

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Воронова Павла Леонидовича «Разработка и реализация методик и алгоритмов расчета по частям симметричных и несимметричных режимов систем электроснабжения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09 03 – Электротехнические комплексы и системы.

На отзыв представлена диссертационная работа на тему: «Разработка и реализация методик и алгоритмов расчета по частям симметричных и несимметричных режимов систем электроснабжения» и автореферат. Диссертация состоит из введения, пяти глав основного текста, заключения, списка литературы и трех приложений. Общий объем диссертации составляет 258 страниц. Она включает 27 рисунков, 1 таблицу и библиографию из 157 наименований. Автореферат работы состоит из 24 страниц и 7 рисунков.

Диссертация написана автором самостоятельно. В диссертации Воронова Павла Леонидовича отсутствует заимствованный материал без ссылки на авторов и источники заимствования.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Актуальность темы диссертационной работы. Для решения задач моделирования, оптимизации и управления режимами современных систем электроснабжения (СЭС), характеризующихся большой размерностью и множеством параметров, определяющих состояние систем, требуется разработка и практическая реализации эффективных методов и алгоритмов анализа и расчета их режимов на ЭВМ. Одним из актуальных направлений разработки таких алгоритмов является развитие метода диакоптики или расчета сложных электротехнических комплексов и СЭС по частям. Использование тензорно-топологического подхода к решению

перечисленных задач может стать эффективным для анализа и расчета режимов работы СЭС с собственной генерацией, отличающихся различными видами связи генераторных и промышленных распределительных устройств, комплексами по компенсации реактивной мощности, а также для расчетов надежности электротехнических систем и устойчивости режимов работы узлов нагрузки при несимметричных повреждениях, вызывающих провалы напряжений на шинах подстанций СЭС. Учитывая сказанное, следует считать тему представленной диссертации актуальной.

Степень обоснованности научных положений, результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, обеспечивается корректностью исходных положений и допущений, выбором и использованием современного математического аппарата, применением апробированных методов и средств исследования режимов работы промышленных электротехнических систем, а также соответствием их известным теоретическим положениям и результатам исследований, полученным и опубликованным другими авторами.

Значимость полученных автором результатов для науки и научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Получены модели электротехнических комплексов СЭС, позволяющие моделировать характерные возмущения в сетях внешнего электроснабжения с учетом влияния электромагнитных процессов генераторов. Предложена и исследована модифицированная двухмерная топологическая модель ортогональной электрической сети и раскрыта двойственность между её геометрической конфигурацией и параметрами режима СЭС, отражающая физическое содержание сингулярных и несингулярных матриц преобразования.

2. Построены и адаптированы математические модели синхронных генераторов и электрических сетей в вещественных и в комплексных вращающихся системах координат с помощью тензорных преобразований и

ковариантной производной по времени, позволяющие рассчитывать режимы работы СЭС с распределенной генерацией.

3. Разработаны и практически реализованы методики и алгоритмы расчета по частям крупномасштабных СЭС, а также автоматического формирования матриц, используемых при объединении решений связанных и изолированных подсхем СЭС, рассчитываемых по частям, не зависящие от числа и вида взаимосвязей подсхем, и удобных для вычисления электрических величин в нормальных и аварийных режимах,

4. Усовершенствована на основе тензорно-топологического метода и ортогональных уравнений методика и алгоритм расчета несимметричных и сложных видов повреждений в СЭС, в которых используются совместно матрицы преобразования координат, уравнения связи и рассчитанные по частям схемы последовательностей для симметричных составляющих.

Полученные диссертантом результаты являются реальным вкладом в дальнейшее развитие положений теории режимных расчетов и вычисления токов короткого замыкания в сложных системах электроснабжения. Сформулированные в диссертации положения научной новизны обоснованы и следуют из материалов теоретических и практических исследований, изложенных в диссертации.

Практическая значимость диссертационной работы отражена в следующих основных результатах:

1. Реализованы методики и алгоритмы расчета электрических величин при симметричных и несимметричных режимах в сложно-разветвленных СЭС по частям, а также методика эквивалентирования и упрощения сетей СЭС при условиях сохранения инвариантности мощности и узлов подключения генераторов и мощных электродвигателей, участвующих в подпитке мест повреждения, которые могут быть использованы при анализе электромагнитных процессов и при вычислении собственных значений сетей, определяющих характер свободных процессов.

2. Получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ: № 2018613339 – «Программа автоматического деления схем замещения сложно-разветвленных систем электроснабжения при расчетах методом диакоптики RAZBIF, № 2018613041 - «Программа расчета режимов электрических систем методом диакоптики при делении на несвязанные подсистемы DIANSW», которые могут быть использованы, предприятиями и организациями, занимающимися проектированием и эксплуатацией электрооборудования электротехнических комплексов и систем любого класс напряжений.

3. Научные разработки, методики и программы, полученные в диссертации, внедрены в ООО НПП «ЭКРА, где используются Центром моделирования для расчетов уставок устройств релейной защиты, противоаварийной, сетевой и режимной автоматики, в ЗАО «ЭнЛАБ для режимных расчетов и определения токов коротких замыканий, а также для обеспечения учебного процесса на кафедре электроснабжения и интеллектуальных электроэнергетических систем имени А.А. Федорова ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

Публикации по теме диссертационной работы включают 35 печатных работ, в том числе 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертаций. Основные положения работы прошли апробацию на различных научно-технических конференциях, в том числе на пяти международных и четырех Всероссийских.

Учитывая сказанное, считаю, что материалы и результаты диссертационной работы опубликованы в достаточно полной мере.

Замечания и вопросы по диссертации и автореферату:

1. В работе выполнен в качестве примера расчет токов короткого замыкания для большого фрагмента Чувашской энергосистемы при планируемой реконструкции котельных и подключении когенерационных электростанций к городской электрической сети. На сколько ввод новых

источников распределенной генерации усложняет расчет режимов работы СЭС при несимметричных КЗ?

2. Какие сложности при расчете несимметричных режимов СЭС возникают при использовании разработанных Вами программ и каким образом они преодолевались при реализации предложенных алгоритмов?

3. Оценивались ли точность при упрощении уравнений (2.3 и (2.6) в систему уравнений (2.8)? Как это сказывается при практических расчетах и при выборе технических решений?

4. В диссертации используются три вида преобразований с помощью несингулярных матриц, в частности при замене систем координат для электромеханических систем. Чем определяются условия и критерии выбора обобщенных координат для них в предлагаемых решениях по частям?

Оценивая работу в целом, считаю, что диссертационная работа Воронова Павла Леонидовича «Разработка и реализация методик и алгоритмов расчета по частям симметричных и несимметричных режимов систем электроснабжения» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития электроэнергетики России.

Работа обладает внутренним единством и содержит новые теоретические и практические результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе П.Л. Воронова в науку.

Предложенные П.Л. Вороновым в диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Таким образом, диссертационная работа «Разработка и реализация методик и алгоритмов расчета по частям симметричных и несимметричных режимов систем электроснабжения» соответствует паспорту специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы, а также критериям установленным Положением о присуждении ученых степеней, в том числе

п.9-14. Автор диссертационной работы Воронов Павел Леонидович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Управляющий проектами
Общества с ограниченной
ответственностью «НПК Промир»
кандидат технических наук

Пупин Валерий Михайлович

Подпись Пупина В.М. заверяю:

Директор общества с
ограниченной ответственностью
«НПК Промир»
кандидат технических наук

 Жуков Владимир Анатольевич

Почтовый адрес: 111020, г. Москва, ул. Сторожевая, д.26, стр. 1, ООО НПК
«Промир». Тел.:(495)979-89-44, Факс :(495)979-89-33.

E-mail: info npkpromir.com