

УДК 691:620.9

***ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭКОНОМИКУ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ***

***Сафина Л.З.***

*студент,*

*ФГБОУ ВО «Казанский Государственный Энергетический Университет»*

*Казань, Россия*

***Салихова Р.Р.***

*к.э.н., доцент кафедры «Экономика и организация производства»,*

*ФГБОУ ВО «Казанский Государственный Энергетический Университет»*

*Казань, Россия*

**Аннотация**

В работе исследуется влияние инновационных строительных материалов и технологий на экономическую эффективность теплоснабжающих предприятий в условиях регионов с продолжительным отопительным периодом. На примере Республики Татарстан рассмотрены проблемы высокого износа сетей и значительных теплопотерь. Исследованы ключевые направления модернизации: внедрение полимерных и композитных труб, предизолированных труб ППУ с системами дистанционного контроля (СОДК), а также современных теплоизоляционных материалов (базальтовая вата, аэрогели, фольгированные и жидкие композиты). Особое внимание уделено цифровизации как стратегическому фактору, включая создание «цифровых двойников» и предиктивную аналитику. Комплексное внедрение инноваций формирует устойчивый экономический эффект за счёт сокращения эксплуатационных и капитальных затрат, повышения надёжности сетей и инвестиционной привлекательности предприятий.

**Ключевые слова:** теплоснабжение, инновационные материалы, строительство, модернизация, цифровизация, экономическая эффективность, энергоэффективность, Республика Татарстан.

***THE IMPACT OF INNOVATIVE BUILDING MATERIALS AND  
TECHNOLOGIES ON THE ECONOMY OF HEAT SUPPLY COMPANIES***

***Safina L.Z.***

*student,*

*Kazan State Power Engineering University*

*Kazan, Russia*

***Salikhova R.R.***

*PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economics and*

*Production Management,*

*Kazan State Power Engineering University*

*Kazan, Russia*

**Abstract**

The paper examines the impact of innovative building materials and technologies on the economic efficiency of heat supply enterprises in regions with a long heating period. Using the example of the Republic of Tatarstan, the problems of high network wear and significant heat loss are considered. The key areas of modernization are investigated: the introduction of polymer and composite pipes, pre-insulated PU pipes with remote control systems, as well as modern thermal insulation materials (basalt wool, aerogels, foil and liquid composites). Special attention is paid to digitalization as a strategic factor, including the creation of "digital twins" and predictive analytics. The integrated implementation of innovations generates a sustainable economic effect by reducing operational and

capital costs, increasing the reliability of networks and the investment attractiveness of enterprises.

**Keywords:** heat supply, innovative materials, construction, modernization, digitalization, economic efficiency, energy efficiency, Republic of Tatarstan.

Системы централизованного теплоснабжения являются основой жизнеобеспечения населенных пунктов Российской Федерации. Эксплуатационная нагрузка на них особенно высока в регионах с продолжительным отопительным периодом. Для Республики Татарстан характерен умеренно-континентальный климат со значительными сезонными колебаниями температуры. В отопительном сезоне 2024–2025 годов длительность периода отопления в регионе достигла 243 дня, что существенно увеличивает нагрузку на инфраструктуру теплоснабжения [3]. При этом высокий уровень износа основных фондов, достигающий 56-74%, вызывает значительные потери тепловой энергии, которые, по различным оценкам, достигают 25-30% [2, 8]. Эти проблемы наносят существенный экономический ущерб и создают угрозу перебоев в поставках тепла в периоды пиковых нагрузок.

Значительная доля теплопотерь связана с недостаточной энергоэффективностью теплоизоляции трубопроводов, зданий котельных и тепловых пунктов. Республика Татарстан является одним из лидеров в Приволжском федеральном округе по темпам модернизации коммунальной инфраструктуры. В рамках реализации Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении...» и республиканских целевых программ проводится планомерная работа по внедрению современных теплоизоляционных решений. Ключевым направлением снижения издержек и повышения надёжности теплоснабжения выступает внедрение инновационных материалов и цифровых технологий, включая BIM-моделирование и интеллектуальные системы мониторинга сетей.

В контексте ужесточения тарифного регулирования рассматриваемый вопрос выходит на первый план, поскольку от этого зависит экономическая устойчивость теплоснабжающих организаций. Инновационные технологии приобретают решающее значение для поддержания конкурентных позиций теплоснабжающих компаний и улучшения социальных условий проживания населения. Одним из наиболее перспективных направлений модернизации жилищно-коммунального хозяйства является замена изношенных стальных трубопроводов на современные полимерные и композитные аналоги, что находит своё отражение в реализации программ, подобных проекту «Теплая страна». Современные полимерные трубы – это трехслойные конструкции из специального полиэтилена PE. Они отличаются долговечностью (срок службы до 100 лет), термостойкостью (до  $+95^{\circ}\text{C}$ ) и, что наиболее важно, крайне низкой теплопроводностью – в 150–200 раз ниже, чем у стали. Их ключевые преимущества включают низкую гидравлическую шероховатость и возможность бестраншейной укладки, что позволяет сократить время монтажа и объем земляных работ. Композитные трубы на основе армированной полимерной матрицы рассчитаны на более высокие температурные нагрузки (до  $+130^{\circ}\text{C}$ ) и демонстрируют более низкий коэффициент теплопроводности, сохраняя аналогичные эксплуатационные преимущества.

Экономический эффект от внедрения полимерных и композитных труб носит комплексный характер. Снижение капитальных затрат обеспечивается за счёт сокращения объёма земляных работ и экономии на теплоизоляции. Сокращение операционных расходов достигается благодаря минимизации аварийности, значительному снижению теплопотерь и увеличению межремонтного интервала, что также приводит к экономии топлива. Эффективность данных решений подтверждается реализованными проектами. Например, модернизация водовода на Камских Полянах обеспечила годовую экономию: 400 тыс. рублей на электроэнергии и 2,7 млн Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

рублей – за счёт сокращения потерь воды и затрат на ремонты [5]. Применение данных материалов позволяет значительно ускорить обновление инфраструктуры при сохраняемых объёмах инвестиций. Ключевым долгосрочным преимуществом является коррозионная стойкость пластиковых решений, которая исключает характерные для стальных сетей утечки и аварии, а также затраты на электрохимическую защиту. Основными ограничениями для масштабного применения остаются высокая начальная стоимость и эксплуатационные температурные ограничения материалов.

Сегодня для прокладки и реконструкции тепловых сетей массово применяется технология предизолированных труб с пенополиуретановой (ППУ) изоляцией, известная как технология «труба в трубе». Наибольший экономический и эксплуатационный эффект предизолированные трубы ППУ дают при бесканальной прокладке – способе, когда трубопровод укладывают непосредственно в предварительно подготовленную траншею без бетонных лотков и камер [1]. Интегрированная система оперативного дистанционного контроля (СОДК) позволяет осуществлять постоянный мониторинг состояния теплоизоляции и своевременно обнаруживать дефекты. Правильно смонтированная ППУ-изоляция позволяет снизить теплопотери с 150–200 Вт/м до 15–25 Вт/м погонного метра трубопровода, что для участка длиной 1 км обеспечивает экономию 1,5–2 МВт тепловой энергии ежечасно, а интеграция СОДК, выявляющая 85% повреждений на 7–10 дней раньше традиционных методов, предотвращает развитие аварийных ситуаций [9]. Внедрение системы мониторинга СОДК на базе технологии беспроводной связи LoRaWAN на тепловых сетях филиалов АО «Татэнерго» в Казани, Нижнекамске, Набережных Челнах оказало значительное влияние на операционную деятельность теплоснабжающих предприятий. Технология позволила перейти к предиктивному обслуживанию: точно определять проблемные участки и оптимизировать бюджет на ремонты, сократить количество выездных проверок аварийно-ремонтных бригад, а также

Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

добиться экономии на логистике и трудозатратах за счёт дистанционного сбора данных. Эффективность технологии усиливается при её интеграции в комплексные цифровые системы. Так, интеграция данных СОДК в системы «умного города» и АСУ ТП создаёт основу для «цифровых двойников», которые моделируют и оптимизируют гидравлические режимы сетей в реальном времени.

Повышение требований к энергоэффективности стимулирует переход от традиционных материалов к современным теплоизоляционным решениям. В их числе – базальтовая вата нового поколения, которая к 2025 году утвердилась на рынке как один из перспективных материалов. Её улучшенные характеристики включают низкую теплопроводность (0,034–0,039 Вт/(м·К)), устойчивость к деформации, высокую гидрофобность, повышенную термостойкость и пожаробезопасность. Эти свойства делают её перспективной для использования в теплоэнергетике. Материал применяется для технической изоляции высокотемпературного оборудования, паропроводов, котлов, утепления вентиляционных систем.

Для решения особо сложных задач теплоснабжающие предприятия республики используют аэрогели и вакуумные изоляционные панели (ВИП). Их применение на данный момент носит точечный характер и направлено на участки, где критически важна максимальная теплозащита при минимальной толщине: ремонт в стесненных местах, изоляция сложного оборудования – компенсаторов, фланцев, арматуры. Разработки Казанского государственного энергетического университета – термочехлы из кварцевого аэрогеля для изоляции трубопроводов с паром высокого давления – демонстрируют возможность работы при температурах до 650 °С, снижение теплопотерь на энергетических предприятиях и окупаются за 1,5–2 года [7].

Наряду с высокоэффективными решениями для сложных участков на надземных коммуникациях широко используются более традиционные, но технологически совершенные материалы. К их числу относится Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

фольгированная теплоизоляция. Данный материал характеризуется высокой отражающей способностью, достигаемой за счет полированной алюминиевой фольги с коэффициентом отражения до 95–97%, что существенно снижает лучистые теплотери на надземных трубопроводах, в центральных тепловых пунктах и котельных. Низкая теплопроводность базового слоя, выполненного на основе минерального волокна или вспененного полимера, дополняет эффект отражения. Важной характеристикой фольгированной теплоизоляции является ее барьерная функция, обеспечивающая защиту основного материала (металлоконструкций, изоляционного материала) от увлажнения конденсатом и сохранение его эксплуатационных свойств в течение всего срока службы.

Применение фольгированной изоляции на надземных участках позволяет снизить теплотери на 10–15% по сравнению с традиционной минеральной ватой без фольги при идентичных толщинах слоя, что обеспечивает значительную экономию энергоресурсов в условиях продолжительных зимних периодов. Её высокая эффективность позволяет уменьшать толщину слоя, экономя пространство в стеснённых условиях. Использование готовых форм (фольгированных цилиндров, матов) при этом снижает трудозатраты.

Для теплоизоляции поверхностей резервуаров, емкостей и воздухопроводов применяются жидкие композиционные теплоизоляционные материалы (ЖКТМ). Они представляют собой суспензии на основе полимерного связующего, наполненные вакуумизированными или полыми керамическими микросферами, модифицирующими добавками. Их технологические преимущества включают возможность формирования бесшовного адгезионно-прочного покрытия сложной геометрии, а также дополнительную антикоррозионную защиту поверхности.

Экономические выгоды от применения ЖКТМ имеют многогранный характер. Благодаря бесшовности и адгезионной прочности покрытия

Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327



минимизируются затраты на обслуживание и ремонт изоляции, а антикоррозионные свойства продлевают срок службы металлоконструкций. Косвенные экономические эффекты включают повышение надежности тепловых сетей за счет снижения риска перемерзания узлов, конденсации влаги, что ведет к уменьшению аварийности и сопутствующих издержек. Поскольку ЖКТМ являются дорогостоящей технологией нередко в целях экономии используется комбинированный подход. Использование слоя ЖКТМ в сочетании с традиционной изоляцией обеспечивает синергетический эффект, приводя к более значительному снижению теплопотерь по сравнению с использованием материалов по отдельности.

Проведенное исследование выявляет значительное влияние модернизации систем теплоснабжения с применением инновационных материалов и цифровых технологий на экономические показатели теплоснабжающих предприятий. Внедрение современных решений формирует устойчивый экономический эффект за счет сокращения эксплуатационных расходов, главным образом вследствие снижения тепловых потерь.

Важнейшим стратегическим направлением в отрасли остается цифровизация, включающая создание «цифровых двойников» систем теплоснабжения и интеграцию систем предиктивной аналитики в контуры управления. Это обеспечивает переход к превентивному обслуживанию, повышая надежность и управляемость сетей. Немаловажный экономический эффект создается за счет снижения экологических платежей и соответствия принципам «зеленой» экономики.

Системное внедрение инноваций повышает инвестиционную привлекательность теплоснабжающих предприятий и открывает доступ к государственным субсидиям. Это является ключевым фактором повышения их рентабельности и конкурентоспособности.



**Библиографический список:**

1. Бесканальная прокладка труб ППУ: технология, нормы, преимущества. – Текст: электронный / С. Манвелян // СтройТрейдСервис: официальный сайт. – URL: <https://s-treid.ru/stati/beskanalnaja-prokladka-trub-ppu-tehnologija-normy-preimushhestva> (дата обращения: 17.11.2025).
2. В городах Татарстана замены требуют более 65% теплосетей. – Текст: электронный // РБК Татарстан: официальный сайт. – URL: <https://rt.rbc.ru/tatarstan/freenews/67ee74099a79475d499be589> (дата обращения: 13.11.2025).
3. В Кабмине РТ подвели итоги отопительного периода 2024/2025 года. – Текст: электронный // Министерство строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Татарстан: официальный сайт. – URL: <https://minstroy.tatarstan.ru/index.htm/news/2417089.htm> (дата обращения: 13.11.2025).
4. Завершено внедрение LoRaWAN-сети передачи данных для мониторинга состояния СОДК системы теплоснабжения АО «Татэнерго». – Текст: электронный // In-power.ru. Информационный портал о ТЭК: официальный сайт. – URL: <https://www.in-power.ru/news/energobit/43292-zavershenovnedrenie-lorawan-seti-peredachi-dannyh-dlja-monitoringa-sostojaniya-sod.html> (дата обращения: 19.11.2025).
5. Инновации в ЖКХ: как Татарстан ускорил обновление коммунальных сетей. – Текст: электронный / А. Гришин // Газета.ru: официальный сайт. – URL: [https://www.gazeta.ru/social/2025/09/16/21703274.shtml?utm\\_auth=false](https://www.gazeta.ru/social/2025/09/16/21703274.shtml?utm_auth=false) (дата обращения: 18.11.2025).
6. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 23.07.2025). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL:

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_93978/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/) (дата обращения: 13.11.2025).

7. Российские ученые предложили укутывать трубопроводы в одеяла из аэрогеля. – Текст: электронный / А. Дун // Газета.ru: официальный сайт. – URL: [https://www.gazeta.ru/science/news/2022/09/07/18506107.shtml?utm\\_auth=false](https://www.gazeta.ru/science/news/2022/09/07/18506107.shtml?utm_auth=false) (дата обращения: 17.11.2025)

8. «Сети в решето»: от тепловиков Татарстана потребовали объяснить, куда уходят инвестиции. – Текст: электронный / Е. Лебедев // KazanFirst: официальный сайт. – URL: <https://kazanfirst.ru/articles/seti-v-resheto-ot-teplovikov-tatarstana-potrebovali-obyasnit-kuda-uhodyat-investiczii> (дата обращения: 14.11.2025).

9. Трубы ППУ с СОДК: как сократить потери тепла на 80% и избежать аварийных ситуаций. – Текст: электронный // Русская Промышленная Компания: официальный сайт. – URL: <https://truba-vus.ru/truby-ppu-s-sodk-sovremennye-resheniya-dlya-effektivnogo-monitoringa-i-kontrolya/> (дата обращения: 18.11.2025).

10. Хайбиев, Ф. Р. Использование теплоизоляционного материала ППУ в обеспечении работы тепловых сетей / Ф. Р. Хайбиев, А. Ю. Власова, Р. Ф. Камалиева // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 4(112). – С. 531-539.