

## ОТЗЫВ

отечественного научного консультанта Каверина Владимира Викторовича  
на диссертационную работу Телбаевой Шынар Зарыкбековны  
«Исследование и разработка методов и алгоритмов оперативного  
контроля электропотребления горных предприятий»,  
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)  
по образовательной программе 8D07103 — «Электроэнергетика»

Тема диссертации актуальна и соответствует направлению электроэнергетики. Диссертационная работа направлена на решение актуальной научно-практической задачи повышения энергоэффективности угольных шахт и снижения регионального энергодефицита путем перехода к оперативной оптимизации режимов электропотребления.

**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.

Анализ состояния проблемы был проведен докторантом Телбаевой Ш.З. на основе современных научных работ и публикаций, классической учебной литературы, анализа режимов электропотребления для энергетической системы Карагандинского региона, Угольного департамента и шахты им. Костенко.

Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований показали, что одной из ключевых задач системы электроэнергетики является формирование и внедрение энергосберегающих режимов потребления электрической энергии и мощности, согласованных с графиками нагрузки энергосистемы и технологическими процессами промышленных предприятий.

Угольные шахты, являющиеся основой промышленного комплекса Карагандинского региона, относятся к числу наиболее энергоёмких производств. Поэтому повышение эффективности электропотребления в условиях подземной добычи угля представляет собой важную научно-техническую задачу.

Существующие исследования в основном ориентированы на общепромышленные предприятия, тогда как для горнодобывающих производств вопросы оперативного управления электропотреблением остаются недостаточно изученными. Недостаточная эффективность действующих методов анализа и отсутствие математических моделей, описывающих режимы работы энергоёмких установок, не позволяют реализовать переход от планового к оперативному управлению режимами электропотребления.

Оптимизация электропотребления в шахтных условиях осложняется множеством факторов, влияющих на производственные и энергетические процессы. Современные системы технического учёта не обеспечивают требуемого уровня контроля и не позволяют осуществлять оперативное регулирование электропотребления в реальном времени.

Данная диссертация фокусируется на вопросах развития и внедрения систем

технического учёта и анализа параметров электропотребления, обеспечивающих прогнозирование и оптимизацию режимов работы энергоёмких установок, что подчеркивает актуальность направления повышения энергоэффективности угольных шахт и энергетической устойчивости региона.

Исходя из этого докторант Телбаева Ш.З. определила цели и задачи диссертационной работы. 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.

**Для достижения поставленной цели были определены задачи работы:**

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

**Научная новизна полученных результатов исследования заключается в следующем:**

- 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. Отличительной особенностью алгоритма водоотливных установок является его адаптивность: он учитывает прогнозные периоды пиковой нагрузки и

выполняет оптимизационный перерасчёт графика работы насосов. Это позволяет системе автоматически ограничивать потребляемую мощность в заданные интервалы времени, сохраняя при этом необходимый технологический запас.

- 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 электроснабжения угольной шахты им. Костенко приведён перечень объектов, подлежащих техническому учёту параметров электропотребления.

Все основные выводы, представленные в диссертации, обоснованы и основаны на признанных методологических подходах исследований, на анализе и оценке многочисленных научных источников, что подтверждает научную надежность и достоверность исследования.

**Практическая значимость работы** подтверждена полученными прикладными результатами, среди которых: разработанные решения по техническому учёту и контролю параметров электропотребления; модели и алгоритмы прогнозирования режимов электропотребления; алгоритмы управления энергоёмкими установками; сформированные критерии оптимального управления режимами электропотребления (по мощности, электроэнергии и коэффициенту мощности); а также разработанный комплекс технических требований к автоматизированной системе технического учёта и управления режимами электропотребления.

Диссертационная работа снабжена большим количеством иллюстративного материала: таблицами, графиками, рисунками, что обеспечивает высокую наглядность и способствует лучшему восприятию научных результатов.

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».

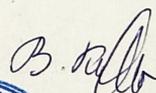
Телбаеву Ш.З. характеризую как исследователя, способного ставить и решать различные научные задачи в области электроэнергетики, как вдумчивого и работоспособного докторанта, обладающего хорошими аналитическими навыками. Полученные Телбаевой Ш.З. теоретические и практические результаты позволяют сделать вывод о высокой квалификации автора,

способного глубоко осмысливать, анализировать предмет исследования и успешно применять математические методы решения поставленных задач, грамотно обрабатывать и интерпретировать полученные результаты, используя современные методы обработки данных.

Считаю, что диссертационная работа Телбаевой Шынар Зарыкбековны на тему «Исследование и разработка методов и алгоритмов оперативного контроля электропотребления горных предприятий» выполнена в полном объеме, самостоятельно, характеризуется внутренним единством полученных результатов, является законченной научной квалификационной работой, содержит новые обоснованные научные результаты и положения в области электроэнергетики.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым КОКСНВО МНВО РК к диссертациям докторов PhD, а ее автор Телбаева Шынар Зарыкбековна заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07103 — «Электроэнергетика».

**Научный консультант**  
к.т.н., ассоциированный профессор (доцент)  
кафедры АПП НАО «Карагандинский  
технический университет  
имени Абылкаса Сагинова»

 Каверин В.В.

Подпись Каверина В.В. заверяю  
Ученый секретарь  
НАО «Карагандинский технический  
университет имени Абылкаса Сагинова»



К.Н. Турсынғалиева