

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию Разживина Игоря Андреевича «Всережимное моделирование ветроэнергетической установки в электроэнергетической системе» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы»

1. Актуальность темы диссертации

Возрастающая интенсивность использования возобновляемых источников электроэнергии, преимущественно ветроэнергетических установок (ВЭУ), в том числе в составе электроэнергетических систем (ЭЭС), актуализирует исследования функционирования собственно ВЭУ и особенно их влияния на квазиустановившиеся и переходные процессы ЭЭС. Поскольку эту информацию, необходимую для проектирования, развития и эксплуатации ЭЭС с ВЭУ, ввиду очевидных причин можно получить только путем моделирования, преимущественно математического, а существующие многочисленные программно-вычислительные комплексы (ПВК), в силу неизбежно используемых различных упрощений и ограничений, не гарантируют ее достаточную достоверность, и нередко подобные расчеты вообще оказываются неудовлетворительными, что подтверждается их верификацией. Поэтому предлагаемый в диссертации альтернативный сугубо численному комплексный подход, представляющий в широком смысле гибридное моделирование ВЭУ 4 типа (ветротурбина, синхронный генератор с возбуждением от постоянных магнитов, вставка постоянного тока, трансформатор присоединения), и разработанные на этой основе концепция всережимного непрерывного моделирования в реальном времени ВЭУ 4 типа и средства ее реализации, которые в составе ранее разработанного в соответствии с указанным подходом Всережимного моделирующего комплекса реального времени ЭЭС (ВМК РВ ЭЭС), несомненно являются новыми и актуальными, позволяющими применительно к конкретной ЭЭС и географическому месту использования ВЭУ 4 типа получить достаточно достоверную всережимную информацию для планирования режимов, настройки средств релейной защиты и автоматики.

2. Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа содержит 115 страниц, в том числе 94 рисунка, 2 таблицы, список цитируемой литературы из 88 наименований и состоит из введения, 4-х глав, заключения и 3 приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи работы, определена научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приводятся сведения об апробации и использовании полученных научных результатов.

В первой главе обоснована математическая модель ветрового потока и его турбулентной составляющей. Синтезирована модель аэродинамического

преобразования с учетом параметров ветротурбины, определяющая ее механический момент.

Во второй главе сформулированы положения концепции непрерывного моделирования в реальном времени ВЭУ 4 типа в ЭЭС. Представлены структура и принципы реализации концепции, образующие специализированный гибридный процессор (СГП ВЭУ 4 типа), предназначенный для применения в разработанном в ТПУ Всережимном моделирующем комплексе реального времени электроэнергетических систем (ВМК РВ ЭЭС).

В третьей главе приведены результаты тестовых исследований СГП ВЭУ 4 типа в маломашинной схеме ЭЭС реализуемые с достаточной достоверностью в ПВК RTDS и в аналогичной схеме ВМК РВ ЭЭС, подтверждающие их соответствие.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований ВЭУ 4 типа в фрагменте реальной ЭЭС при различных ветровых режимах и всевозможных коротких замыканиях.

В завершении каждой главы приведены выводы.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

3. Опубликованность и апробация материалов диссертационной работы

По тематике диссертации опубликовано 18 работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК, 2 статьи в журналах, индексируемых базами данных Web of Science и Scopus, получен патент РФ на изобретение. Кроме этого результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и всероссийских научных конференциях.

4. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Содержание диссертации и автореферата соответствуют пунктам 6, 7, 9 и 13 паспорта научной специальности 05.14.02.

5. Степень обоснованности научных положений и достоверности полученных результатов

Обоснованность научных положений и достоверность полученных результатов базируются на определяемых теорией методов дискретизации для обыкновенных дифференциальных уравнений ограничительных условиях применимости методов их численного интегрирования, определяемых официальными документами характеристиках современных ПВК, классических положениях и законах теоретической электротехники и математики, использовании метода непрерывного неявного методически

точного интегрирования дифференциальных уравнений и соответствии теоретических и экспериментальных данных.

6. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

1. Синтезирована математическая модель ветротурбины.
2. Обоснована и сформулирована концепция, позволяющая для каждого аспекта решаемой сложной проблемы непрерывного всережимного моделирования в реальном времени ВЭУ 4 типа в ЭЭС, применять наиболее эффективные методы, способы и средства, агрегирование которых обеспечивает успешное решение проблемы в целом.
3. В соответствии с предложенной концепцией разработан и реализован СГП ВЭУ 4 типа.

7. Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы

Разработанные средства всережимного моделирования в реальном времени и на неограниченном интервале ВЭУ 4 типа в ЭЭС позволяют получить достаточно полную и достоверную информацию о едином непрерывном спектре квазиустановившихся и переходных процессов при всевозможных нормальных, аварийных и послеаварийных режимах, которая применительно к конкретной ЭЭС и географическому месту использования ВЭУ необходима для решения задач проектирования, развития и эксплуатации.

8. Замечания

1. В диссертации отсутствуют конкретные примеры решения обозначенных задач, для которых необходима достоверная всережимная информация функционирования ВЭУ 4 типа в ЭЭС.
2. Существующие ПВК, несмотря на их отмеченные недостатки, являются в настоящее время единственным инструментом для расчета режимов и процессов в ЭЭС, в том числе с ВЭУ, а перспектива применения ВМК РВ ЭЭС, в том числе с СГП ВЭУ 4 типа, представляется неопределенной.
3. В связи с соответствием тестовых результатов маломашинной схемы в ПВК RTDS и ВМК РВ ЭЭС возникает вопрос о применимости ПВК RTDS для моделирования сложных ЭЭС.

9. Заключение

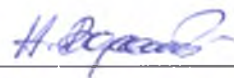
Указанные замечания не снижают существенно общей положительной оценки диссертационной работы и носят уточняющий, рекомендательный характер.

Основываясь на вышеизложенном, считаю, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Полученные на основе выполненных исследований и разработок результаты являются значимыми для современной электроэнергетической науки и практики. Диссертационная

работа И.А. Разживина на тему «Всережимное моделирование ветроэнергетической установки в электроэнергетической системе» соответствует требованиям пп. 8 и 9 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, а ее автор Разживин Игорь Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Официальный оппонент

Научный руководитель Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН), член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор



Николай Иванович Воропай

«20» ноября 2019 г.

Почтовый адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 130, каб. 206.

Тел. +7(3952)42-47-00

E-mail: voropai@isem.irk.ru

