the specialized industrial controller within the AIISKUT automated metering and control system's measuring and computing complex JSC "BEM".

В результате модернизации тепловых сетей и систем распределения тепла предприятия АО «Бухороэнергомарказ», в 2025 году были выполнены работы по замене 5,5 км. теплотрасс на трубы с пенополиуретановой (ППУ) изоляцией. На объектах социальной инфраструктуры и жилых домах установлены 264 шт. индивидуальных тепловых пункта (ИТП). Расход электрической энергии в целом по предприятию значительно увеличился за счет потребления ИТП.

Обеспечение ИТП электроэнергией осуществляется от общей городской электросети, подключенной к системе. А на некоторых объектах, обеспечение ИТП электроэнергией, осуществляется за счет общедомовых электрических сетей. Так как системы энергообеспечения жилых домов, социальных, нежилых и юридических объектов, являются потребителями III категории по надежности электроснабжения, то согласно ПТЭ, электроснабжение осуществляется от одного источника и допускается перерыв в электроснабжении. Это однозначно влияет на теплоснабжение этих объектов и создает значительные неудобства для потребителей тепла.

Установка фотоэлектрических панелей, для выработки электроэнергии и покрытия потребления электрической мощности установленных на ИТП, является преимущественным решением и упрощает этот недостаток, а так же значительно повышает ее надежность и работоспособность при длительном отключении от электросети.

Далее на рис. 5. представлен график, на котором наглядно показано стабильное снижение выработки тепловой энергии и значительное снижение расхода энергоресурсов за период с 2020-2026 гг. На таблицах 3 и 4 приведены результаты анализа экономической эффективности и снижения потерь за отопительные сезоны 2024-25г.г. и 2025-26 г.г.

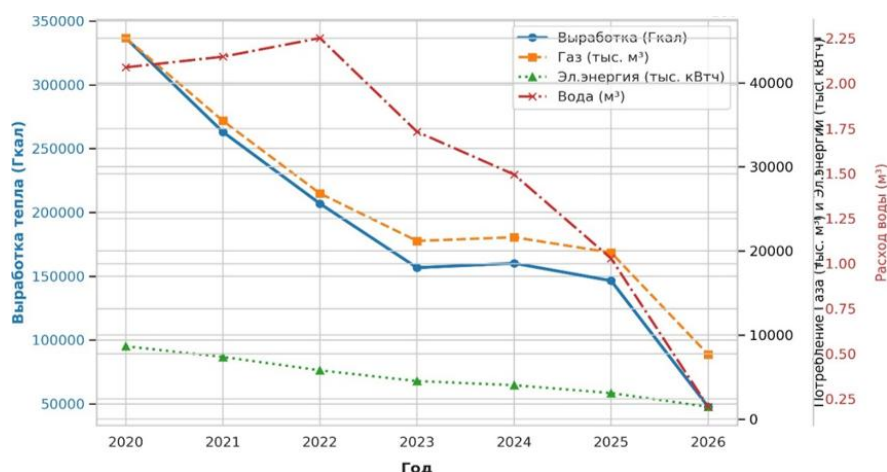


Рис.5. Зависимости выработки тепла и потребления энергоресурсов по АО «Бухараэнергомарказ» (2020-2026 гг.).

Fig. 5. Relationships between heat generation and energy resource consumption for JSC "Bukharaenergo Markaz" (2020–2026 y.y.).

Таблица 3. Анализ экономической эффективности и снижения потерь за отопительные сезоны 2024-25 г.г. по предприятию АО «БЭМ»

Table 3. Analysis of economic efficiency and loss reduction for the 2024–25 heating seasons at JSC "BEM"

Месяц	Отопительный сезон 2024-25 гг.					
	Тепло Выработка, Гкал	Потери, Гкал	Газ м.куб	Условное топливо т.у.т	Эл.энер- гия Р (т.кВт.ч.)	Ракт.энер- гия Q (т.кВт.ч.)
октябрь	3 956,42	601,88	530,9040	621,158	145,240	89,100
ноябрь	12 977,63	1 689,98	1776,1352	2 078,078	414,290	196,980
декабрь	38 447,51	2 596,11	5162,4817	6 040,104	701,040	346,320
4-кварт	55 381,56	4 887,97	7 469,52	8 739,33	1 260,570	632,400
январь	38 417,56	2 571,22	5163,3860	6 041,162	745,260	369,780
февраль	33 043,63	2 233,23	4442,5323	5 197,763	652,350	321,420
март	17 248,83	1 383,12	2318,7151	2 712,897	331,380	175,620
1-квар.	88 710,02	6 187,57	11 924,63	13 951,821	1 728,990	866,820
Итого за сезон	144091,58	11075,54	19394,15	22691,15	2989,56	1499,22

Таблица 4. Анализ экономической эффективности и снижения потерь за отопительные сезоны 2025-26г.г. по предприятию АО «БЭМ»

Table 4. Analysis of economic efficiency and loss reduction for the 2025-26 y.y. heating seasons at JSC "BEM"

Месяц	Отопительный сезон 2025-26 гг.					
	Тепло выработка, Гкал	Потери, Гкал	Газ тыс. м³	Условное топливо т.у.т	Эл.энергия Р (т.кВт.ч.)	Реакт. энергия Q (т.кВт.ч.)
октябрь	3 573,06	558,60	496,2589	496,2589	85,056	41,581
ноябрь	15097,80	1 565,36	2 071,108	2 071,1080	299,492	74,220
декабрь	23198,21	1 135,29	3 104,991	3 104,9915	477,385	191,221
4-кварт	41869,07	3 259,25	5 672,358	5 672,3584	861,933	307,022
январь	28471,05	1 140,70	3356,8461	3 927,510	610,010	235,324
февраль	19093,57	925,70	2333,5349	2 730,236	539,093	195,122
март	17130,35	767,93	2005,8615	2 346,858	434,095	144,480
1-кварт	64694,97	2 834,33	7696,2425	9 004,604	1 583,198	574,926
Итого за сезон	106 564,04	6 093,58	13 368,6	14 676,96	2 445,131	881,948

4. Заключение (Conclusions)

1. Анализ существующей системы теплоснабжения и горячего водоснабжения жилого массива города Бухары показал, что работа источников тепла, магистральных и распределительных тепловых сетей, а также работа внутридомовых систем отопления и горячего водоснабжения не в полной мере соответствовали требованиям нормативов и стандартов для данного типа услуг. После реализации мероприятий по внедрению инновационных технологий, в первую очередь позволило обеспечить надежное и качественное теплоснабжение потребителей, и существенно повысить эффективность использования тепловой энергии.

2. Анализ данных и сравнение показателей по выработке тепловой энергии и расхода ресурсов за отопительный период (с октября по март) 2024-25 г.г. и отопительный период (с октября по март) 2025-26г.г. (по результатам годовых отчетов АО «Бухараэнергомарказ»), как показанные выше в таблицах 3. и 4. подтверждает высокую эффективность выполненных мероприятий по внедрению инновационных технологий. Сокращение выработки тепла и снижение расходов только за 2025-26г.г. (с октября по март) значительно уменьшает затраты, что составляет порядка на 30%.

3. По результатам проведенных исследований можно однозначно подтвердить значительную экономии природных ресурсов. Рассчитана и обоснована экономическая эффективность применения солнечных панелей при производстве комбинированной - тепловой и электрической энергии. Расчеты показали, что за период одного отопительного сезона 2025-2026 г.г. по сравнению с 2024-2025г.г. экономический эффект составил сумму 9 223 372 тыс.сум. При этом выбросы в атмосферу CO и CO₂ сокращены на 2,8 тыс. тонн в год.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Президента Республики Узбекистан о мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход Республики Узбекистан к «зеленой» экономике к 2030 году. <https://lex.uz/docs/-630323>.
2. Аллаев К.Р. Современная энергетика и перспективы её развития /под ред. Салимова А.У. –

- Т.: Fan va texnologiyalar nashriyot-manbaa uyi, 2021. – 952 с.
- 3.Фортов Е.Е. Энергетика будущего на базе прорывных технологий как основе новой энергетической цивилизации. // Электронный ресурс]. URL:http://www.energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm.
4. Масленников В.М. Комбинированное производство электроэнергии, тепла и холода – актуальное направление в современной энергетике. // Электронный ресурс]. URL:http://www.energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm.
3. Кому и зачем нужна комбинированная выработка энергии. // Электронный ресурс URL: <https://www.eprussia.ru/teploenergetika/10/142.htm>.
5. Комбинированные микро-источники тепловой и электрической энергии. Электронный ресурс URL:https://global.kawasaki.com/ru/energy/solutions/distributed_power/index.html.
6. Кудрин Б.И. В.С. Кожиченков. Новые тенденции в тригенерационных технологиях // Портал по теплоснабжению РосТепло.ру. Электронный ресурс. URL:<http://www.energsovet.ru>.
7. Jalilov, R., Kamalov, U., Akhmedov, A. Prospects for the Combined Production of Electric Power, Heat and Cold - The Current Direction in the Energy Under the Conditions of Digital Transform (2022) AIP Conference Proceedings, 2552, статья № 060012, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85146478152&doi=10.1063%2f5.0117485&partnerID=40&md5=85073c6> DOI: 10.1063/5.0117485.
8. Rashid Zhalilov, Saidmurod Latipov, Aslanova Gulnoz. // Using Alternative Energy Sources- Way to Intellectualization and Greater Energy Efficiency in Modern Industrial Enterprises.// International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD) Volume 5 Issue 2, January-February 2021 Available Online: www.ijtsrd.com. ISSN: 2456 – 6470, p.908-911.
9. Повышение энергоэффективности системы теплоснабжения в Республике Узбекистан Бухара. Итоговое ТЭО 29.09.2018г. «Модернизация системы теплоснабжения пилотного района города Бухара».
10. Жалилов Р.Б., Повышение надёжности систем электроснабжения в условиях цифровой трансформации. «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари» журналы, Тошкент, 2021 – махсус сони. –84-88 б.
11. Жалилов Р.Б., Латипов С.Т. Интеллектуализация систем энергетики с использованием информационных и коммуникационных цифровых технологий // Материалы Республиканской научно-технической конференции (с участием зарубежных участников) по теме «Инновационное развитие электросетевых предприятий в условиях цифровизации отраслей экономики Узбекистана», Тошкент, ТошДТУ, 8 сентябр 2021 й.
12. Жалилов Р.Б., Камалов У.У. // Современные тенденции развития систем электроснабжения в условиях цифровой трансформации. «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари» журналы. Тошкент, 2021 – махсус сони. –47-50 б.
13. Вагин Г.Я. Методика технико-экономического обоснования внедрения ресурсо- энергосберегающих технологий и оборудования в промышленности. 13. Г.Я.Вагин, Н.Н.Головкин, Е.Б.Солнцев, А.А.Лямин // Промышленная энергетика–2005- №6 С.-8-13
14. Жалилов Р.Б., Камалов У.У., Караев А.Т. Исследование особенности цифровизации системы теплоснабжения города Бухара. Журнал «Проблемы энерго-ресурсосбережения», Ташкент, 2024. – № 4. С.155-165 .
15. Политова Т.О., Зиганшин Ш.Г., Салыхова Р.Р., Малахов А.О.Корреляционный анализ факторов влияющих на отказы трубопроводов тепловых сетей //Инженерный вестник Дона. 2015. Т. 37. № 3. С. 115.
16. Алгоритм и программа расчета параметров интеграции солнечных панелей к схеме электроснабжения энергетических установок. O‘zbekiston respublikasi Adliya vazirligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi Guvohnoma № DGU 68617 09. 09. 2026г.
17. Жалилов Р.Б., Караев А.Т. Исследование современного состояния и режима теплоснабжения города Бухара. Материалы Международной научно-практической конференции «Наука и технологии устойчивого развития современного общества», Бухара, Бух ИТИ, 2024 с. 424-426.
18. Жалилов Р.Б. Цифровизация экономики - современное состояние и перспективы развития. /Материалы Международной научно-практической конференции по теме: «Актуальные проблемы и пути их решения для устойчивого развития регионов в условиях цифровой экономики» Бухара, Бух ИТИ, 22-23 апреля 2024,с.513-518.
19. Жалилов Р.Б., Камалов У.У., Караев А.Т. Повышение энергоэффективности теплосетей и улучшение экологической составляющей при реализации проекта реконструкции централизованного теплоснабжения в г. Бухаре. «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари» журналы,Тошкент, 2025.– № 4. – с.187-196.



REFERENCES

1. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PP-4477 dated October 4, 2020 "On approval of the strategy for the transition of the Republic of Uzbekistan to a green economy for the period 2019 – 2030." Lexx.Uz.
2. Allaev K.R. Modern energy and prospects for its development. Under the general editorship of Academician A.U. Salimov. -T.: "Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi", 2021. 952 pp.
3. Fortov E.E. Energy of the future based on breakthrough technologies as the basis of a new energy civilization. //Electronic resource]. [URL:http://www.energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm](http://www.energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm).
4. Maslennikov V.M. Combined production of electricity, heat and cold is a current trend in modern energy. //Electronic resource]. [URL:http://www.energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm](http://www.energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm).3. Who needs combined energy production and why. //Electronic resource [URL:https://www.eprussia.ru/teploenergetika/10/142.htm](https://www.eprussia.ru/teploenergetika/10/142.htm).
5. Combined micro-sources of thermal and electrical energy. Electronic resource. [URL:https://global.kawasaki.com/ru/energy/solutions/distributed_power/index.html](https://global.kawasaki.com/ru/energy/solutions/distributed_power/index.html).
6. Kudrin B.I. V.S. Kozhichenkov. New trends in trigeneration technologies // Heat supply portal RosTeplo.ru. Electronic resource. [URL:http://www.energsovet.ru](http://www.energsovet.ru).
7. Jalilov, R., Kamalov, U., Akhmedov, A. Prospects for the Combined Production of Electric Power, Heat and Cold - The Current Direction in the Energy Under the Conditions of Digital Transform (2022) AIP Conference Proceedings, 2552, article No. 060012, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85146478152&doi=10.1063%2f5.0117485&partnerID=40&md5=85073c6>
8. Rashid Zhalilov, Saidmurod Latipov, Aslanova Gulnoz. //Using Alternative Energy Sources- Way to Intellectualization and Greater Energy Efficiency in Modern Industrial Enterprises //International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD) Volume 5 Issue 2, January-February 2021 Available Online: www.ijtsrd.com. ISSN: 2456 – 6470, p.908-911.
9. Improving the Energy Efficiency of the Heat Supply System in the Republic of Uzbekistan (Bukhara) – Final Feasibility Study (September 29, 2018): "Modernization of the Heat Supply System in a Pilot District of Bukhara City ".
10. Zhalilov R.B. Increasing the reliability of power supply systems in the context of digital transformation. "Energy va resource tezhash muammolari" journal, Tashkent, 2021 – makhsus son. –84-88 b.
11. Zhalilov R.B., Latipov S.T. Intelligentization of energy systems using information and communication digital technologies //Materials of the Republican Scientific and Technical Conference (with the participation of foreign participants) on the topic "Innovative development of electric grid enterprises in the context of digitalization of economic sectors of Uzbekistan", Toshkent, ToshDTU, September 8, 2021.
11. Zhalilov R.B., Kamalov U.U. //Current trends in the development of power supply systems in the context of digital transformation "Energy va resource tezhash muammolari" journal, Tashkent, 2021 – makhsus son. –47-50 b.
13. Vagin G.Ya. Methodology for feasibility study of the introduction of resource- and energy-saving technologies and equipment in industry. 13. G.Ya. Vagin, N.N. Golovkin, E.B. Solntsev, A.A. Lyamin // Industrial Energy – 2005- No. 6 P.-8-13
14. Danilov O.L., Garyaev A.B., Yakovlev I.V. and others. Energy saving in heat power engineering and heat technologies. Pod ed. A.V. Klimenko. M.: Publishing house MPEI. 2009
15. Politova T.O., Ziganshin Sh.G., Salyakhova R.R., Malakhov A.O. Correlation analysis of factors influencing failures of pipelines of heating networks // Engineering Bulletin of the Don. 2015. T. 37. No. 3. P. 115.
16. Algorithm and program for calculating parameters for integrating solar panels into the power supply systems of power installations. Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan. Certificate of Official Registration of a Computer Program No. DGU 68617 (valid until September 9, 2026).
17. Jalilov R.B., Karaev A.T. Study of the current state and heat supply regime of the city of Bukhara. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Science and Technologies for the Sustainable Development of Modern Society," Bukhara, Bukhara Engineering-Technological Institute, 2024, pp. 424–426.
18. Zhalilov R.B. Digitalization of the economy - current state and development prospects. /Materials of the International Scientific and Practical Conference on the topic: "Current problems and ways to solve them for sustainable development of regions in the digital economy" Bukhara, Bukh ITI, April 22-23, 2024, p. 513-518.
19. Jalilov R.B., Kamalov U.U., Karaev A.T. Increasing the energy efficiency of heating networks and improving the environmental component in the implementation of the project for the reconstruction of centralized heat supply in Bukhara. "Energy and the resource for sustainable development" magazine, Tashkent, 2025. - No. 4. - pp. 187-196.