

УДК 621.3

## **RTDS – ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИРУЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

Рабушко П.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент НОВАШ И.В.

Повышение качества и надежности энергетического оборудования неразрывно связано с применением на всех этапах его жизненного цикла современных цифровых технологий, а также методов математического моделирования энергетических систем.

В результате воздействия различных факторов, современные энергосистемы становятся все более сложными, что во многом связано с необходимостью учета экономических и экологических аспектов. С этой точки зрения, внедрение новых технологий является необходимым условием прогресса, начиная, например, с применения управляемых силовых электронных устройств в сетях переменного и постоянного тока, а также использование других элементов гибких систем передачи переменного тока. Все вышеперечисленное, как правило, способствует повышению устойчивости системы, однако без их надежного функционирования энергосистема может стать неустойчивой.

Изменения в первичных энергосистемах требуют нового, более комплексного подхода к соответствующим вторичным системам. Это касается релейной защиты, автоматики и управления энергосистемами в обычных и аварийных режимах работы. При этом нельзя забывать о том, что должна обеспечиваться возможность быстродействующего управления современными силовыми электронными устройствами, гораздо более оперативного по сравнению с традиционным силовым оборудованием. В связи с этим, требования, предъявляемые к таким устройствам в отношении надежности несрабатывания и надежности срабатывания, должны быть более высокими, время их срабатывания (быстродействия) должно быть меньше, а обнаружение аварийных режимов должно осуществляться гораздо быстрее, чем когда-либо ранее.

Одним из способов обеспечения наиболее оперативной разработки и тестирования с сохранением высокого качества выполняемой работы является использование так называемого моделирования энергосистемы в реальном времени.

RTDS – это специализированный комплекс, предназначенный для изучения стационарных режимов и электромагнитных переходных процессов в энергосистеме в реальном масштабе времени. Исследования энергосистем высокого напряжения переменного и постоянного тока выполняются путем цифрового моделирования процессов с использованием алгоритмов.

RTDS позволяет решать следующие задачи:

- полный цикл проверки релейной защиты, единой защиты и схем управления;
- полный цикл проверки систем управления для электрических систем постоянного тока, статических регулируемых компенсаторов, тиристорно-управляемых последовательных конденсаторов и синхронных машин;
- разработка устройств гибких систем передачи электроэнергии переменным током и связанных с ней средств управления;
- изучение работы систем переменного тока, включая режим генерации и передачи электрической энергии;
- исследование взаимодействия оборудования для энергетики;
- изучение взаимодействия между объединенными системами постоянного и переменного тока;
- обучение и тренировка инженерно-технического персонала объектов электроэнергетики.

Через устройства ввода-вывода к RTDS подключается различное внешнее оборудование, такое как измерительные устройства, релейная защита и контроллеры,

например, устройства управления регулируемых электроприводов или управляемых компенсаторов реактивной мощности. При этом условия функционирования подключенного оборудования соответствуют реальным условиям. Это позволяет тестировать функционирование устройств без их включения в реальную энергосистему.

Модели электрических систем формируются из моделей отдельных элементов. Важнейшим преимуществом RTDS является возможность представить в модели электрической системы, в частности, средства релейной защиты, автоматики и управления как в виде запрограммированных внутренних блоков RTDS, так и в виде реальных терминалов (контроллеров), которые соединяются с симулятором через аналоговые и цифровые порты ввода-вывода.

Устройства релейной защиты были первыми пользователями цифрового моделирования замкнутого цикла в реальном времени. Сегодня практически невозможно представить реализацию современных интеллектуальных устройств защиты и управления сетей со сложной конфигурацией без проверки этих устройств, оптимизации их уставок и конфигураций без помощи цифрового моделирования.

Цифровое моделирование замкнутого цикла в реальном времени является самым надежным методом наиболее оперативной разработки и тестирования для реализации новых технологий в современных энергосистемах.

Разработка защиты и автоматики энергосистем за последнее десятилетие сделала значительный шаг вперед, хотя еще большие изменения ожидают нас впереди.

Существует ряд компаний по всему миру, которые сформулировали свои требования к сертификации и методике испытаний для различных типов устройств защиты. Большая часть испытаний, которые должно (независимо от производителя) пройти сертифицируемое устройство, осуществляется на стандартизованных моделях системы при помощи RTDS. Кроме того, для ряда специальных проектов, в особенности применительно к системам сверх- и ультравысокого напряжения, выполняются проектно-ориентированные испытания.

С увеличением сложности энергосистемы методы обучения и изучения на различных этапах обучения идут в ногу с развитием и предлагают студентам новые инструменты и методы, которые позволят им лучше подготовиться к решению сложных задач при их самостоятельной работе. Многие университеты уже отметили потребность в моделировании студентом систем и событий в реальном времени и подготовили для своих студентов полный курс лекций с различными характерными примерами.

Различные энергопредприятия по всему миру признали необходимость всестороннего обучения своего персонала при введении новых технологий в энергосистеме, поскольку не могут полностью зависеть от каждого конкретного поставщика. Кроме того, возникает потребность в изучении и анализе различных событий в ходе работы системы, а также необходимость в изменении со временем некоторых параметров. Именно поэтому в практику входит заказ цифрового симулятора реального времени одновременно с приобретением готового проекта.

На данный момент системы моделирования в реальном времени имеют довольно широкое распространение в мире. Поставлено около 250 комплексов, состоящих из более чем 1100 вычислительных кассет в 36 стран мира, в том числе 8 из них в Россию. На территории Беларуси подобных комплексов не имеется, однако проводятся семинары о целесообразности их приобретения.

### Литература

1 Моделирование энергосистем в реальном времени с использованием комплекса RTDS [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.digitalsubstation.com/blog/2013/12/02/modelling/>. – Дата доступа: 01.12.2016.

2 Перспективы использования современных цифровых симуляторов энергетических систем [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.энергетик.бел/index.php?newsid=976>. – Дата доступа: 03.12.2016.

3 Технический обзор комплекса RTDS [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим

доступа: <http://www.enlab.ru/rus/product/15>. – Дата доступа: 27.11.2016.

4 Рябов, В.А. Цифровое моделирование электромеханических процессов в режиме реального времени / В.А. Рябов // Новости электротехники. – 2012. – № 4. – С. 18–23.

5 Real Time Power System Simulation [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.rtds.com/real-time-power-system-simulation/>. – Дата доступа: 21.11.2016.