

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Телбаевой Шынар Зарыкбековны
на тему «Исследование и разработка методов и
алгоритмов оперативного контроля электропотребления
горных предприятий» представленной на соискание
степени доктора философии (PhD) по образовательной
программе 8D07103 — «Электроэнергетика»

Диссертационная работа посвящена исследованию и разработке методов и алгоритмов оперативного контроля электропотребления горных предприятий.

Целью диссертационной работы является совершенствование системы контроля и управления режимами электропотребления горных предприятий в процессе эксплуатации за счет разработки методов прогнозирования и алгоритмов управления энергоёмкими технологическими установками на основании непрерывного мониторинга режимов электропотребления.

Задачи исследования:

- анализ методов расчёта параметров электропотребления;
- исследование и анализ режимов электропотребления Карагандинского региона и угольной шахты;
- анализ методов прогнозирования режимов электропотребления;
- исследование и разработка модели оперативного контроля режимов электропотребления;
- разработка методики определения пределов времени принятия решений;
- исследования и разработка математических моделей режимов электропотребления для энергоёмких установок и шахты в целом;
- разработка основных требований к автоматизированной системе технического учета, контроля и управления режимов электропотребления, позволяющей реализовать модели и алгоритмы.

Методы исследования:

В основе методологии исследования лежит комплекс научных методов, направленных на изучение структуры и режимов электропотребления угольных предприятий, разработку математических моделей и алгоритмов оптимизации, а также создание прогнозных моделей. В частности, применены следующие методы:

- аналитические и теоретические методы: проведён анализ нормативных документов Республики Казахстан, регулирующих вопросы электроснабжения и электропотребления промышленных предприятий. Выполнено исследование режимов электропотребления Карагандинского региона и горнодобывающих предприятий, что позволило определить качественные и количественные характеристики электропотребления угольных шахт;
- методы системного анализа и моделирования: разработана математическая модель информационных потоков системы электропотребления. На основе теории вероятностей и анализа импульсных потоков созданы математические модели для технологических групп электроприёмников (с равномерным, нормальным и импульсным типами распределения), а также обобщённая

модель электропотребления горных предприятий;

- методы прогнозирования и интеллектуального анализа данных: проведены исследования и апробация трёх моделей прогнозирования электропотребления: сезонной модели ARIMA, метода простого экспоненциального сглаживания и нейронной сети с архитектурой долгой краткосрочной памяти (LSTM);

- методы оптимизации и управления: разработана методика определения предельных моментов принятия решений по управлению режимами электропотребления. Предложена структурная схема приоритетов диспетчерского управления при отклонениях нагрузки, а также алгоритмы управления потребителями-регуляторами.

Научные положения, выносимые на защиту:

- принципы и способы непрерывного технического учета и контроля параметров электропотребления;

- методы (методика) прогнозирования режимов электропотребления;

- математические модели режимов электропотребления;

- критерий оптимального управления режимами электропотребления;

- алгоритмы управления энергоёмкими установками.

Научная новизна диссертации:

- разработаны математические модели для каждого типа режимов нагрузки (равномерной, нормальной и импульсной), а также обобщенная модель электропотребления угольной шахты. Предложенные модели могут быть использованы для анализа, оперативного прогноза и долгосрочного планирования режимов электропотребления для шахты в целом, питающих центров, технологических процессов и отдельных потребителей.

- разработана нейросетевая модель LSTM для прогнозирования режимов электропотребления, которая позволила адекватно учесть сложную динамику фактических режимов энергопотребления. Это подтверждено лучшим прогностическим показателем MAPE (5,37%) на тестовой выборке;

- предложена методика определения предельных моментов принятия решений по управлению режимов электропотребления;

- предложена интерактивная модель предварительной настройки системы управления при взаимодействии диспетчера с системой управления;

- предложены принципы и алгоритмы управления потребителями-регуляторами, являющимися технологическими установками угольной шахты.

- предложены принципы разработки и внедрения автоматизированной системы технического учета электропотребления, которая позволит обеспечить комплексный контроль, анализ и оптимизацию режимов потребления электроэнергии на угольных предприятиях. На основании проведённого исследования структуры электропотребления угольной шахты им. Костенко приведён перечень объектов, подлежащих техническому учёту электроэнергии.

Практическая значимость полученных результатов:

- разработаны решения по техническому учету и контролю параметров электропотребления;

- разработаны модели и алгоритмы прогнозирования режимов электропотребления;

- разработаны алгоритмы управления энергоемкими установками;
- разработаны критерии (мощность, электроэнергия, коэффициент мощности) оптимального управления режимами электропотребления;
- разработан комплекс технических требований к автоматизированной системе технического учета и управления режимами электропотребления.

Степень достоверности результатов исследования:

Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» при изучении дисциплины «Автоматизированные системы управления электроснабжением» образовательной программы 6B07107 «Электроэнергетика», что подтверждается актом внедрения в учебный процесс разделов диссертационной работы.

Полученные в диссертационной работе результаты также были представлены и обсуждены на совещании при Главном энергетике ТОО «Karaganda Qomir», по итогам которого оформлен акт внедрения в производство.

Практическая значимость результатов исследования подтверждена получением патента на полезную модель № 11600 от 26.12.2025 г. «Система управления водоотливными установками угольной шахты».

Личный вклад автора состоит в разработке математических моделей распределения и прогнозирования электропотребления угольного предприятия, создании модели информационных потоков системы электроснабжения, анализе фактических данных нагрузки, а также в разработке алгоритмов оптимизации и диспетчерского управления режимами электропотребления. Полученные результаты и рекомендации, подготовленные соискателем могут быть использованы при внедрении автоматизированной системы технического учёта и управления электропотреблением шахты в качестве функциональных подсистем, обеспечивающих повышение эффективности энергопотребления и устойчивости работы энергокомплекса. В опубликованных статьях в соавторстве, автору принадлежат результаты экспериментальных исследований, анализ, подготовка, оформление, отправка и сопровождение материалов.

Апробация работы. Основные научные результаты диссертационной работы опубликованы в 9 публикациях:

- в изданиях, входящих в научную базу Scopus 2 статьи:

1. Development of mathematical models of power consumption at coal plants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 5 No. 8 (131) (2024), pp. 22–32, DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313932> (перцентиль – 43);

2. Development of a forecasting model for optimizing energy consumption at coal enterprises. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 6 No. 4 (138) (2025), pp. 26–35, DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.345073> (перцентиль – 54);

- в изданиях, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК – 3 статьи:

1. Исследование системы электропотребления угольной шахты. Труды университета. - Караганда: КарГУ имени Абылкаса Сагинова, 2024. – №1. – С. 445-451.

2. Исследование графиков электрической нагрузки в условиях карагандинского угольного бассейна. Вестник Торайгыров университета. Энергетическая серия. - Павлодар, 2024. – №1. – С. 6-21.

3. Прогнозирование электропотребления в условиях угольной шахты. Вестник Торайгыров университета. Энергетическая серия. - Павлодар, 2025. – №2. – С. 353-365.

- в изданиях международных научных конференций 4 тезиса:

1. Повышение эффективности использования газовых котельных в угольных шахтах в угольной шахте // Труды Международной научно-практической конференции «XV Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства». – Караганда, 2023. - Часть 1. - С. 436-438.

2. Исследование графиков электропотребления угольной шахты // Труды Международной научно-практической конференции «XVI Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства». – Караганда, 2024. - Часть 1. - С. 612-614.

3. Разработка алгоритма управления конвейерных установок в режиме потребителей-регуляторов электрической нагрузки // Труды Международной научно-практической конференции «XVII Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства». – Караганда, 2025. – Часть 1. - С. 698-700.

4. Automated system for early detection of underground fires // XIV наукова конференція «НАУКОВІ ПІДСУМКИ 2025 РОКУ». Збірка наукових тез. – Харків, 2025. Р. 24. ISBN 978-617-8360-24-5.