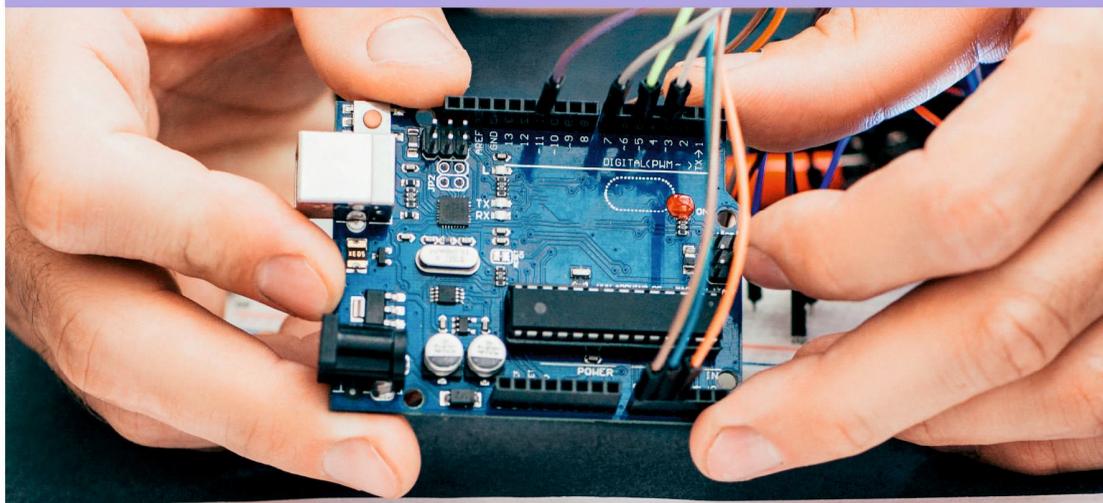




НАУЧНЫЙ  
ФОРУМ  
nauchforum.ru

ISSN: 2541-8394



№4(44)

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-  
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

МОСКВА, 2021



# НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Сборник статей по материалам XLIV международной  
научно-практической конференции*

№ 4 (44)  
Май 2021 г.

Издается с декабря 2016 года

Москва  
2021

УДК 51/53+62

ББК 22+3

НЗ4

Председатель редколлегии:

*Лебедева Надежда Анатольевна* – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

*Ахмеднабиев Расул Магомедович* – канд. техн. наук, доц. кафедры строительных материалов Полтавского инженерно-строительного института, Украина, г. Полтава;

*Данилов Олег Сергеевич* – канд. техн. наук, научный сотрудник Дальневосточного федерального университета;

*Маршалов Олег Викторович* – канд. техн. наук, начальник учебного отдела филиала ФГАОУ ВО "Южно-Уральский государственный университет" (НИУ), Россия, г. Златоуст.

**НЗ4 Научный форум: Технические и физико-математические науки:** сб. ст. по материалам XLIV междунар. науч.-практ. конф. – № 4 (44). – М.: Изд. «МЦНО», 2021. – 18 с.

ISSN 2541-8394

Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ISSN 2541-8394

ББК 22+3

© «МЦНО», 2021

## **Оглавление**

<b>Раздел 1. Технические науки</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Машиностроение и машиноведение</b>	<b>4</b>
АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ МАРКИРОВКИ ДЕТАЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	4
Левашкин Денис Геннадьевич	
Шуберт Юрий Михайлович	
Ярыгин Сергей Игоревич	
<b>1.2. Энергетика</b>	<b>10</b>
АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ КОТЕЛЬНОЙ И ТЭЦ ПРИ РАЗВИТИИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	10
Понуровский Ярослав Андреевич	
Колчанова Евгения Сергеевна	
Михайлова Лариса Юрьевна	

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## РАЗДЕЛ 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### 1.1. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

#### АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ МАРКИРОВКИ ДЕТАЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*Левашкин Денис Геннадьевич*

*канд. техн. наук, доцент,  
Тольяттинский государственный университет,  
РФ, г. Тольятти*

*Шуберт Юрий Михайлович*

*магистрант,  
Тольяттинский государственный университет,  
РФ, г. Тольятти*

*Ярыгин Сергей Игоревич*

*старший преподаватель,  
Тольяттинский государственный университет,  
РФ, г. Тольятти*

#### ALGORITHMS OF WORK AUTOMATED SYSTEM OF RECOGNITION DETAILS MARKING IN PRODUCTION CONDITIONS

*Levashkin Denis*

*Candidate of Science,  
Associate Professor, Togliatti State University,  
Russia, Togliatti*

***Yuri Shubert***

*master's student,  
Togliatti State University,  
Russia, Togliatti*

***Yarygin Sergey***

*Senior lecturer,  
Togliatti State University,  
Russia, Togliatti*

**Аннотация.** В современном машиностроении для обеспечения идентификации деталей и сборочных единиц в производственных условиях используется их маркировка. Считывание маркировки должно происходить быстро и безошибочно. Наиболее хорошие результаты показывают системы, созданные на базе обработки цифрового изображения маркировки. В статье рассматриваются алгоритмы работы автоматизированной системы распознавания маркировки деталей в производственных условиях.

**Abstract.** In modern mechanical engineering, their marking is used to ensure the identification of parts and assembly units in production conditions. The marking must be read quickly and accurately. The best results are shown by systems created on the basis of digital image processing of marking. The article discusses the algorithms of work automated system of recognition details marking in production conditions.

**Ключевые слова:** считывание маркировки; автоматизированная система; алгоритм; качество изображения; распознавание маркировки.

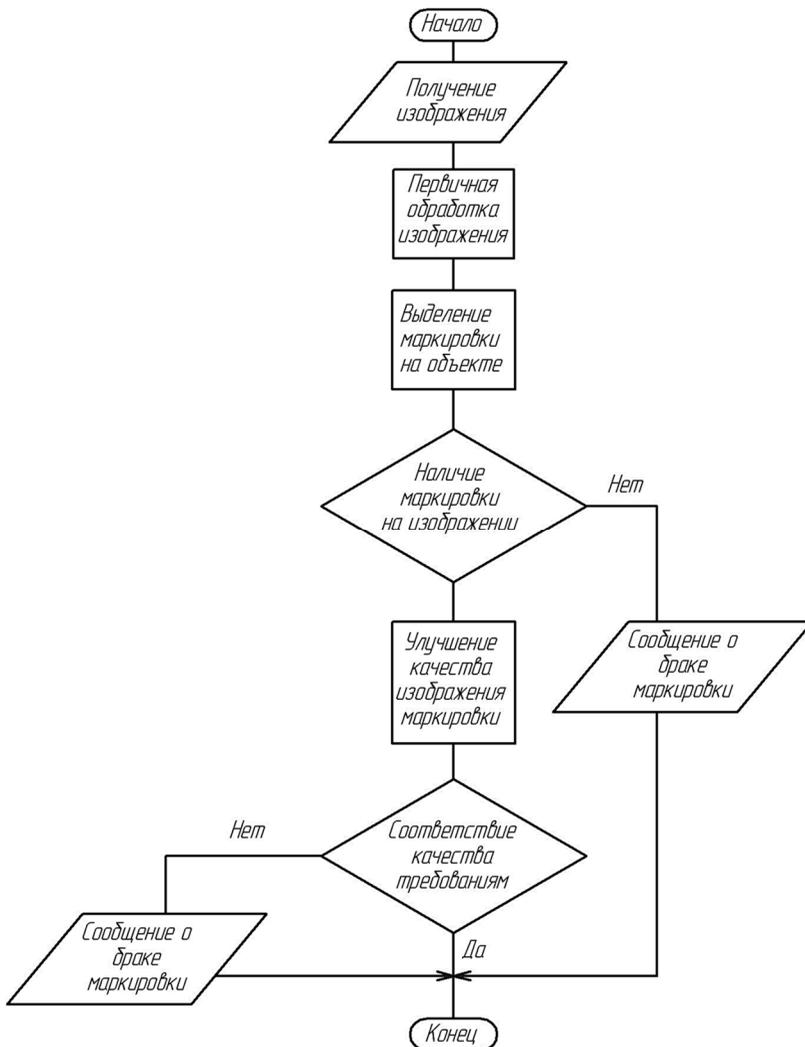
**Keywords:** marking reading; automated system; algorithm; image quality; marking recognition.

В условиях современного машиностроительного производства с целью обеспечения идентификации деталей и сборочных единиц широко используется маркировка, выполняемая в виде цифровых, буквенных знаков и штрих-кодов.

В настоящий момент применяются разнообразные системы считывания маркировок [6]. Большая часть из них может считывать маркировки, состоящие из определенных символов или нанесенные каким-либо одним методом нанесения. Решение данной проблемы возможно путем создания системы на базе электронного оптического модуля и персонального компьютера. В таких системах распознавание произво-

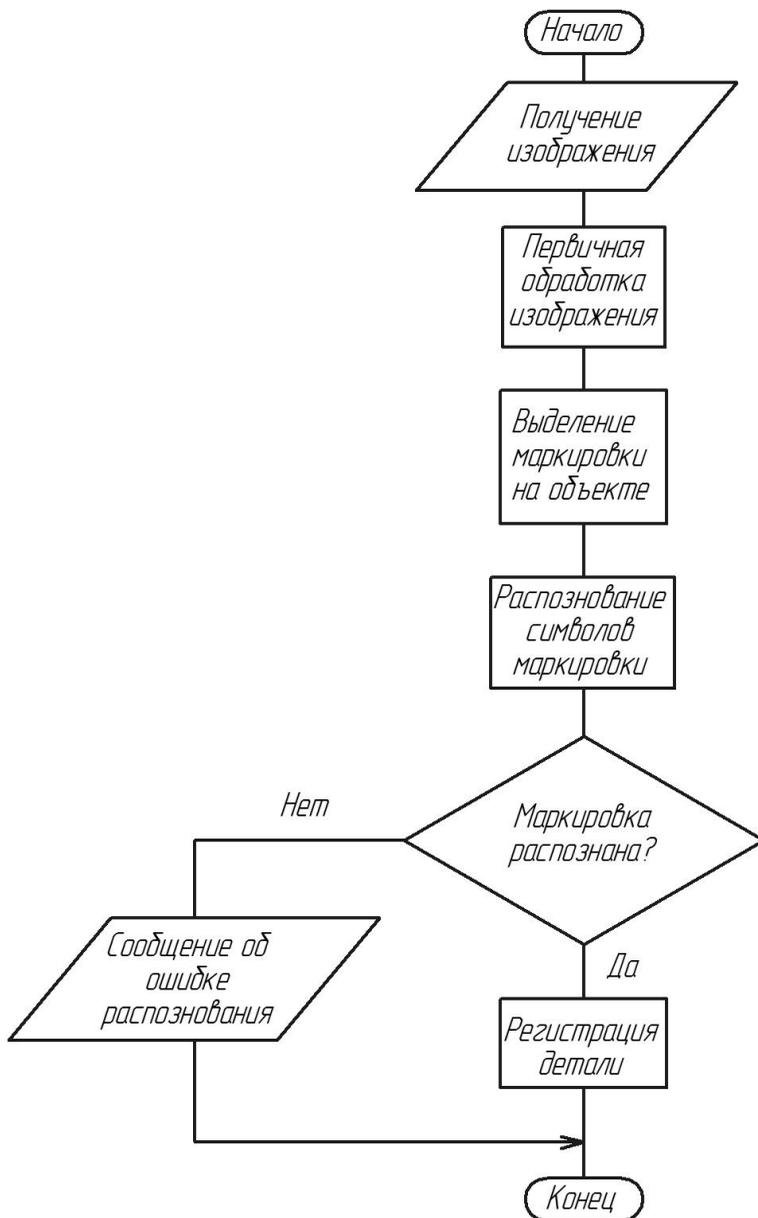
дится на основе цифрового изображения [3]. Такое решение позволит достаточно легко обеспечить автоматизацию процесса распознавания.

Обработка цифрового изображения для обнаружения и распознавания на нем объекта требует разработки процедуры улучшения качества изображения и распознавание. Алгоритм, выполняющий процедуру оценки и улучшения качества изображения, представлен на рисунке 1. Данный алгоритм позволяет определить наличие маркировки на объекте и улучшить качество полученного изображения. В соответствии с разработанным алгоритмом обработка изображения производится в несколько этапов. На этапе первичной обработки необходимо получить характеристики изображения необходимые для дальнейшей обработки [4]. После этого необходимо произвести поиск и выделение области маркировки [5]. Если маркировка не найдена, система выдает ошибку определения маркировки. При наличии маркировки выполняется этап улучшения качества изображения [2]. После чего оно проверяется на соответствие изображения требованиям качества [1].



**Рисунок 1. Алгоритм оценки и улучшения качества изображения**

Алгоритм, выполняющий процедуру распознавание маркировки, представлен на рисунке 2. Данный алгоритм позволяет распознать символы, формирующие маркировку.



**Рисунок 2. Алгоритм распознавание маркировки**

Данный алгоритм использует в качестве входного изображение, обработанное по алгоритму функционирования подсистемы оценки и улучшение качества. Первые два этапа аналогичны предыдущему алгоритму. На следующем этапе при помощи математического аппарата [1, 2] производится распознавание символов маркировки. Если маркировка распознана, данные о детали заносятся в базу данных системы управления качеством. Либо производится поиск в базе необходимой информации о детали. Если маркировка не распознана, то система должна выдать ошибку определения маркировки.

Предложенные алгоритмы работы системы распознавания по цифровому изображению позволяют решить задачу автоматизации процесса распознавания маркировки деталей в производственных условиях.

### **Список литературы:**

1. Гонсалес Р.С. Цифровая обработка изображений / Р.С. Гонсалес, Р.Е. Вудс ; пер. с англ. Л.И. Рубанова, П.А. Чочиа ; науч. ред. П.А. Чочиа. – Третье изд., испр. и доп. – Москва : Техносфера, 2019. – 1103 с.
2. Грузман И.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учеб.пособие / И.С. Грузман, В.С. Киричук, В.П. Косых – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 352 с.
3. Гуляев В.А. Система определения дефектов автомобильных зеркал заднего вида / В.А. Гуляев, Н.Ю. Логинов // Theoretical & Applied Science. – 2017. – № 5 (49). С. 28–31.
4. Козлов А.А. Повышение качества контроля зазоров кузова автомобиля путем автоматизации процесса: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Тольятти, 2005. – 18 с.
5. Козлов А.А. Экспресс-анализ микрофотографии поверхности при плакировании гибким инструментом // В сборнике: Теплофизические и технологические аспекты повышения эффективности машиностроительного производства. – Тольятти, 2015. С. 261–264.
6. Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / В.В. Клюев [и др.] ; под ред. В.В. Клюева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 2005. – 656 с.

## **1.2. ЭНЕРГЕТИКА**

### **АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ КОТЕЛЬНОЙ И ТЭЦ ПРИ РАЗВИТИИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

***Понуровский Ярослав Андреевич***

*студент,  
Тюменский индустриальный университет - ТИУ,  
РФ, г. Тюмень*

***Колчанова Евгения Сергеевна***

*студент, Тюменский индустриальный университет - ТИУ,  
РФ, г. Тюмень*

***Михайлова Лариса Юрьевна***

*канд. техн. наук, доцент,  
Тюменский индустриальный университет - ТИУ,  
РФ, г. Тюмень*

### **ANALYSIS OF THE APPLICABILITY OF THE BOILER HOUSE AND CHP IN THE DEVELOPMENT OF DISTRICT HEATING**

***Yaroslav Ponurovsky***

*Student,  
Industrial University of Tyumen - IUT,  
Russia, Tyumen*

***Evgeniya Kolchanova***

*Student,  
Industrial University of Tyumen - IUT,  
Russia, Tyumen*

**Larisa Mikhailova**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Industrial University of Tyumen - IUT,  
Russia, Tyumen*

**Аннотация.** Ежегодно актуализируемым документом, определяющим долгосрочное развитие централизованного теплоснабжения любого города, является – Схема теплоснабжения, в которой поднимаются такие важные аспекты как перспективный прирост тепловой нагрузки новых потребителей. В новой редакции «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года», утвержденной 9 июня 2020 года, вопросам модернизации источников генерации и развития сетевой инфраструктуры уделено необоснованно мало внимания. В статье проведен анализ применимости всеобъемлющей котельнизации современных мегаполисов, по сравнению с использованием более экологически чистых теплоэлектроцентралей при развитии и совершенствовании централизованного теплоснабжения городов России и актуализации схем теплоснабжения.

**Abstract.** An annually updated document that determines the long-term development of district heating in any city is the Heat Supply Scheme, in which such important aspects as the prospective increase in the heat load of new consumers are raised. In the new edition of the Energy Strategy of the Russian Federation for the Period up to 2035, approved on June 9, 2020, unreasonably little attention is paid to the issues of modernization of generation sources and the development of network infrastructure. The article analyzes the applicability of a comprehensive boiler house in modern megalopolises, in comparison with the use of more environmentally friendly combined heat and power plants in the development and improvement of centralized heat supply in Russian cities and updating heat supply schemes.

**Ключевые слова:** теплоснабжение; когенерация; природный газ; оптимизация; комфортная среда.

**Keywords:** heat supply; cogeneration; natural gas; optimization; comfortable environment.

Потребление тепловой энергии является существенным операционным расходом для органов местного самоуправления (ОМСУ). Для сокращения расходов ОМСУ могут искать децентрализованные решения для производства электроэнергии на основе устойчивой энергетики или традиционных энергетических ресурсов. Основной проблемой в каждом городе Российской Федерации остается вопрос организации относительно

того: принять ли когенерационную систему как основной источник тепловой энергии или заменить на котел, работающий на природном газе.

За 117 лет развития российская система теплоснабжения выросла в промышленных масштабах и заняла лидирующую позицию, закрепив за собой большую часть мирового производства тепловой энергии. Подобная ведущая роль отрасли в мире по выпуску тепловой энергии нельзя отнести к явным конкурентным преимуществам, так как теплоснабжение в Российской Федерации фактически относится к собственным нуждам экономики: на обогрев зданий затрачивается существенно больше средств по сравнению с другими странами.

Переход на рыночную систему в 90-ые годы прошлого столетия происходил в условиях плохо разработанных правил функционирования многих местных рынков тепла и отсутствия аналогичного зарубежного опыта. Внедрение узкоспециализированного законодательства в разделе теплоснабжения в действительности началось только в 2010 году с принятием Федерального закона №190-ФЗ «О теплоснабжении» и продолжается по настоящее время.

Согласно Госдокладу о состоянии энергосбережения и повышении энергоэффективности в РФ в 2017 году (подготовлен Минэкономразвития РФ) главным положительным результатом модернизации энергетики России является снижение удельным расходов топлива. Однако в сфере теплоснабжения, накопившиеся за последние 20 лет, проблемы не позволяют заявить о существенном улучшении основных технико-экономических показателей. Проведенные наблюдения указывают на негативные тенденции в прекращении развития централизованного теплоснабжения, снижении доли выработки тепловой энергии в режиме когенерации, снижении эффективности топлива, используемого для производства тепловой энергии, хроническом недофинансировании отрасли и старению основных фондов.

Вопреки проделанной работе с этапа принятия ФЗ №190 от 27.07.2010 «О теплоснабжении», утверждение Схем теплоснабжения городов и поселений, а также уровень развития основных фондов в теплоснабжении будет составлять не более 4% в год в ближайшем будущем, а в настоящее время – всего 2,7% в год.

В России в режиме теплофикации вырабатывается лишь треть общей выработки тепловых станций. Теплоэлектроцентрали работают с существенным избытком мощности, со средним коэффициентом использования установленной мощности (КИУМ) не более 30%. При этом, ядром систем предоставления тепловой энергии в России являются системы централизованного теплоснабжения (ЦТС), доля которых

составляет 1300 млн Гкал в год, что превышает 80% от кумулятивного производства тепловой энергии.

Системы ЦТС строились во времена СССР, источниками в которых были ТЭЦ, но в настоящее время почти половина из них приходится на котельные. Доля котельных растет с каждым годом, ведь только за первое десятилетие XXI века общее число отопительных котельных в стране увеличилось с 68 до 74 тыс. Это особенно негативно отражается на финансово-экономических показателях ТЭЦ, являющихся по своим термодинамическим характеристикам наиболее экономичным способом производства электрической и тепловой энергии. В настоящее время преобладающее большинство ТЭЦ вынуждены подстраиваться под изменчивую в течение года отопительную нагрузку и работать по температурному графику в неоптимальном для себя конденсационном режиме.

Однако ТЭЦ охватывает широкий спектр типов установок. Хотя можно найти конкретную ТЭЦ для конкретного вида топлива, но далеко не каждая технология работы теплоэлектроцентралей подходит для каждого вида топлива. Таким образом, уголь можно экономично сжигать только на крупных паротурбинных установках - обычно не менее 30 МВт. Газ можно сжигать практически на любом типе электростанции, от двигателя Стирлинга мощностью 1 кВт до ПГУ мощностью 400 МВт.

Биотопливо и биоотходы обычно сжигают на паротурбинной установке, которая, как правило, имеет меньший размер - около 30 МВт. Тем не менее, биомасса может использоваться совместно с большой угольной электростанцией, в то время как для меньшего размера подходят ОЦР (органические циклы Ранкина) мощностью около 3 МВт.

Недавно были продемонстрированы газомоторные установки, работающие на небольших газификаторах биомассы мощностью около 1 МВт.

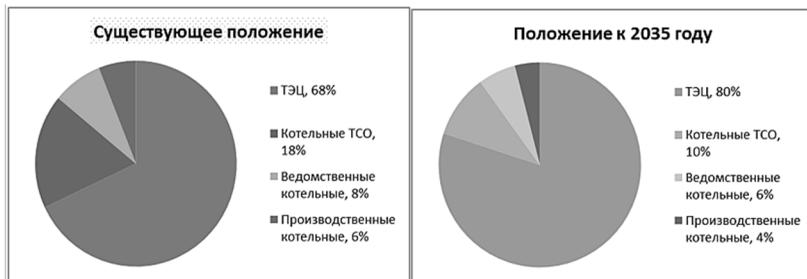
В качестве топлива на европейском рынке ТЭЦ доминирует природный газ (около 40% годового потребления топлива), за ним следует твердое ископаемое топливо с 35%. Возобновляемые виды топлива, в основном биомасса, а также горючие отходы, приобретают все большее значение.

Растущее признание важности теплового сектора в энергетической политике из-за его размера и затрат на различные варианты декарбонизации этого сектора придало новый импульс той роли, которую тепловые сети могут играть в этом процессе, в сочетании с другими низкоуглеродными источниками тепла, такие как геотермальные, солнечные тепловые и ТЭЦ, работающие на биомассе.

В другой части рынка, занятой автономными котельными не близка к идеалу. Котельные характеризуются высоким износом оборудования и еще меньшей средней нагрузкой – не более 15% от установленной мощности. Хуже всего используется мощность малых котельных, КИУМ которых не превышает 13%. Более 60% котельных, работающих в стране, работают на природном газе, который является дорогостоящим топливом, поэтому в среднем по России цена на тепловую энергию от котельных на 80% выше цены на тепловую энергию от электростанций.

Один из путей решения этих проблем прописан в Прогнозе научно-технического развития топливно-энергетического комплекса до 2035 года, изданном Минэнерго РФ в 2016 году. Теплоснабжение крупных городов предлагается децентрализовать, переоборудуя существующие котельные в мини-ТЭЦ, за счет чего наличие большого количества тепловых источников можно превратить в фундамент для крупномасштабного развития когенерации. Таким образом, дополнительно можно будет сформировать рынок для большого количества когенерационных установок малой и средней мощности. Но такая перспектива возможна только в тех местах, где не сложилось централизованное теплоснабжение. Либо там, где уже существующие ТЭЦ оказались не эффективны.

Численно показано, что внедрение когенерационной системы может привести к быстрой окупаемости инвестиций и экономии затрат более чем на 25% по сравнению с традиционной системой. Однако низкие тарифы на электроэнергию или высокие эксплуатационные расходы приводят к снижению рентабельности инвестиций, и традиционная модель становится значительно лучше для краткосрочных процессов. Кроме того, низкая неопределенность спроса на пар приводит к прибыльности модели когенерации.



**Рисунок 1. График сравнения положения ЦТС в РФ согласно Прогнозу НТР развития ТЭК до 2035 года**

В последние годы набирает силу противоположная тенденция, а именно: закрытие котельных местного значения, с переводом их потребителей на снабжение от крупных ТЭЦ. Во многих городах актуализируемые схемы теплоснабжения предлагают либо закрывать их полностью, с очисткой площадок и передачей недостающих земель муниципалитетам. Либо выводить в резерв и использовать в качестве пиковых. В ФЗ-190 «О теплоснабжении» отдан приоритет источникам, способным вырабатывать одновременно и тепловую и электрическую энергию. Таким образом, замещение малых котельных помогает и росту доли когенерации.

Кроме повышения тепловой нагрузки ТЭЦ и роста объемов теплофикации рассмотрим наиболее важные преимущества когенерации.

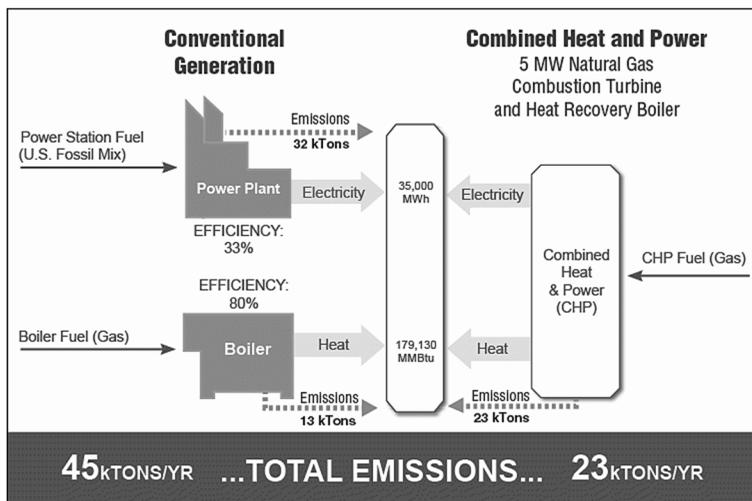
Экологичность:

Поскольку для производства каждой единицы вырабатываемой энергии сжигается меньше топлива, а также потому, что предотвращаются потери при передаче и распределении, ТЭЦ снижает выбросы парниковых газов и других веществ, загрязняющих воздух.

Системы когенерации предлагают значительные экологические преимущества по сравнению с покупной электроэнергией и тепловой энергией, производимой на месте. Улавливая и используя тепло, которое в противном случае было бы потрачено впустую при производстве электроэнергии, системы ТЭЦ требуют меньше топлива для производства того же количества энергии.

Поскольку сжигается меньше топлива, сокращаются выбросы парниковых газов, таких как диоксид углерода ( $CO_2$ ), а также других загрязнителей воздуха, таких как оксиды азота ( $NO_x$ ) и диоксид серы ( $SO_2$ ).

На следующей диаграмме показана величина сокращения выбросов  $CO_2$  системой ТЭЦ, работающей на природном газе, мощностью 5 мегаватт (МВт) по сравнению с такой же выработкой энергии из традиционных источников.



*Рисунок 2. Выбросы CO<sub>2</sub> от выработки электроэнергии и полезной тепловой энергии для двух систем*

На этой диаграмме показаны выбросы CO<sub>2</sub> от выработки электроэнергии и полезной тепловой энергии для двух систем: (1) электростанция, работающая на ископаемом топливе, и котел, работающий на природном газе; и (2) система ТЭЦ с турбиной внутреннего сгорания мощностью 5 мегаватт, работающая на природном газе. Отдельная система теплоэнергетики выбрасывает в общей сложности 45 килотонн CO<sub>2</sub> в год (13 килотонн от котла и 32 килотонны от электростанции), в то время как система ТЭЦ с ее более высокой эффективностью выбрасывает 23 килотонны CO<sub>2</sub> в год.

Надежность:

Ненадежное электроснабжение представляет собой для некоторых компаний и организаций риск для бизнеса, безопасности и здоровья. ТЭЦ – локальный генерирующий ресурс, может быть спроектирован для обеспечения непрерывной работы в случае стихийного бедствия или сбоя в работе сети, продолжая обеспечивать надежное электроснабжение.

В дополнение к сокращению эксплуатационных расходов, системы когенерации могут быть спроектированы так, чтобы продолжать работать в случае сбоев в сети, чтобы обеспечить непрерывную подачу электроэнергии для критически важных функций.

И, наконец, что будет дальше?

Данное сравнение является очень полезным примером.

Оценка эффективности двух ключевых технологий имеет жизненно важное значение для определения того, что будет реализовано в будущем.

Но еще нужно провести анализ.

Ниже приведен список конкретных вопросов по которым мы хотели бы провести дополнительные исследования:

1. Как работают тепловые насосы (вместо котлов или в сочетании с ними)?

2. Сколько тепловой нагрузки когенерации тратится впустую? Обычно модели предполагают, что используется все тепло от когенерационной установки, но на самом деле (особенно летом, когда больше тепла не требуется) часть тепловой нагрузки сбрасывается.

### **Список литературы:**

1. Министерство энергетики Российской Федерации «Прогноз научно-технологического развития отраслей топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года»: [сайт] – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/6366> - Текст: электронный.
2. Министерство экономического развития Российской Федерации «Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации за 2017 год»: [сайт] – URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/2388dff12e9df8f2a9abc4f2b19bf9dd/energyefficiency2018.pdf> - Текст: электронный.
3. Приказ Минэнерго РФ от 24 марта 2003 г. N 115 «Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок»: [сайт] – URL: <https://base.garant.ru/185671/> - Текст: электронный.
4. Федеральный закон "О теплоснабжении" от 27.07.2010 N 190-ФЗ (последняя редакция): [сайт]. - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_102975/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102975/) - Текст: электронный.

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Сборник статей по материалам XLIV международной  
научно-практической конференции*

№ 4 (44)  
Май 2021 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 06.05.21. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 1,13. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»  
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74  
E-mail: tech@nauchforum.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3



**НАУЧНЫЙ  
ФОРУМ**  
[nauchforum.ru](http://nauchforum.ru)