

Энергоэффективность.

Наука и практика

ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ» с 1990 года работает в области автоматизации объектов энергетики и, будучи экспертом в этой области, прекрасно знает узкие места энергетического хозяйства страны и энергопотребления в целом. Улучшение показателей энергоэффективности требует постоянной исследовательской работы, позволяющей выявить те узлы, где происходят основные потери энергии, и причины, которые приводят к снижению ее качества. Для выполнения этих задач более 20 лет назад компания создала электротехническую лабораторию, которая, осуществляя методичные и скрупулезные обследования, наблюдения, анализ, вычисления помогает предприятиям энергетической отрасли повысить энергоэффективность. К настоящему времени коллектив лаборатории накопил большой опыт в этой сфере. О деятельности электротехнической лаборатории ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ» мы говорим с ее руководителем, доцентом Высшей школы электроэнергетических систем Института энергетики СПбПУ Петра Великого, к.т.н. [Антоном Кузнецовым](#). ■■■■■

ЦИТАТА: Основная цель энергетических обследований – выявление причин нарушений работы технологического оборудования, разработка мероприятий по повышению экономичности и надежности электроснабжения потребителей и, таким образом, улучшение показателей энергоэффективности.

ИСУП: Антон Алексеевич! Чем занимается электротехническая лаборатория ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ»?

А.А. Кузнецов: Наша электротехническая лаборатория более 20 лет занимается измерениями и анализом режимов и показателей качества электроэнергии, а также проводит энергетические обследования электрической части промышленных предприятий и энергоснабжающих организаций. Основная цель энергетических обследований – выявление причин нарушений работы технологического оборудо-

вания, разработка мероприятий по повышению экономичности и надежности электроснабжения потребителей и, таким образом, улучшение показателей энергоэффективности.

В ходе выполнения работ создаются математические модели участков сети или систем электроснабжения с расчетом токов КЗ и определением перетоков мощностей по линиям, уровней напряжений в узлах в нормальном и аварийном режимах, степени загрузки ЛЭП и силового электрооборудования. На основании полученных данных решаются такие вопросы, как

анализ качества электроэнергии, составление баланса реактивных мощностей, выявление оборудования с низким КПД, а также определение потерь энергии.

По измеренным и расчетным значениям с использованием специально разработанных математических алгоритмов выполняется спектральный анализ гармонических составляющих токов и напряжений с определением потребителей, вносящих наибольший вклад в искажение формы сигнала. Дополнительно выполняется анализ частотных характеристик сети, определяются

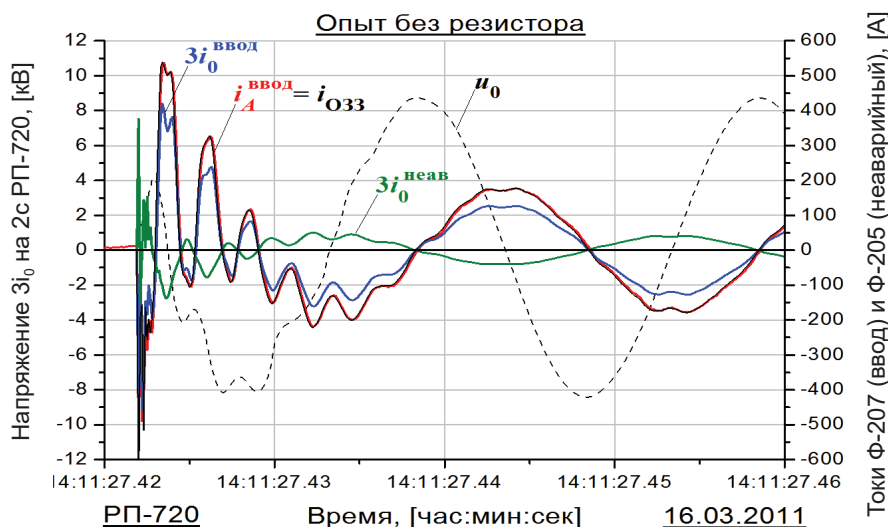


Рис. 1. Опыт металлического однофазного замыкания на землю

величины и направления перетоков активной и реактивной мощностей на основной и высших гармониках.

Одним из направлений деятельности электротехнической лаборатории являются исследования и оптимизация режимов нейтралей сетей 6–10–35 кВ и процессов при возникновении однофазных замыканий на землю.

Разработана и активно применяется на практике известная и безопасная для оборудования методика косвенного измерения емкостных токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью средних классов напряжения 6–35 кВ. При выполнении измерений производится частичное однофазное замыкание на землю через калиброванную высоковольтную емкость, параметры которой подбираются таким образом, чтобы обеспечить смещение нейтрали на величину не более 4–10% (при длительно допускаемых смещениях 15%). Выполненная доработка методики позволяет с использованием информации о значениях векторов фазных напряжений до и после подключения емкости определить по специальным математическим алгоритмам не только емкостные составляющие сопротивления изоляции сети и тока замыкания на землю, но и их активные составляющие (рис. 1). Более чем за двадцать лет работы в данном направлении накоплен большой теоретический багаж знаний и практический опыт разработки предложений по оптимизации режимов сетей с изолированной нейтралью, а также в сетях с резистивно-заземленной или

компенсированной нейтралью различной конфигурации.

До недавнего времени руководителем лаборатории являлся профессор кафедры «Электрические сети и системы» СПбГПУ Кучумов Леонид Александрович, сейчас он делится своими научными знаниями, консультируя нас.

ИСУП: Какое оборудование и программное обеспечение вы используете в своих исследованиях?

А. А. Кузнецов: Мы применяем многоканальные цифровые осциллографы с длительным (до нескольких суток) непрерывным осциллографированием токов и напряжений не только

в установившихся, но и в переходных режимах (рис. 2), широкополосные измерительные преобразователи, датчики Холла, высоковольтные калиброванные конденсаторы, высоковольтные резистивные и емкостные делители напряжения.

Использование многоканальных (до 32 каналов) осциллографов позволяет с высокой частотой одновременно фиксировать напряжения на секциях шин, а также токи во всех отходящих присоединениях, что значительно облегчает работу по анализу быстропротекающих переходных процессов и снимает любые проблемы, связанные с синхронизацией данных измерений в нескольких отходящих линиях и определением потребителей, вносящих наибольший вклад в нарушение показателей качества электрической энергии. А это – прямой путь к повышению энергоэффективности.

Что касается специализированного ПО, то в расчетах мы используем такие хорошо зарекомендовавшие себя программы, как RastrWin для расчета установившихся режимов и Matlab для анализа переходных процессов, а также программные модули собственной разработки для обработки и анализа результатов выполненных измерений. Сочетание знаний и системного подхода к обработке режимных параметров позволяет специалистам лаборатории обоснованно рекомендовать к внедрению в системы электроснабжения

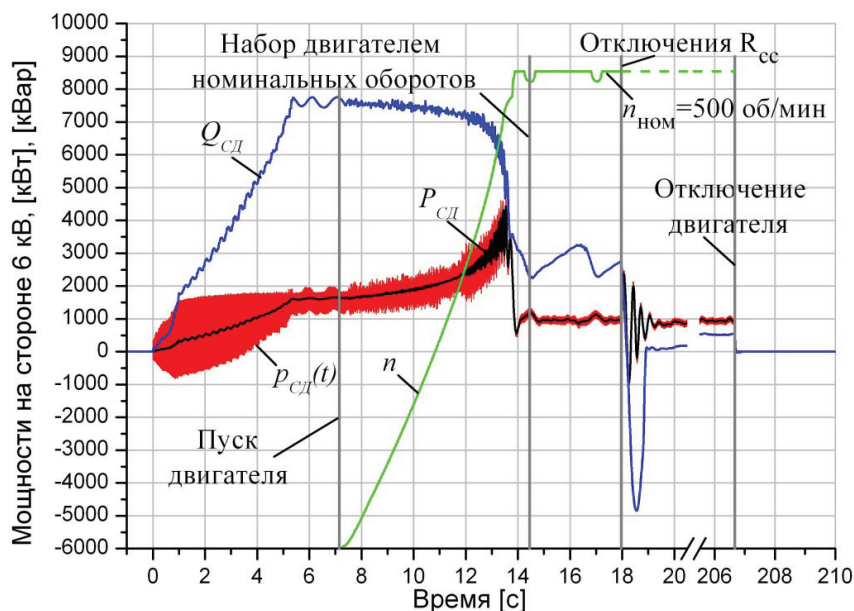


Рис. 2. Процесс исследования плавного пуска синхронного двигателя мощностью 2 МВт

новые прогрессивные и малозатратные разработки для модернизации электрооборудования, обеспечения должного качества электроэнергии.

ИСУП: Какие исследования ведет ваша лаборатория в рамках современных трендов энергосбережения и повышения энергоэффективности?

А. А. Кузнецов: В условиях дефицита и увеличения стоимости энергоресурсов, роста объемов производств на промышленном предприятии наиболее актуальной становится проблема энергосбережения и, в частности, экономии электроэнергии. Большинство электрических установок наряду с активной мощностью потребляют и реактивную мощность, которая расходуется на создание электромагнитных полей и является абсолютно бесполезной для потребителя. Высокое потребление реактивной мощности не только снижает качество электроэнергии, но и приводит к перегреву проводов, перегрузке подстанций и просадкам напряжения в электросети. При этом возникает необходимость в завышении мощности трансформаторов и сечения кабелей.

Для снижения потребления реактивной мощности применяют компенсирующие устройства, такие как конденсаторные батареи, синхронные двигатели и компенсаторы, современные управляемые источники реактивной мощности типа СТК и СТАТКОМ. Так вот, мы анализируем балансы реактивных мощностей, режимы работы потребителей электроэнергии, среди которых могут быть резкопеременные и несинусоидальные

нагрузки, проверяем условия работы существующих устройств компенсации реактивной мощности и разрабатываем предложения по обеспечению требуемых уровней ее компенсации. Это позволяет повысить энергоэффективность промышленных установок.

ИСУП: А вы даете рекомендации, где правильно разместить устройства компенсации реактивной мощности?

А. А. Кузнецов: Да, и не только. Мы в своих расчетах показываем рациональные места размещения, обосновываем выбор уровня мощности, параметров и законов управления компенсирующих устройств.

Более того, при выполнении оптимизационных расчетов мы обязательно учитываем так называемые статические характеристики нагрузки, показывающие реально существующую связь потребления активной и реактивной мощностей с уровнями напряжения. При их игнорировании можно столкнуться с неожиданным фактом увеличения потребления активной энергии после выполнения мероприятий по КРМ, направленных на снижение потерь. То есть можно получить увеличение оплаты за электрическую энергию после внедрения мероприятий по ее уменьшению!

ИСУП: Есть ли научная составляющая в ваших исследованиях, и если есть, то какая?

А. А. Кузнецов: Роль науки в наших исследованиях достаточно велика. Например, в рамках работ по направлению оптимизации режимов работы нейтралей электрических сетей вы-

полняется сложное математическое моделирование переходных процессов с использованием самого современного программного обеспечения, которое требует значительных вычислительных мощностей (рис. 3). Корректный анализ полученных результатов требует высокой научной квалификации сотрудников.

В области контроля гармонических искажений токов и напряжений в установившихся и переходных режимах также существует большое количество нерешенных в настоящее время проблем, разобраться с которыми возможно только с использованием научных подходов. И в этих исследованиях мы оперируем, например, такими понятиями, как «интергармоники», что в принципе непонятно значительному количеству специалистов.

Компенсация реактивной мощности в настоящее время также является одним из наиболее наукоемких направлений в связи с разработкой и внедрением современных устройств, строящихся на базе полностью управляемых источников напряжения и имеющих сложные алгоритмы управления и оптимизации, позволяющие одновременно вырабатывать (либо потреблять) реактивную мощность, поддерживать напряжение в узле нагрузки, фильтровать высшие гармоники и устранять несимметрию токов и напряжений.

Хотелось бы также добавить, что по результатам работы лаборатории регулярно публикуются научные статьи в ведущих профильных изданиях и выполняются доклады на междуна-

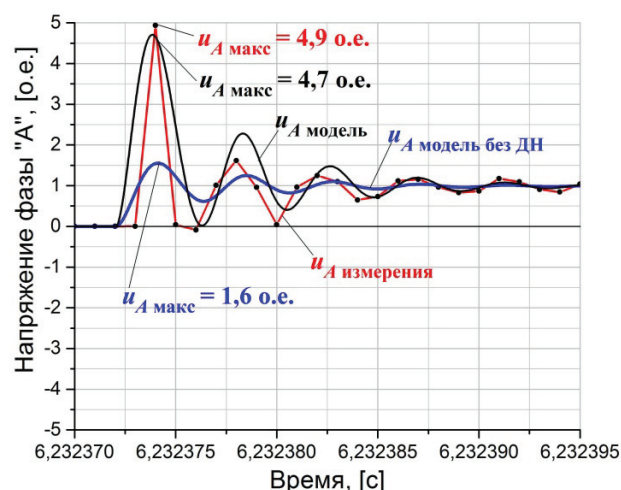
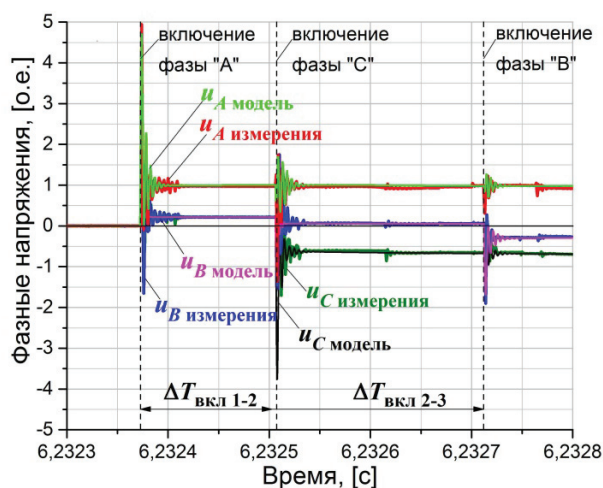


Рис. 3. Сопоставление результатов экспериментальных измерений с результатами математического моделирования

родных научно-технических конференциях.

ИСУП: Какие последние исследования были выполнены вашей лабораторией и над чем вы сейчас работаете?

А. А. Кузнецов: Недавно нами была выполнена работа по выбору параметров подводной кабельной линии напряжением 35 кВ потребителей нефтяного месторождения в Балтийском море и сделаны расчеты установившихся и переходных режимов в системе электроснабжения с выбранной кабельной линией. В ходе этой работы также осуществлялась проверка сечений кабельных вставок по допустимому току на определенных участках, рассчитывались токи однофазного замыкания на землю с выбором режимов заземления нейтралей сетей 35 кВ, определялись установившиеся отклонения напряжений на шинах потребителей электрической энергии в различных режимах работы с обоснованием параметров, требуемых для установки устройств компенсации реактивной мощности и обеспечения нормируемых уровней напряжений.

В настоящее время осуществляется ряд интересных проектов. Один из них связан с поиском причин повышенной повреждаемости измерительных трансформаторов напряжения в сетях генераторного напряжения одной из крупных электрических станций. Другой проект связан с еще одним из направлений нашей деятельности — оптимизацией электрических режимов мощных электрических печей, таких как дуговые сталеплавильные, а также руднотермические печи, и повышением их энергоэффективности. Вызывает интерес и проект, связанный с совершенствованием методов и алгоритмов прогнозирования состояния кабельных линий, в котором мы задействуем устройство «НЕВА-ОПФ»,



Рис. 4. Процесс калибровки устройства определения поврежденного фидера «НЕВА-ОПФ»

разработанное специалистами НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ» (рис. 4).

ИСУП: А чем занимается научно-производственная фирма «ЭНЕРГОСОЮЗ»?

А. А. Кузнецов: Компания, в которой осуществляется деятельность нашей лаборатории, специализируется на разработке, производстве и внедрении оборудования для автоматизации объектов электроэнергетики. Оборудование НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ» под торговой маркой «НЕВА» сегодня работает на сотнях станций и подстанций в большинстве регионов России и стран СНГ в составе систем регистрации аварийных событий, телемеханики и диспетчерского управления,

АСУ ТП и противоаварийной автоматики, решает задачи мониторинга и диагностики технологического оборудования.

ИСУП: Хотелось бы пожелать вашей лаборатории новых творческих задач, а НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ» — успехов!

Беседовал С. В. Бодрышев,
главный редактор журнала «ИСУП».



ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ»,
г. Санкт-Петербург,
тел.: +7 (812) 320-0099,
e-mail: mail@energsoyuz.spb.ru,
сайт: www.energsoyuz.spb.ru