

ОТЗЫВ официального оппонента – доктора технических наук
ЧЕРЕПАНОВА ВЯЧЕСЛАВА ВАСИЛЬЕВИЧА
на диссертационную работу Малафеева Алексея Вячеславовича
«Повышение эффективности и надежности систем электроснабжения
промышленных предприятий с собственной генерацией»,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.4.2 - Электротехнические комплексы и системы

1. Актуальность темы исследования и ее связь с запросами практики

Увеличение доли собственных источников электрической энергии в суммарном электропотреблении, обусловленное стремлением к снижению себестоимости производимой предприятием продукции, приводит к усложнению конфигурации электрической сети и возможных эксплуатационных режимов и ставит сложные оптимизационные задачи при краткосрочном и долгосрочном планировании. Существенное влияние на снижение энергоэффективности режимов оказывает отсутствие системного подхода при управлении режимами и распределением активных мощностей между источниками, учитывающего вид и стоимость первичного энергоносителя. Другим немаловажным фактором, характеризующим энергоэффективность промышленного предприятия, является надежность системы электроснабжения, определяющая ущерб от перерывов электроснабжения. В условиях постоянно усложняющихся систем электроснабжения оценка надежности в нормальных, послеаварийных и плановых ремонтных режимах представляет особый интерес. Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии входят в перечень критических технологий Российской Федерации. Разработанные в диссертации Малафеева А.В. методы оптимизации распределения активных мощностей и расчета надежности системы электроснабжения с собственными источниками электроэнергии позволяют получить инструмент управления

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»	
за № _____	_____
Дата регистрации _____	12.01.2024
Фамилия регистратора _____	_____

энергоэффективностью и надежностью систем электроснабжения промышленных предприятий.

Исходя из поставленных целей и решения приведенных задач, диссертационная работа Малафеева А.В., посвященная развитию теории и практики расчета и анализа оптимальных режимов и надежности электроснабжения, является актуальной.

2. Анализ содержания диссертации и автореферата и их соответствия установленным требованиям

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «МГТУ им. Г.И. Носова». Работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы, включающего 301 библиографическую ссылку и 3 приложения. Диссертация изложена на 340 страницах, содержит 183 рисунка и 44 таблицы.

Во введении обосновывается актуальность проведенных в диссертации исследований, выбраны объект и предмет исследования. Сформулированы цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость. перечислены положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведены общая характеристика системы электроснабжения современного крупного промышленного предприятия с собственной генерацией и ее взаимосвязи с другими подсистемами электроэнергетики, дана характеристика методов расчета, оптимизации и управления ее режимами.

Во второй главе разработан способ математического представления экономико-математических моделей генерирующего оборудования собственных электростанций промышленных предприятий, метод оптимизации распределения активных мощностей между генераторами собственных электростанций, выполнен учет неопределенности исходной информации и дана характеристика разработанного программного обеспечения.

В третьей главе разработан метод математического моделирования электрических нагрузок на основе представления их нечеткими интервалами и выполнена оперативная оценка графиков нагрузки по ожидаемой производительности подразделения.

В четвертой главе разработан метод расчета эксплуатационных режимов систем электроснабжения промышленных предприятий при наличии в схеме собственных генерирующих источников. Отмечены особенности расчета режимов систем внешнего электроснабжения напряжением 220 кВ и выше, задания в расчет узлов примыкания к внешним сетям и произведен анализ вычислительного процесса модифицированным методом последовательного эквивалентирования.

В пятой главе рассмотрены вопросы снижения потерь активной мощности при регулировании напряжения в распределительных сетях 3-10 кВ и затраты, связанные с обеспечением электроэнергией сторонних потребителей промышленных предприятий, разработан метод оценки вклада сторонних потребителей промышленного предприятия и собственных источников электроэнергии в потокораспределение и в потери электроэнергии, а также методика выбора оптимальных положений РПН трансформаторов понизительных подстанций.

В шестой главе разработан метод расчета надежности систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными источниками электроэнергии и узлами связи с энергосистемой, применимый для управления режимами и планирования реконструкции систем электроснабжения на примере Магнитогорского энергетического узла с оценкой производственных рисков и определения ущерба.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты по диссертационной работе.

Приложения содержат акты внедрения научно-исследовательских работ с результатами, полученными автором, а также оценку погрешности расчета и реализации оптимального распределения мощностей.

3. Соответствие работы паспорту специальности 2.4.2

«Электротехнические комплексы и системы»

На основании анализа содержания диссертационной работы можно сделать вывод, что диссертация соответствует п. 1 «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты, системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования», п. 2 «Разработка научных основ проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов», п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления» и п. 4. «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов» паспорта специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

4. Научная новизна результатов и выводов, сформулированных в диссертации

Научная новизна основных положений и результатов работы заключается в том, что:

1. впервые разработан метод оптимизации потокораспределения в системе электроснабжения с несколькими собственными источниками электроэнергии и узлами примыкания к электроэнергетической системе, отличающийся учетом негладких свойств экономико-математических моделей генерирующего оборудования и неопределенности задания расходных характеристик агрегатов и условий связи с энергосистемой;

2. Предложен способ математического представления экономико-математических моделей генерирующего оборудования собственных электростанций промышленного предприятия, отличающийся учетом ступенчатого изменения состава и стоимости топливных смесей при изменении производительности котлов;

3. Создан метод математического моделирования электрических нагрузок на основе представления их нечеткими интервалами. Достоинством разработанного метода является то, что он позволяет на основе плановой производительности цеха выполнить оперативную оценку ожидаемого суточного графика и позволяет моделировать нагрузки, графики которых не соответствуют нормальному закону распределения;

4. Впервые разработан метод расчета эксплуатационных режимов систем электроснабжения промышленных предприятий при наличии в схеме собственных генерирующих источников, отличающийся от существующих аналогов большей сходимостью, универсальностью, гибкостью и возможностью адаптации к различным схемам электроснабжения;

5. Предложена методика выбора оптимальных положений РПН трансформаторов понизительных подстанций по критерию минимума потерь мощности и максимума остаточного ресурса переключающих устройств с учетом неопределенности информации о нагрузках в распределительных сетях. Достоинством методики является учет жизненного цикла актива и возможность учесть остаточный коммутационный ресурс РПН.

6. Впервые получен метод оценки вклада сторонних потребителей промышленного предприятия и собственных источников электроэнергии в потокораспределение и в потери электроэнергии. В отличие от существующих метод позволяет при изменении нагрузки сторонних потребителей разрабатывать мероприятия с целью более полной компенсации стоимости потерь в системе электроснабжения предприятия;

7. На основе показателей структурной надежности и количественной оценки производственных рисков разработан метод расчета надежности систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными

источниками электроэнергии и узлами связи с энергосистемой, позволяющий оценивать отказы различного типа с учетом направления потоков мощности.

5. Практическая значимость работы

Разработанный метод оптимизации выработки активной мощности собственными генерирующими источниками промышленного предприятия в сочетании с кусочно-линейными экономико-математическими моделями генерирующего оборудования заводских электростанций позволит снизить затраты на выработку, приобретение и передачу электроэнергии с учетом состава топливной смеси, тем самым обеспечив снижение доли энергозатрат в готовой продукции промышленного предприятия.

Полученные методика выбора экономически целесообразного уровня напряжения на подстанциях и метод оценки вклада в потокораспределение и потери мощности системы электроснабжения потребителей и источников питания позволят обеспечить наиболее полную компенсацию стоимости потерь электроэнергии сторонними потребителями системы электроснабжения при оказании им услуг по передаче электроэнергии и дают возможность снизить их величину в целом.

Созданные метод расчета установившихся режимов системы электроснабжения на основе принципов последовательного эквивалентирования и метод представления электрических нагрузок промышленного предприятия при помощи нечетких интервалов позволят обеспечить гарантированное отыскание решения при преобладании разомкнутых сетей над замкнутыми, нескольких узлах примыкания к электроэнергетической системе, наличии собственных источников на различных уровнях напряжения и нагрузках, не имеющих нормальный закон распределения.

6. Степень достоверности результатов и обоснованность выводов исследования

Достоверность научных положений, выводов и результатов, изложенных в работе, обеспечивается корректным использованием математического аппарата и апробированных математических пакетов обработки данных, подтверждается соответствием результатов теоретического анализа и вычислительных экспериментов.

7. Замечания по диссертационной работе

1. Следует подробнее обосновать необходимость создания методики выбора оптимальных положений РПН трансформаторов понизительных подстанций, поскольку по сути данная задача сводится к определению оптимального уровня напряжения и может быть решена другими средствами более глобально.

2. Из диссертации не ясно, как повлиял разработанный метод оптимизации потокораспределения в системе электроснабжения с несколькими собственными источниками электроэнергии и узлами примыкания к электроэнергетической системе на точность полученных результатов.

3. Требуется дополнительно обосновать практическую значимость метода расчета надежности системы электроснабжения с собственными электростанциями и оценки ущерба от ее снижения с учетом технологических взаимосвязей между промышленными потребителями, учитывая сложность использования разработанных моделей неподготовленными инженерами и проектировщиками.

4. Не понятно, каким образом при моделировании учитывается тепловая нагрузка теплоэлектростанций, которая меняется в течение года и может существенно ограничивать регулировочный диапазон турбогенераторов электростанций промышленных потребителей.

5. Из четвертой главы не ясно, был ли проведен соискателем анализ факторов, влияющих на сходимость метода расчета установившихся режимов системы электроснабжения на основе принципов последовательного эквивалентирования.

8. Общее заключение о соответствии диссертационной работы требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук

Диссертационная работа Малафеева А.В. «Повышение эффективности и надежности систем электроснабжения промышленных предприятий с собственной генерацией», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук в соответствии с п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013, является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований, предложены новые научно обоснованные технические решения в области повышения эффективности и надежности систем электроснабжения крупных промышленных предприятий с собственной генерацией на основе развития теории и практики управления их эксплуатационными режимами, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие промышленной энергетики Российской Федерации.

Работа написана автором самостоятельно, структурирована и обладает внутренним единством, содержит научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку - разработку методов и моделей, развивающих теорию и практику оптимизации режимов и надежности систем электроснабжения промышленных предприятий с собственной генерацией.

Основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных

ВАК России, а именно – 23 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК; 7 работ, проиндексированных в базах данных Scopus и Web of Science; 2 монографии и 5 свидетельств РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных, что соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Малафеева А.В. соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013, а ее автор – Малафеев Алексей Вячеславович – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент

профессор, доктор технических наук,
профессор кафедры электроснабжения
ФГБОУ ВО «Вятский

государственный университет»

 Черепанов Вячеслав Васильевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вятский государственный университет»

Юридический адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36, кафедра
электроснабжения

Телефон (факс) 8 (8332) 742-74-6

Сайт организации: <http://new.vyatsu.ru>

E-mail: kaf_eps@vyatsu.ru

