

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, доцента Григорьева Николая Потаповича на диссертацию Новгородова Никиты Александровича «Способы и алгоритмы управления элементами электрических сетей с целью увеличения их энергоэффективности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность) (технические науки)

Представленная Новгородовым Н.А. диссертационная работа направлена на решение важной задачи повышения энергоэффективности элементов системы электроснабжения, необходимого для развития всей энергетической инфраструктуры России.

Актуальность темы диссертации. Основные элементы сети электроснабжения низкого напряжения, такие как трансформаторы, дизель-генераторы и линии электропередач, в основном функционируют в режимах с меняющейся и несимметричной нагрузкой, которые вызывают рост потерь в элементах системы электроснабжения. Рост тока и перенапряжения в ходе переходных процессов при коммутациях нагрузок к элементам электрической сети посредством выключателей приводят к снижению энергоэффективности выключателей и самих элементов электрической сети.

Современные методы управления элементами системы электроснабжения не учитывают их реальные режимы работы, характеристики элементов и окружающей среды. Практика уменьшения влияния переходных процессов не вводит четкий критерий для коммутации, который бы учитывал характеристики нагрузки. Существует потребность в создании новых способов, алгоритмов и технических решений для систем управления элементами сети электроснабжения, учитывающих режимы их работы.

Таким образом, тема диссертации «Способы и алгоритмы управления элементами электрических сетей с целью увеличения их энергоэффективности» является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается полученными результатами анализа уровней нагрузки и потерь элементов действующих сетей электроснабжения населенных пунктов Хабаровского

края, результатами исследования переходных процессов при коммутации на разработанной виртуальной модели. Результаты обоснованы корректным применением в работе классических положений теоретических основ электротехники, теории электроснабжения, теории автоматического управления.

Достоверность и новизна полученных результатов. Достоверность основных научных положений и выводов диссертационной работы подтверждается постановкой актуальных задач исследования системы электроснабжения низкого напряжения, корректностью использования классических методов научного анализа, применением стандартных методик расчета, применяемых для систем электроснабжения, получением статистических данных о переходных процессах посредством разработанной модели.

В качестве научной новизны полученных результатов в диссертации следует отметить:

1. Разработку способов управления элементами системы электроснабжения и их коммутацией, снижающих потери в элементах сети электроснабжения.

2. Разработку алгоритмов управления элементами электрических сетей, учитывающих режимы работы элементов и состояние нагрузки.

3. Получение результатов исследований по влиянию изменений параметров нагрузки на коммутационные процессы.

Новизна технических решений, представленных в диссертации, подтверждена полученными патентами на изобретения: пат. 2432657 «Способ повышения надежности работы понижающей трансформаторной под-станции в распределительных сетях 6(10)/0,4 кВ», пат. 2706634 «Способ повышения надежности работы системы электроснабжения».

Практическая ценность результатов. Полученные в результате исследования на модели статистические данные по переходным процессам позволяют сформировать четкий критерий осуществления коммутации нагрузок к элементам сети электроснабжения с целью повышения их энергоэффективности. Алгоритмы и технические решения систем управления, разработанные в результате исследования, позволяют уменьшить потери от неравномерности и несимметрии нагрузки и потери топлива на выработку электрической энергии дизельных электростанций.

Соответствующие результаты диссертационной работы внедрены в производство, что подтверждается актом внедрения.

Апробация работы и публикация полученных результатов исследования. Основные положения исследования докладывались,

обсуждались и были одобрены на региональных, всероссийских и международных конференциях, а также на научно-технических семинарах кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Факультета энергетики и управления КнАГУ.

Анализ выполненной диссертационной работы. Общий объем диссертации составляет 161 страницу и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы на 102 наименования, включая 51 рисунок и 18 таблиц, а также 2 приложения.

Во **введении** отражена актуальность работы, определены цель и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость, выдвинуты положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит анализ основных элементов системы электроснабжения, уровня нагрузок и потерь в элементах на основании статистических данных электрических сетей Хабаровского края.

Вторая глава содержит анализ существующих способов управления элементами системы электроснабжения. Анализ показал, что применяемые в настоящее время способы и методы управления не могут обеспечить существенного снижения потерь электрической энергии от неравномерности и несимметрии нагрузок элементов системы электроснабжения. Выявлена необходимость создания способов, алгоритмов и технических решений для систем управления элементами электрической сети с возможностью подстраивать характеристики элементов под их режимы работы и условия внешней среды. Определена целесообразность выполнения исследований по воздействию параметров элементов электрической сети и их нагрузок на характеристики переходных процессов и установления критериев реализации наиболее эффективной коммутации.

Третья глава отражает результаты исследований переходных процессов включения и отключения выключателей при коммутации нагрузок к понижающему трансформатору. Исследования проводились на разработанной компьютерной модели однострансформаторной ПТП. Результаты исследования показали, что путём правильного выбора моментов включения и отключения полюсов выключателей, коммутирующих элементы сети электроснабжения к нагрузке, можно достичь минимальных уровней роста тока и перенапряжений соответственно. В ходе исследования определено сильное влияние колебаний нагрузки на рост тока переходного процесса (1÷41) %. Увеличение токов переходных процессов также может быть вызвано повышением уровней несимметрии токов (в 2 и более раза) и реактивной составляющей нагрузки (в 8 и более раз). Исследование на модели различных схем соединения обмоток трансформатора показало, что для 70%

случаев в схеме Δ - $Y0$ обнаруживаются в 1,4 раза меньшие значения токов переходных процессов по сравнению со схемой Y - $Y0$.

Четвертая глава включает результаты разработки технических решений на основании новых способов управления элементами сети электроснабжения. Применение схемы системы управления переключением понижающих трансформаторов в двухтрансформаторной ПТП снижает потери от неравномерности и несимметрии нагрузок с учетом прогнозирования изменений уровня нагружения ПТП. Техническое решение для системы управления дизель-генераторами в ДЭС позволяет уменьшить расход топлива на выработку электрической энергии снижает потери от неравномерности загрузки ДЭС путём прогнозирования её изменений, учитывает возможные изменения характеристик ДГ. Схема системы управления переключением нагрузок ЛЭП снижает потери от несимметрии нагрузок за счет выравнивания нагрузок по фазам трансформатора. В каждом из технических решений реализована функция повышения энергоэффективности выключателей, коммутирующих нагрузку к элементам электрической сети, за счет снижения токов переходных процессов.

Пятая глава содержит алгоритмы систем управления, соответствующие техническим решениям главы 4 и оценку экономической целесообразности их внедрения. Экономия энергии за год эксплуатации системы управления однострансформаторной ПТП для большинства случаев несимметричного нагружения составляет в среднем 0,3% (при максимальном значении около 1%). Экономия при снижении потерь энергии от неравномерности нагрузки в двухтрансформаторной ПТП лежит в диапазоне (0,11÷0,71) % для симметричного режима нагружения, с учетом снижения потерь от несимметрии нагрузки экономия увеличится в среднем на 0,3 %. Экономия топлива от внедрения системы управления переключением ДГ в ДЭС лежит в диапазоне (4,4 – 119,7) тонн в год. Срок окупаемости внедрения разработанных систем управления составляет (1 – 4,7) года и увеличивается при снижении мощности нагрузки ПТП и ДЭС.

Задачи исследования, представленные в работе, в полной мере отражены в соответствующих главах диссертации. Диссертация написана технически грамотным языком, имеет логичную и связную структуру, является завершенной научно-квалификационной работой.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности.

Диссертация соответствует специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность) (технические науки)».

В диссертации обоснована целесообразность применения новых способов управления элементами системы электроснабжения, снижающих потери от неравномерности и несимметрии нагрузки, повышающие эффективность работы выключателей, коммутирующих нагрузку к элементам электрической сети.

Выполнена разработка технических решений и алгоритмов работы систем управления элементами сети электроснабжения с целью повышения их энергоэффективности.

Сформированы критерии осуществления эффективной коммутации нагрузок к трансформаторам ПТП на основании результатов проведенного исследования переходных процессов на разработанной виртуальной модели ПТП.

Соответствие автореферата диссертации её содержанию.

Рукопись автореферата достаточно полно отражает содержание диссертации и представлена в виде краткого описания её глав, основных результатов исследований, экономической эффективности полученных результатов и выводов. Рукопись автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011 и «Положения о присуждении ученых степеней».

Замечания по диссертации

1. В главе 1 рассмотрены нагрузки основных элементов сети электроснабжения и влияние несимметрии токов нагрузки на рост потерь в ПТП и ЛЭП. Не приведен анализ влияния несимметрии напряжений на перенапряжения, возникающие в упомянутых элементах.

2. Из анализа рассмотренных в главе 2 средств автоматизации неясно, какие средства предпочтительнее использовать в дальнейших разработках технических решений автора?

3. На рисунках стр. 68 диссертации указаны осциллограммы фазного тока при включении выключателя. По тексту не указано, для каких параметров нагрузки и трансформатора были получены эти графики.

4. На стр. 84 диссертации указано, что существует возможность применения сформулированного критерия включения выключателя к процессу его отключения с целью снижения возникающих перенапряжений. Но в дальнейшем отсутствуют данные подтверждающие это утверждение.

5. В рассмотренных в главе 5 технических решениях, реализующих способы и алгоритмы работы систем управления, не определено какие устройства (или комплекс устройств) могут применяться в качестве

микроконтроллера, выполняющего основные функции разработанных систем управления.

Указанные замечания не снижают научно-практическую значимость полученных в диссертации результатов.

Заключение

Диссертация Новгородова Никиты Александровича отвечает требованиям Положения о присуждении учёных степеней по соответствующим пунктам.

Пункт 9 – диссертация Новгородова Н.А. на соискание учёной степени кандидата технических наук является логически завершённой самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие развитие системы электроснабжения страны.

Пункт 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку, а также имеет прикладной характер.

Полученные результаты и технические решения аргументированы и переданы для использования при повышении энергоэффективности элементов системы электроснабжения низкого напряжения.

Пункты 11-13 – основные выводы и предложения по рассмотренным в диссертации вопросам нашли отражение в 15 работах, в том числе в пяти статьях, опубликованных в журналах перечня ВАК Российской Федерации, двух патентах на изобретение, двух программах для ЭВМ и шести прочих публикациях.

Пункт 14 – использованные результаты научных работ, полученные Новгородовым Н.А. лично или в соавторстве, отражены в тексте диссертации, на материалы других авторов, отраженных в диссертации, имеются ссылки на источники заимствований.

Автор диссертации заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность) (технические науки).

Официальный оппонент кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения»

 Григорьев Николай Потапович

« 15 » 07 2021 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Почтовый адрес: 680021, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Серышева, дом 47

Телефон: 8(4212)40-72-00, 8(4212)40-75-16

Электронная почта: root@festu.khv.ru

Сайт: <http://dvgups.ru>

Подпись доцента Григорьева Н.П. заверяю:



