

Татьяна Георгиевна Климова: энергетика — это судьба

*«Мы из МЭИ! Мы можем им гордиться!
И каждый здесь свою мечту осуществит.
...»*

*«Мы из МЭИ! Мы можем сдвинуть горы!
И нас с пути не сдвинуть никогда!»*

Релейная защита и автоматика энергосистем в своем развитии опирается на достижения и результаты многих отраслей науки и техники, включая электротехнику, электромеханику, знания по электромагнитным материалам, электромагнитным полям и распространения электромагнитных волн. Достижения микроэлектроники и микропроцессорной техники, различные виды связи, включая необходимые датчики и средства модуляции, знания математических методов представления и обработки данных, моделирующие программно-аппаратные комплексы реально используются в разработках. Знания из нескольких различных областей техники, включая методы искусственного интеллекта, как говорят — «на стыке», весьма эффективны. Ярким примером такого взаимодействия является научно-педагогическая деятельность кандидата технических наук, доцента кафедры релейной защиты и автоматизации энергосистем НИУ МЭИ Татьяны Георгиевны Климовой.

Татьяна Георгиевна окончила радиотехнический факультет Московского энергетического института по специальности «Радиофизика и электроника», аспирантуру по специальности «Теоретические основы радиотехники», защитила диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук по теме «Фазовая синхронизация про-

странственно-разнесенных автогенераторов», была распределена на кафедру «Релейная защита и автоматизация энергосистем», где влилась в дружный коллектив и освоила необходимые учебные и научные направления.

В НИУ МЭИ Татьяна Георгиевна преподаёт следующие дисциплины: Элементы автоматических устройств; Математические задачи релейной защиты и автоматизации энергосистем; Теория автоматического регулирования; Теория автоматического управления. По всем учебным направлениям создавались лабораторные работы на базе цифровой техники. Эти работы подкреплялись изданными описаниями заданий и методическими указаниями к их выполнению. Издавались правила работы с различными программными объектами. Магистерские работы под руководством Татьяны Георгиевны всегда выполнялись на современной цифровой технике. Татьяна Георгиевна была награждена дипломом международной выставки и конференции РЗиА — 2021 (подписано СО ЕЭС) в номинации «Вклад в развитие цифровых технологий в РЗА», грамотой министерства энергетики и неоднократно представлялась на Доске Почёта НИУ МЭИ.

Научные направления деятельности Т. Г. Климовой: Оптимальная настройка регуляторов. Цифровая обработка сигналов. Устройства синхронизированных векторных измерений. Мониторинг в реальном времени состояния энергетических объектов. Визуализация переходных процессов, развитие векторных измерений. Низкочастотные колебания, определение их источников и демпфи-



Климова Татьяна Георгиевна, студенческий строительный отряд, Вилуйская ГЭС

рование. Эти темы получили существенное развитие при появлении на кафедре программно-аппаратного комплекса RTDS (Real-Time Digital Simulator).

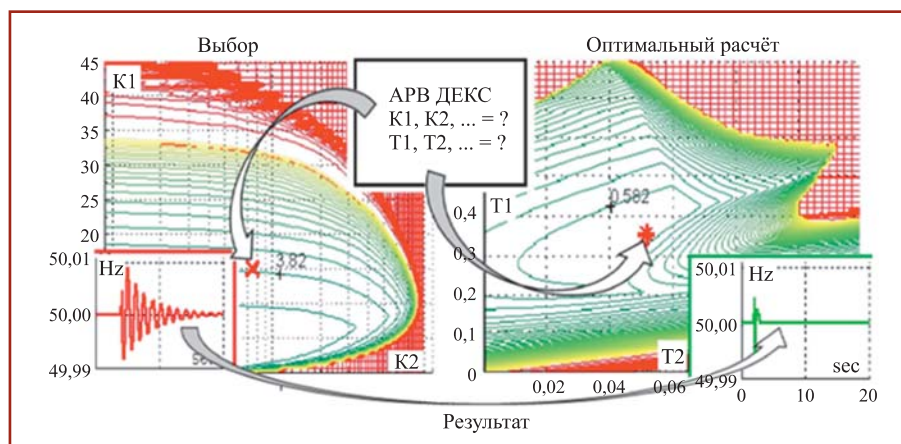
Последующие научно-исследовательские работы, выполненные с использованием RTDS, дали интересные и важные результаты.

Оптимальная настройка регуляторов. Разработаны методики исследования и настройки автоматических регуляторов возбуждения синхронного генератора (АРВ СГ) отечественного и зарубежного производства в соответствии с требованиями стандарта ОАО «СО ЕЭС» и проверено их использование при анализе функционирования АРВ и выборе параметров настройки АРВ СГ конкретной электростанции [1 и др.].

В совокупности эти методики позволяют оценить качество функционирования АРВ, определить области статической устойчивости системы регулирования для заданных параметров АРВ,



Климова Татьяна Георгиевна, доцент кафедры «Релейная защита и автоматизация энергосистем» НИУ МЭИ



Пример определения областей устойчивости и оптимальных значений параметров регулятора Decs-400



Начало работы комплекса RTDS на кафедре релейной защиты и автоматизации энергосистем. К этому времени Т. Г. Климова получила допуск к работе от фирмы-производителя

а также выбрать оптимальные настройки АРВ для требуемых условий.

По данному направлению была подготовлена и защищена кандидатская диссертация Николаевой О. О. «Разработка методов настройки и контроля параметров автоматических регуляторов возбуждения синхронных генераторов с использованием значений их режимных параметров».

Визуализация переходных процессов, развитие векторных измерений. Анализ областей устойчивости позволяет достаточно точно оценить параметры переходных процессов (длительность переходного процесса, коэффициент демпфирования и величину перерегулирования) при любых настройках АРВ и оценить ожидаемый результат их функционирования. Используется несколько способов визуализации информации о параметрах переходных процессов и сравнения результатов испытаний, в том числе и гипервекторы [2 и др.].

Векторные представления и измерения в течение многих десятилетий используются в теории и практике электротехники, при испытаниях электрооборудования, в анализе и синтезе устройств релейной защиты, автоматики и регулирования. На кафедре рассматриваются различные способы обработки и визуализации экспериментальных данных, полученных при исследовании сложных колебательных систем и их моделей. Ставится цель определения максимально информативного способа представления переходных процессов. Показано, что представление колебательных процессов на плоскости с двумя системами координат позволяет максимально учесть информацию обо всех параметрах колебательного процесса. Все разработанные способы визуализации и анализа состава переход-

ных процессов дополняют друг друга и позволяют представить полную характеристику переходных процессов.

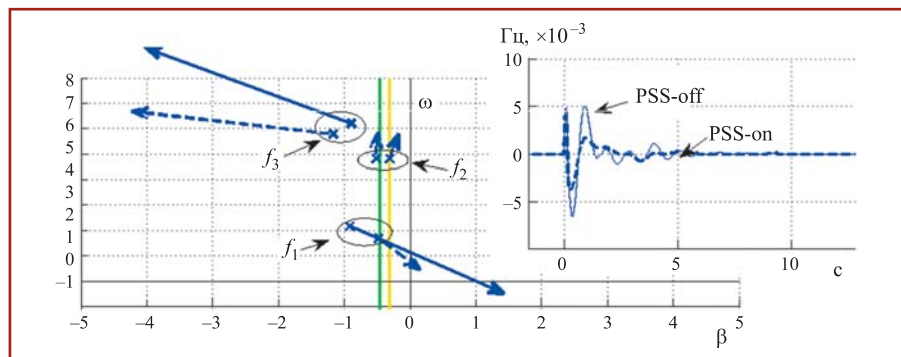
Цифровая обработка сигналов. Устройство синхронизированных векторных измерений. В устройствах синхро-

низированных векторных измерений (УСВИ) широко используются различные реализации дискретного преобразования Фурье. В условиях отсутствия помех любой описанный алгоритм показывает идеальные выходные результаты, по которым можно судить о состоянии энергосистемы. Но при наличии помех практически ни один из алгоритмов не способен полностью определить спектр их воздействия.

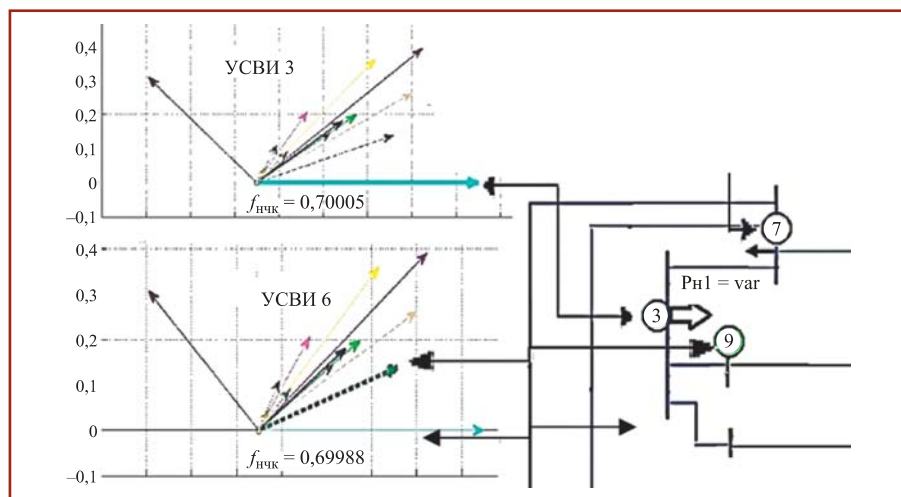
Разработано модернизированное дискретное преобразование Фурье, дающее быстрый (окно наблюдения 10 мс), точный и простой для реализации алгоритм получения оценок параметров синусоидального колебания при соблюдении требований стандарта МЭК С37.118.

Разработанный алгоритм предлагает доступное решение УСВИ для улучшения качества наблюдения и управления энергосистемой при наличии интергармонических колебаний с возможностью определения их параметров [3 и др.].

В настоящее время в крупных электроэнергетических системах по всему миру массово внедряются УСВИ. Это создаёт предпосылки использовать измерения УСВИ и для оценки параметров схемы замещения силового оборудо-



Гипервекторное представление изменения качества переходного процесса при включении системы стабилизации



Векторы колебаний частоты напряжения в точках установки УСВИ, определяющие источник НЧК. Фаза колебания частоты в точке установки УСВИ минимальна у источника колебаний [5 и др.]



Хобби, зимой и летом

дования, в том числе и параметров схем замещения силовых трансформаторов [4 и др.].

Силовые трансформаторы в различных конструктивных исполнениях являются одним из важнейших и дорогих элементов энергосистемы. Неожиданный отказ силового трансформатора может привести к значительным затратам на ремонт и финансовым потерям из-за внепланового отключения. Дефекты элементов силовых трансформаторов вызывают отклонения параметров силового трансформатора, которые проявляются в значениях режимных параметров трансформаторов, следовательно, по отклонениям этих параметров можно производить обнаружение дефектов силовых трансформаторов, а также связанные с ними изменения параметров схем замещения, вплоть до предельно допустимых. Влияние трансформаторов на режим работы

системы учитывается с помощью схемы замещения.

Синхронизированные векторные измерения использовались в диссертациях Елкиным С. В. «Совершенствование методов выявления асинхронного режима работы электроэнергетической системы с применением устройств синхронизированных векторных измерений» и Кошкаревой Л. А. «Совершенствование релейной защиты управляемых шунтирующих реакторов с подмагничиванием».

Вопросы выявления и исследования возникающих в энергосистеме высокоамплитудных низкочастотных колебаний параметров электрического режима (НЧК ПЭР) в настоящее время являются важными для обеспечения устойчивости работы генерирующего оборудования и сохранения динамической устойчивости энергосистемы. Разработаны методики идентификации

НЧК ПЭР, определения источника колебаний, мониторинга колебательной устойчивости энергосистемы, а также эффективного демпфирования НЧК, что является необходимым условием обеспечения надёжности работы энергосистемы.

Применение устройств синхронизированных векторных измерителей позволяет с высокой точностью определять источники НЧК в энергосистеме любой природы появления, причём в зависимости от количества установленных измерителей в энергосистеме, можно конкретизировать источник до конечного первичного оборудования.

Всего у Татьяны Георгиевны — более 150 учебных и научных публикаций.

Татьяна Георгиевна — удивительная женщина, которая занимается такими сложными научными проблемами, читает лекции, руководит аспирантами и магистрами, выполняющими курсовые проекты и выпускные работы. Три аспиранта Татьяны Георгиевны защитили кандидатские диссертации. Конечно, ничто человеческое ей не чуждо — Татьяна Георгиевна любит путешествовать, кататься на горных лыжах, играет в настольный теннис (на кафедре проиграла только одному своему аспиранту!) и выращивает цветы. Воспитала сына и дочь, они тоже окончили МЭИ.

Татьяна Георгиевна, так держать!

Коллеги по работе

1. Artsyshevsky J. L., Klimova T. G., Maximov B. K., Nikolaeva O. O. Techniques of control, analysis and visualization of automatic exciter controller functioning in synchronous machine // Electric Power Systems Research. 2017. Vol. 144. P. 175 – 184.

2. Арцишевский Я. Л., Климова Т. Г. Векторные и гипервекторные измерения в электроэнергетике // Библиотечка электротехника. 2021. № 9 (273). — 94 с.

3. Климова Т. Г., Ревякин В. А. Повышение точности и быстродействия алгоритмов при цифровой обработке сигналов в задачах релейной защиты и автоматики // Релейная защита и автоматизация. 2023. № 2 (51).

4. Климова Т. Г., Савватин М. В. Определение источников низкочастотных колебаний в энергосистеме по данным системы мониторинга переходных режимов // Энергетик. 2016. № 1.

5. Климова Т. Г., Смирнов В. С. Оценка параметров схемы замещения двухобмоточного трансформатора на базе синхронизированных векторных измерений // Интеллектуальная электротехника. 2023. № 1 (21).