

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и стратегическим проектам ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
кандидат физико-математических наук,
доцент



А.С. Гоголев

«21» 03 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» на диссертацию Кухарчук Ирины Борисовны на тему «Автоматизированная поддержка принятия решений при управлении процессом распределения электроэнергии с учетом динамики изменения нагрузки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Актуальность работы

Особенностью развития энергетики в настоящее время является активное внедрение цифровых технологий и интеллектуальных систем управления, дающих новые возможности для диспетчеризации и управления энергосистемой. Применение цифровых двойников и виртуальных датчиков позволяет получать данные о состоянии частей системы и способствует оперативному принятию решений.

Тенденции к постоянному увеличению потребления электроэнергии и повышению сложности конструкций кабельных сооружений приводят к необходимости усовершенствования систем управления технологическими процессами передачи электроэнергии. Поэтому весьма актуальной является поставленная в диссертации цель повышения эффективности процесса распределения электроэнергии в подземных кабельных блоках, за счет внедрения системы поддержки принятия решений в автоматизированные системы управления (АСУ).

Научная новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

К основным научным результатам, полученным в диссертации, относится следующее:

– Разработана оригинальная модель системы поддержки принятия решений при управлении процессом распределения электроэнергии, обеспечивающая увеличение эффективности работы АСУ за счет анализа температурных режимов кабельных линий;

– Разработаны математические модели процессов тепломассопереноса в кабельных сооружениях, особенностью которых является учет зависимости теплофизических и электрических характеристик от температуры, позволяющие определить температуру кабельных линий, соответствующую определенному режиму нагрузки;

– Предложен метод определения управляющих воздействий в АСУ распределением электроэнергии, в основе которого лежит выбор режима нагрузки на основе анализа температуры кабельных линий, позволяющий увеличить точность принятия решений в процессе управления распределением электроэнергии.

Значимость результатов для науки

Значимость полученных в диссертационной работе результатов для науки заключается в разработке нового метода принятия решений при управлении распределением электроэнергии. Созданные модели и алгоритмы определения управляющих воздействий позволяют усовершенствовать работу АСУ в области электроснабжения, также могут применяться в задачах управления температурными режимами в других областях науки.

Практическая значимость полученных автором диссертации результатов

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке системы поддержки принятия решений и внедрении её в систему управления распределением электроэнергии, что повышает точность поиска оптимального режима нагрузки и увеличивает эффективность эксплуатации кабельных линий. Полученные в диссертации результаты предназначены в первую очередь организациям, занимающимся проектированием и эксплуатацией кабельных сооружений.

Разработанные модели, метод и алгоритмы успешно внедрены на предприятии ООО «ОКП «ЭЛКА-Кабель» (г. Пермь). Внедрение позволило увеличить эффективность распределения электроэнергии в действующем кабельном блоке на 12,3 %.

Результаты работы применяются в учебном процессе магистерских групп, обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Соответствующие акты о внедрении представлены в приложении к диссертации.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений

Обоснованность результатов исследований базируется на корректном использовании методов математического моделирования, теории управления, экспериментального исследования и обработки результатов.

Достоверность результатов работы подтверждается удовлетворительным совпадением результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований, не противоречащих положениям, опубликованным в научных работах других авторов.

Результаты диссертации обсуждались на научно-технических конференциях. Содержание диссертационной работы в полном объеме отражено в опубликованных работах.

Оценка содержания диссертации и автореферата

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, содержащего 134 наименования, и пяти приложений. Работа изложена на 145 листах машинописного текста, содержит 48 рисунков и 21 таблицу.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, основные положения, выносимые на защиту и обладающие научной новизной, определена теоретическая и практическая значимость результатов работы.

В первой главе выполнен анализ специфики современных распределительных сетей. Проведен обзор научных работ отечественных и зарубежных авторов, посвященных существующим подходам в задачах управления распределением электроэнергии, методам определения температуры кабельных линий. На основе анализа существующих решений определено направление исследования, заключающееся в разработке и внедрении системы поддержки принятия решений в автоматизированные системы управления распределением электроэнергии.

Во второй главе представлено описание процесса распределения электроэнергии как объекта управления и его параметры. Выполнена постановка задачи поиска оптимального режима нагрузки, описаны условия, которым он должен соответствовать. Приведена концептуальная модель системы поддержки принятия решений, которая предлагается как подсистема

автоматизированной системы управления распределением электроэнергии в кабельных блоках.

Третья глава посвящена разработанным математическим моделям объекта управления. Приведено описание математической модели процесса тепломассопереноса в подземном кабельном блоке и её численная реализация. Обоснованы используемые допущения, приведена проверка адекватности путем сравнения с результатами натуральных экспериментов. Приведен анализ температуры кабельных линий для различных условий эксплуатации. Описана разработанная параметрическая модель, связывающая температуру кабеля и режим нагрузки.

В четвертой главе приведен предложенный метод принятия решений при управлении процессом распределения электроэнергии, который заключается в выборе оптимального режима нагрузки на основе анализа температуры кабельных линий. Рассмотрены алгоритмы поиска управляющих воздействий в условиях введения новой линии, в условиях планового и вынужденного роста потребления электроэнергии.

В пятой главе приведены результаты внедрения системы поддержки принятия решений в автоматизированную систему управления распределением электроэнергии. Описана программная реализация разработанных алгоритмов поиска оптимального режима нагрузки. Приведены результаты внедрения предложенных моделей и алгоритмов на предприятии ООО «ОКП «ЭЛКА-Кабель», что позволило увеличить передаваемую в кабельном блоке мощность на 12,3 %.

В заключении представлены основные результаты диссертационного исследования.

Автореферат диссертации в полной мере отражает ее содержание. По теме исследования опубликовано 17 научных работ, из которых 5 индексируются в изданиях из списка ВАК, 3 статьи индексируются в международных базах цитирования Scopus и WoS, получены 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Соответствие диссертационной работы паспорту специальности

Область диссертационного исследования соответствует п.п. 4, 6, 11 паспорта научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами: п. 4 «Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производствами»; п. 6 «Научные основы и методы построения интеллектуальных систем управления технологическими процессами и производствами»; п. 11 «Методы создания, эффективной организации и

ведения специализированного информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУЦ, АСТПП и др., включая базы данных и методы их оптимизации, промышленный интернет вещей, облачные сервисы, удаленную диагностику и мониторинг технологического оборудования, информационное сопровождение жизненного цикла изделия».

Замечания

По представленной диссертации имеются следующие замечания:

– При математическом описании процессов тепломассопереноса в кабельном блоке, внутренний источник тепла в кабельной линии определяется без учета диэлектрических потерь, что ограничивает область применения разработанных моделей.

– Выбор полинома для аппроксимации данных, используемого в параметрической модели (3.27), не обоснован. Не приведены результаты сравнения с другими видами аналитических зависимостей.

– Не приведена скорость работы предлагаемой системы поддержки принятия решений. Например, при обнаружении незапланированного роста нагрузки предлагается провести расчет температурного режима всех линий, что, очевидно, займет некоторое время. Как быстро система скорректирует режим?

Указанные замечания не снижают теоретической и практической ценности диссертации и не влияют на ее общую положительную оценку.

Заключение

Таким образом, диссертация Кухарчук Ирины Борисовны на тему «Автоматизированная поддержка принятия решений при управлении процессом распределения электроэнергии с учетом динамики изменения нагрузки» является завершённой научно-квалификационной работой, направленной на решение актуальной задачи повышения эффективности распределения электроэнергии, что имеет существенное значение для развития систем управления технологическими процессами передачи электроэнергии. Диссертационная работа Кухарчук И.Б. соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв составлен на основании заключения по результатам обсуждения диссертации, проведенного на расширенном семинаре Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», протокол № 5 от «20» марта 2024 г.

Заместитель директора ИШЭ,
кандидат технических наук

—

___ А.С. Ивашутенко

Профессор отделения «Электроэнергетика
и электротехника» ИШЭ, доктор
технических наук, профессор

—

___ Б.В. Лукутин

Адрес организации:

Россия, 634050, г.Томск, пр. Ленина, д.30, т. 8(3822)705714

e-mail: tpu@tpu.ru