

DOI 10.54596/2958-0048-2025-4-160-165

УДК 681.5

МРНТИ 44.01.85

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПТЭЦ-2

Латыпов С.И.^{1*}, Карпов П.В.¹, Зыкова Н.В.¹, Дарий Е.М.¹

^{1*}НАО «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева»,
Петропавловск, Казахстан

*Автор для корреспонденции: silatypov@ku.edu

Аннотация

Статья посвящена вопросу повышения автоматизации технологических процессов на Петропавловской ТЭЦ-2 с применением современных подходов анализа и моделирования тепловых, электрических и организационных процессов. Данная работа является частью научных и экспериментальных исследований, проводимых в рамках выполнения магистерской диссертации.

Ключевые слова: теплоэлектростанция, автоматизация технологических процессов, повышение надежности станции.

ПЖЭО-2 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІ АВТОМАТТАНДЫРУ

Латыпов С.И.^{1*}, Карпов П.В.¹, Зыкова Н.В.¹, Дарий Е.М.¹

^{1*}«Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ,
Петропавл, Қазақстан

*Хат-хабар үшін автор: silatypov@ku.edu

Аннотация

Бұл мақалада Петропавл жылу электр станциясы-2-де жылу, электр және ұйымдастырушылық процестерді талдау мен модельдеудің заманауи тәсілдерін қолдана отырып, технологиялық процестерді автоматтандыруды арттыру мәселесі қарастырылады. Бұл жұмыс магистрлік диссертация аясында жүргізілген ғылыми және эксперименттік зерттеулердің бөлігі болып табылады.

Кілт сөздер: жылу электр станциясы, технологиялық процестерді автоматтандыру, қондырғының сенімділігін арттыру.

AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AT PCHP-2

Latypov S.I.^{1*}, Karpov P.V.¹, Zyкова N.V.¹, Dariy E.M.¹

^{1*}Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan

*Corresponding author: silatypov@ku.edu

Abstract

This article explores the issue of increasing the automation of technological processes at the Petropavlovsk Thermal Power Plant-2 using modern approaches to analyzing and modeling thermal, electrical, and organizational processes. This work is part of the scientific and experimental research conducted as part of a master's thesis.

Keywords: thermal power plant, automation of technological processes, improving plant reliability.

Введение

Автоматизация технологических процессов на тепловых электростанциях играет ключевую роль в повышении эффективности и надежности работы энергетического оборудования. Современные автоматизированные системы управления обеспечивают оптимальные режимы работы различного технологического оборудования. Как

следствие, повышается надежность работы системы, увеличивается КПД, снижаются затраты на обслуживание. В последнее время набирает актуальность применение элементов искусственного интеллекта в автоматизированных системах управления.

Несмотря на значительный потенциал автоматизированных систем управления (АСУТП), имеется ряд проблем, препятствующих их оптимальному функционированию.

Одной из основных проблем является кибербезопасность. С ростом цифровизации энергетических процессов возрастает уязвимость систем к кибератакам, что может привести к сбоям или даже авариям. Не всегда реализованы современные методы защиты, а устаревшие протоколы связи усиливают риск несанкционированного доступа.

Вторая серьезная проблема связана с моральным и физическим износом оборудования. На многих энергетических предприятиях эксплуатируются устаревшие программно-технические комплексы, интеграция которых с новыми решениями вызывает трудности. Отсутствие единого стандарта совместимости ведет к фрагментации и увеличению затрат на модернизацию.

Не менее важной проблемой является высокая зависимость от импортных технологий и программного обеспечения. Ограниченный доступ к зарубежным компонентам и обновлениям затрудняет обслуживание и развитие отечественных АСУТП.

Также существует кадровый дефицит. Для эффективной эксплуатации и модернизации систем требуются специалисты с высоким уровнем подготовки, но их количество пока недостаточно для удовлетворения потребностей отрасли.

Дополнительно можно отметить сложность адаптации АСУТП к новым условиям: интеграции возобновляемых источников энергии, работе с распределенными сетями и необходимости повышения гибкости управления.

Таким образом, ключевые проблемы современных АСУТП в энергетике включают киберугрозы, устаревание оборудования, технологическую зависимость, кадровые трудности и ограниченные возможности интеграции новых решений. Их преодоление требует комплексного подхода, включающего модернизацию, разработку национальных стандартов и подготовку специалистов.

Методы исследования

При автоматизации технологических процессов электростанций важно использовать комплекс методов исследования, охватывающих технические, организационные и экономические аспекты:

- теоретическое обоснование алгоритмов работы АСУТП;
- математическое и имитационное моделирование;
- экспериментальные исследования и испытания;
- технико-экономический анализ целесообразности внедрения автоматизации;
- экспертная оценка и анализ рисков.

При выполнении любого из приведенных методов исследования необходимо опираться на уже имеющийся опыт как на данной станции, так и на других электроэнергетических объектах.

Результаты исследования

Основным видом деятельности Петропавловской ТЭЦ-2 является производство тепловой и электрической энергии. Установленная мощность станции на текущий момент составляет – 541 МВт электрической энергии и 713 Гкал/ч – тепловой. Станция состоит из следующих цехов: топливно-транспортного, котельного, турбинного, электрического, химического. Вспомогательные цехи: цех тепловой автоматики и

измерений, ремонтно-механический цех, кислородная станция, ремонтно-строительный участок. Станция работает параллельно с энергосистемой Республики Казахстан по ВЛ 220 кВ и ВЛ 110 кВ, имеются открытые распределительные устройства 35/110/220 кВ с трансформаторами связи. Передача электрической энергии происходит через транзитные сети Северо-Казахстанской распределительной энергетической компании и АО «KEGOC». Поставка осуществляется АО «Северо-Казахстанская Распределительная Электросетевая Компания» Петропавловскому отделению Южно-Уральской железной дороги, РГП «Казакстан Темиржолы» и прочим потребителям. [1]

Основная цель АСУТП – повышение эффективности, надежности и безопасности работы станции за счёт автоматизации процессов регулирования, контроля и диагностики.

Структурно АСУТП включает три уровня. Нижний уровень – датчики, исполнительные механизмы, контроллеры (PLC), осуществляющие сбор данных и выполнение управляющих воздействий. Средний уровень – системы сбора данных (SCADA) и локальные регуляторы, обеспечивающие визуализацию, обработку сигналов и реализацию алгоритмов регулирования. Верхний уровень – серверы, операторские станции, модули оптимизации и архивирования, где выполняется анализ параметров, прогнозирование и принятие решений.

Алгоритмы работы АСУТП электростанции базируются на принципах замкнутого управления с использованием обратной связи. Каждый технологический параметр (температура, давление, уровень, частота вращения турбины, мощность генератора) поддерживается в заданных пределах с помощью регуляторов П, ПИ или ПИД-типа.



Рисунок 1. Блок-диаграмма типового контура регулирования

В системах электростанций алгоритмы АСУТП также реализуют функции координированного управления – согласование режимов котельного и турбинного отделений, поддержание баланса между выработкой и нагрузкой, автоматическое регулирование частоты и напряжения (АРЧ и АРН).

Для повышения надежности применяются резервированные алгоритмы и самодиагностика контроллеров. В современных системах широко используются нейросетевые и адаптивные алгоритмы, позволяющие подстраиваться под изменение внешних условий и состояния оборудования.

Таким образом, теоретическая основа алгоритмов АСУТП электростанции – это принципы системного управления, теории автоматического регулирования и цифровой обработки сигналов, направленные на обеспечение устойчивого, безопасного и экономичного функционирования энергетического объекта.

Основными экономическими показателями эффективности АСУТП являются: снижение удельного расхода топлива, уменьшение простоев оборудования, сокращение эксплуатационных затрат и увеличение коэффициента использования установленной мощности. Экономический эффект от внедрения системы можно определить как разницу между приведенными затратами до и после автоматизации:

$$E = Q (C_1 - C_2) - Z,$$

где C_1 – себестоимость единицы электроэнергии до внедрения АСУТП, тг/кВт·ч;

C_2 – себестоимость после внедрения;

Q – годовой объем выработки электроэнергии, кВт·ч;

Z – суммарные капитальные и эксплуатационные затраты на внедрение АСУТП, тг.

Для оценки срока окупаемости системы используется показатель:

$$T = Z / E.$$

Чем меньше значение T , тем выше экономическая эффективность проекта.

Одним из ключевых факторов снижения себестоимости является оптимизация режимов работы оборудования. Алгоритмы АСУТП обеспечивают поддержание параметров котлов, турбин и генераторов в оптимальных диапазонах, что минимизирует потери энергии и расход топлива. Например, алгоритмы прогнозирующего управления позволяют заранее корректировать режимы при изменении нагрузки, что снижает динамические потери топлива на 1-3%.

Дополнительный экономический эффект достигается за счет уменьшения простоев. Вероятность отказа оборудования при внедрении диагностических и предиктивных алгоритмов снижается на 10-15 %, что приводит к увеличению времени безотказной работы и росту производительности:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = P_1 (\Delta t / t),$$

где P_1 и P_2 – мощности до и после внедрения АСУТП,

t – общее время работы,

Δt – дополнительное время безотказной работы.

Таким образом, внедрение интеллектуальных алгоритмов АСУТП способствует оптимальному использованию ресурсов, повышает надежность технологического оборудования и обеспечивает существенное снижение эксплуатационных затрат. Комплексная автоматизация позволяет достичь экономии до 5-10% годовых затрат на производство электроэнергии, что делает инвестиции в АСУТП экономически целесообразными и стратегически выгодными для энергетических предприятий.

Были проанализированы данные, представленные в различных зарубежных источниках, таких как: IEA (международное энергетическое агентство); McKinsey (международная консалтинговая компания, специализирующаяся на стратегическом управлении, цифровой трансформации и операционной эффективности), ZVEI (союз электротехнической промышленности в Германии), Emerson/ABB (транснациональная корпорация, производитель и поставщик промышленных, инженерных и технологических решений). Согласно данных обзоров можно сделать следующие выводы:

- цифровая трансформация и АСУТП даёт значительный потенциал повышения экономической эффективности в 20-30%;
- автоматизация и «умное» управление процессами в промышленности дают 10-25% дополнительной экономии энергии в ряде кейсов;
- применение цифровых «двойников» и алгоритмов оптимизации позволяет снижать потери теплового КПД и экономить топливо;
- предиктивное обслуживание регулярно демонстрирует существенное сокращение неплановых простоев на 20-50%;
- за счёт экономии топлива и оптимизации вспомогательного потребления возможно умеренное сокращение выбросов CO₂.

Заключение

Предварительный беглый анализ возможности расширения аппаратного и программного обеспечения автоматизированной системы управления технологическими процессами на базе Петропавловской ТЭЦ показывает, что усовершенствования в данном направлении должны благополучно сказаться не только на качестве и надежности работы тепловой и электрической части электростанции, но и должно положительно сказаться на экономических показателях предприятия.

В ходе дальнейших исследований, запланированных в рамках магистерской диссертации, планируется более детальная проработка предлагаемых методов исследования с предложением конкретных шагов для более полной автоматизации процессов станции на базе современного оборудования и программных решений.

Литература:

1. <https://www.sevkazenergo.kz/ru/divisions/petropavlovskaya-tecz-2.html> – Петропавловская ТЭЦ-2.
2. Меламед А.Д. Опыт и проблемы разработки и внедрения АСУТП ПГУ на электростанциях России и Белоруссии // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2015. – № 6(92). – С. 94-99.
3. Ахмедов Н.Ш. Принципы построения и реализация проекта ПТК АСУТП Белгородской ТЭЦ // Автоматизация в промышленности. – 2008. – № 8. – С. 24-26.
4. Арапов В.А., Галиуллин Р.З., Гильфанов К.Х. АСУТП газотурбинного блока 50 МВт Казанской ТЭЦ-1 // Энергетика Татарстана. – 2009. – № 3(15). – С. 39-43.
5. Савицкий Ю.В. АСУТП ТЭЦ сахарного завода им. Алиева в Азербайджане // Автоматизация в промышленности. – 2008. – № 2. – С. 35-36.

References:

1. <https://www.sevkazenergo.kz/ru/divisions/petropavlovskaya-tecz-2.html> – Petropavlovskaya TEC-2.
2. Melamed A.D. Opy't i problemy` razrabotki i vnedreniya ASUTP PGU na e`lektrostanciyaх Rossii i Belorussii // Doklady` Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta informatiki i radioe`lektroniki. – 2015. – № 6(92). – S. 94-99.
3. Axmedov N.Sh. Principy` postroeniya i realizaciya proekta PTK ASUTP Belgorodskoj TEC // Avtomatizaciya v promy`shlennosti. – 2008. – № 8. – S. 24-26.
4. Arapov V.A., Galiullin R.Z., Gil`fanov K.X. ASUTP gazoturbinnogo bloka 50 MVt Kazanskoy TE`Cz-1 // E`nergetika Tatarstana. – 2009. – № 3(15). – S. 39-43.
5. Savitsky, Yu.V. ASUTP TE`Cz saxarnogo zavoda im. Alieva v Azerbajdzhane // Avtomatizaciya v promy`shlennosti. – 2008. – № 2. – S. 35-36.

Information about the authors:

Latypov S.I. – corresponding author, Associate Professor of the Department of Energetic and radioelectronics, Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: silatypov@ku.edu.kz;

Karpov P.V. – master's student, Department of Energetic and radioelectronics, Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: 24pashok@mail.ru;

Zykova N.V. – Senior lecturer of the Department of Energetic and radioelectronics, Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: nvzykova@ku.edu.kz;

Dariy E.M. – Senior lecturer of the Department of Energetic and radioelectronics, Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: emdarij@ku.edu.kz.