

# RTDS – Real Time Digital Simulator



**Цифровые программно-  
аппаратные комплексы  
моделирования энергосистем в  
реальном времени**

# RTDS Technologies

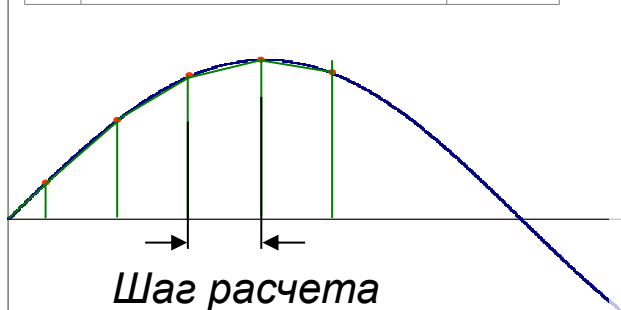
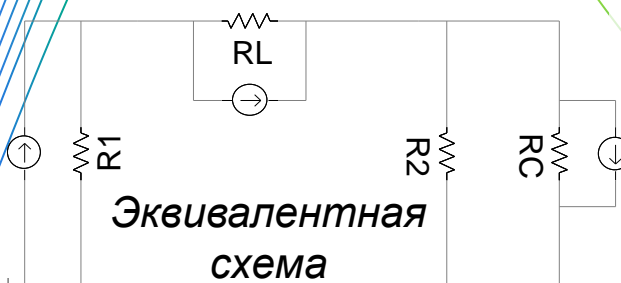
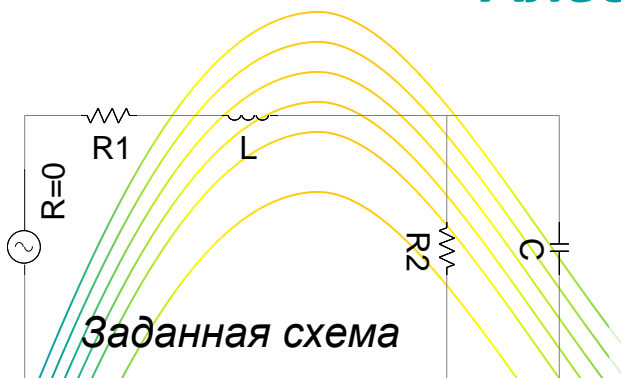


**RTDS**  
Technologies

Компания **RTDS Technologies Ltd.**:

- расположена в г. Виннипег, Канада
- основана в 1993 году
- является крупнейшим производителем программно-аппаратных комплексов для моделирования энергосистем в реальном времени
- является «законодателем мод» в этой области.

## Алгоритм моделирования



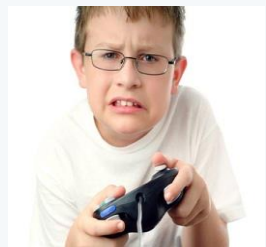
- Для расчета электромагнитных переходных процессов (ЭМПР) используется алгоритм Г. Доммеля (H. Dommel) с преобразованием в эквивалентную схему замещения, состоящую из источников тока и сопротивлений:
  - дифференциальные уравнения преобразуются в алгебраические и выполняется численное интегрирование методом трапеций.
  - используется равномерный шаг расчетов с периодом 50 мкс (обычно) и 2 мкс (полупроводниковые преобразователи).

## Особенности моделирования в реальном времени

### ВРЕМЯ РЕАКЦИИ



Разговор: <1 с



Видеоигры: <10 мс



RTDS: 2 мкс ~ 50 мкс

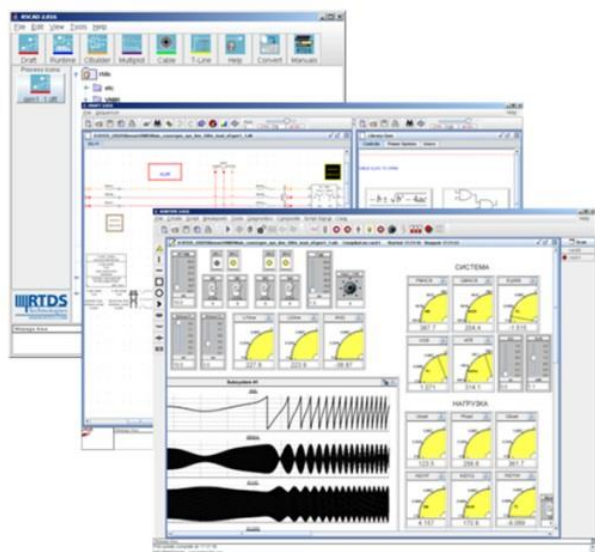
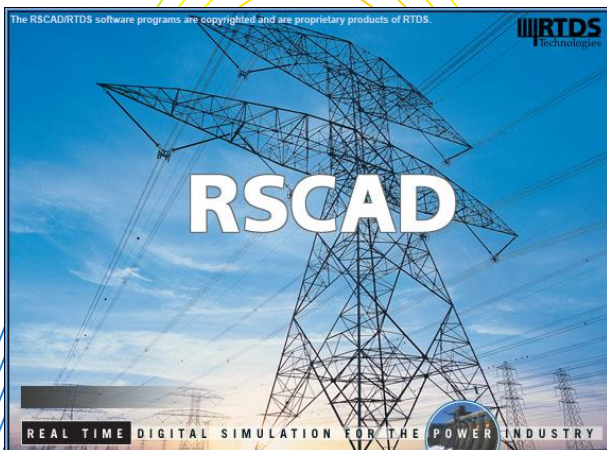
### Традиционное компьютерное моделирование не в реальном времени

- ✓ Обычно используется один вычислительный процессор
- ✓ Продолжительность расчетов на каждом шаге значительно больше заданного шага, например, при шаге расчета 50 мкс, вычисления могут длиться 500 мкс и более.

### Моделирование в реальном времени на RTDS

- ✓ Используются параллельные вычисления на нескольких процессорах.
- ✓ Темп выполнения расчетов задается высокостабильным тактовым генератором.
- ✓ Моделирование поведения системы в течение, например, 1 секунды выполняется **ровно** 1 с.
- ✓ В системах жесткого реального времени все расчеты, необходимые для определения состояния модели и обработка состояний портов ввода/вывода, завершаются строго в течение заданного шага расчета.

# Что из себя представляют комплексы RTDS?



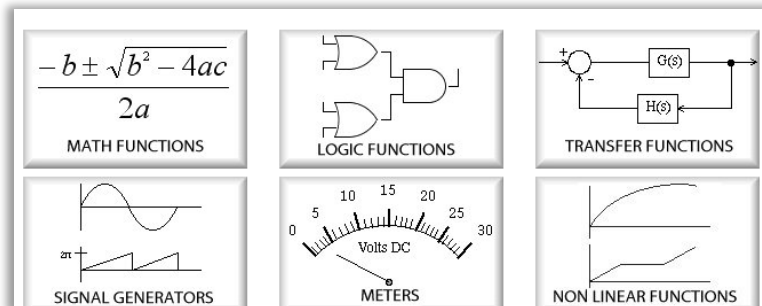
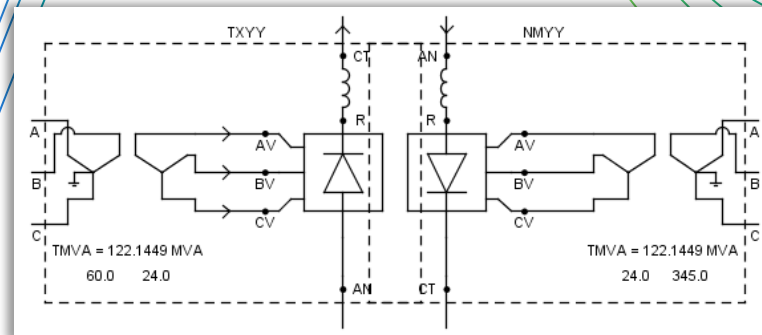
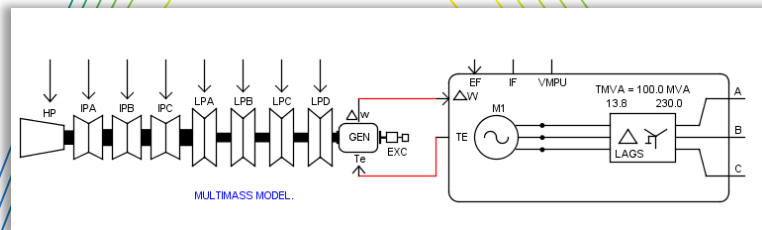
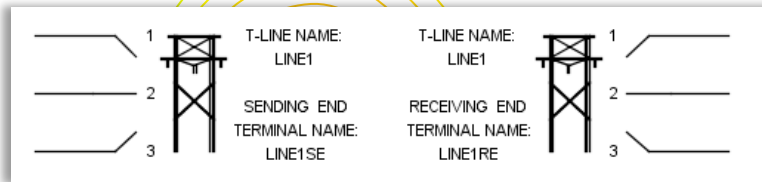
## Программное обеспечение RSCAD

RSCAD устанавливается на ПК пользователя и обеспечивает:

- Построение модели.
  - ✓ Графический интерфейс для ввода схем и параметров модели.
  - ✓ Совершенная библиотека моделей компонентов: ВЛ и КЛ, трансформаторы, электродвигатели и генераторы, полупроводниковые ключи, системы автоматического регулирования, пассивные элементы и источники, и пр.
  - ✓ Компилятор исполняемых файлов для загрузки в комплекс RTDS.
- Выполнение моделирования.
  - ✓ Графический интерфейс управления процессом моделирования и наблюдения за ним.
  - ✓ Удобная система для просмотра и анализа результатов моделирования.
  - ✓ Автоматическое воздействие на модель по заданному сценарию.

# Что из себя представляют комплексы RTDS?

## Совершенная библиотека моделей компонентов:

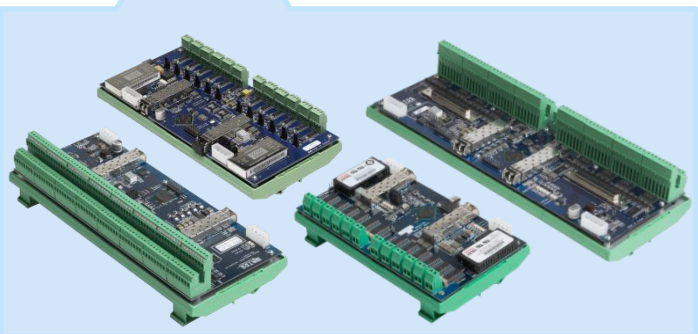


- воздушные и кабельные линии;
- электрические двигатели и генераторы;
- полупроводниковые компоненты силовой электроники;
- инверторы, выпрямители, компенсаторы реактивной мощности, силовые преобразователи;
- измерительные и силовые трансформаторы;
- устройства релейной защиты;
- логические элементы;
- элементы систем автоматического регулирования;

# Что из себя представляют комплексы RTDS?

## Аппаратная часть RTDS

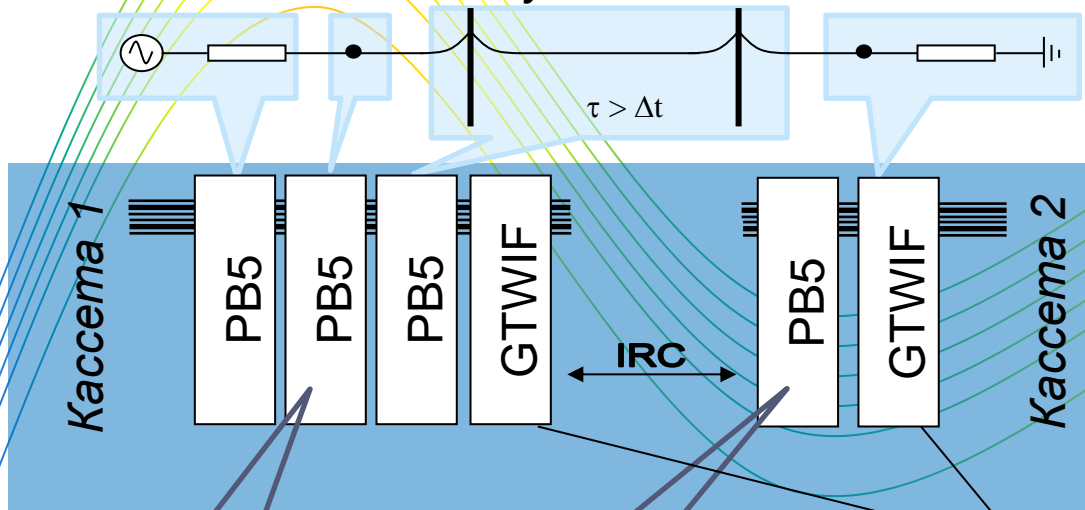
- ❑ Специально разработанный базовый процессорный модуль параллельных вычислений
- ❑ Кассетно-модульная конструкция включающая в себя:
  - от 1 до 6 процессорных модулей с RISC процессорами (PB5)
  - 1 модуль интерфейса рабочей станции (GTWIF)
  - несколько программируемых модулей сетевых интерфейсов (GTNET)
- ❑ Модули ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов (GTFPI, GTDI, GTDO, GTAI, GTAQ) для сопряжения с физическими устройствами.
- ❑ Модуль синхронизации расчетов по сигналам точного времени (GTSYNC) и формирования тактовых сигналов для подключенных устройств РЗА



# Что из себя представляют комплексы RTDS?

## Система параллельных вычислений

Исследуемая модель



Участки схемы и компоненты модели распределяются между процессорными модулями PB5

Чем больше задействовано процессорных модулей, тем более крупную модель можно исследовать

Взаимосвязи (IRC) между вычислительными модулями позволяют использовать всю мощность комплекса RTDS

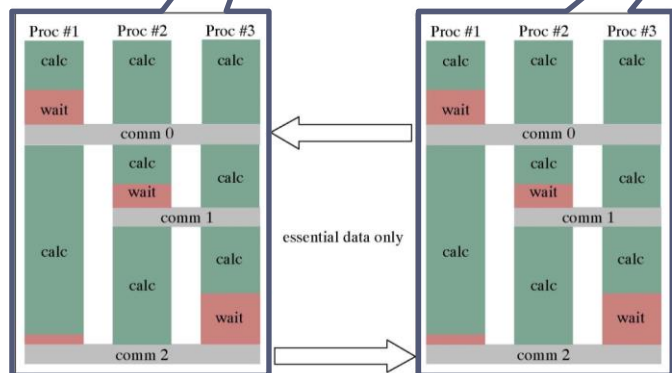
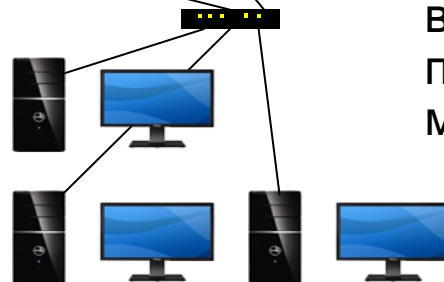


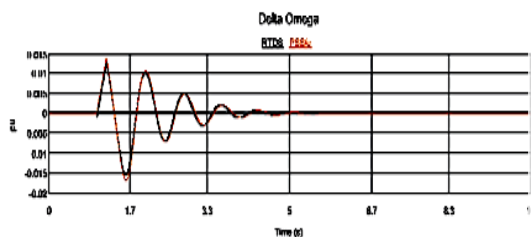
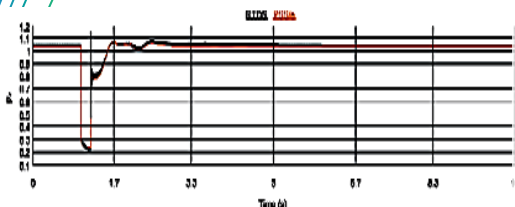
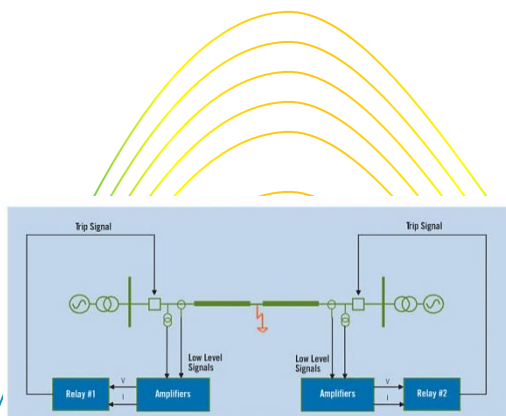
Схема распределения машинного времени



Управляющие ПК и RTDS подключаются через локальную сеть Ethernet



# Что позволяют делать комплексы RTDS?



➤ Моделировать энергетические системы различной конфигурации, включающие в себя:

- традиционные виды оборудования:

- ✓ воздушные и кабельные линии;
- ✓ электродвигатели и генераторы;
- ✓ силовые и измерительные трансформаторы;
- ✓ РЗА, системы автоматического управления и регулирования;

- современные устройства:

- ✓ установки продольной компенсации;
- ✓ полупроводниковые силовые комплексы FACTS, HVDC, SVC;

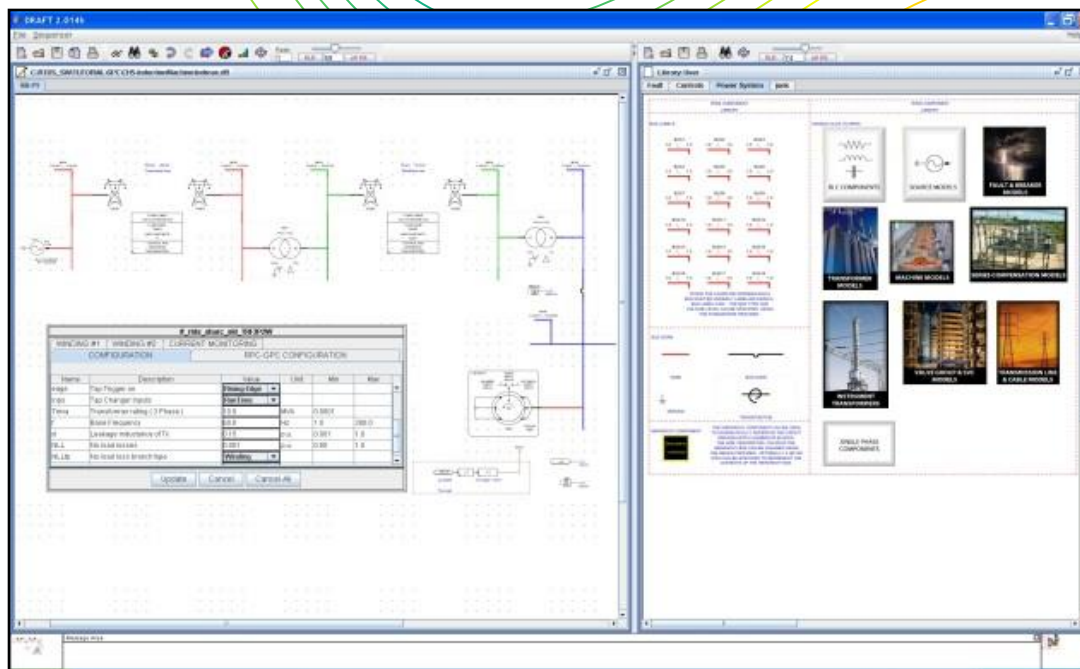
➤ Формировать сигналы для воздействия на вторичное оборудование.

➤ Воспринимать сигналы от вторичного оборудования и с учетом этих сигналов изменять конфигурацию модели.

# Порядок работы с комплексом RTDS

## Этап 1. Разработка модели

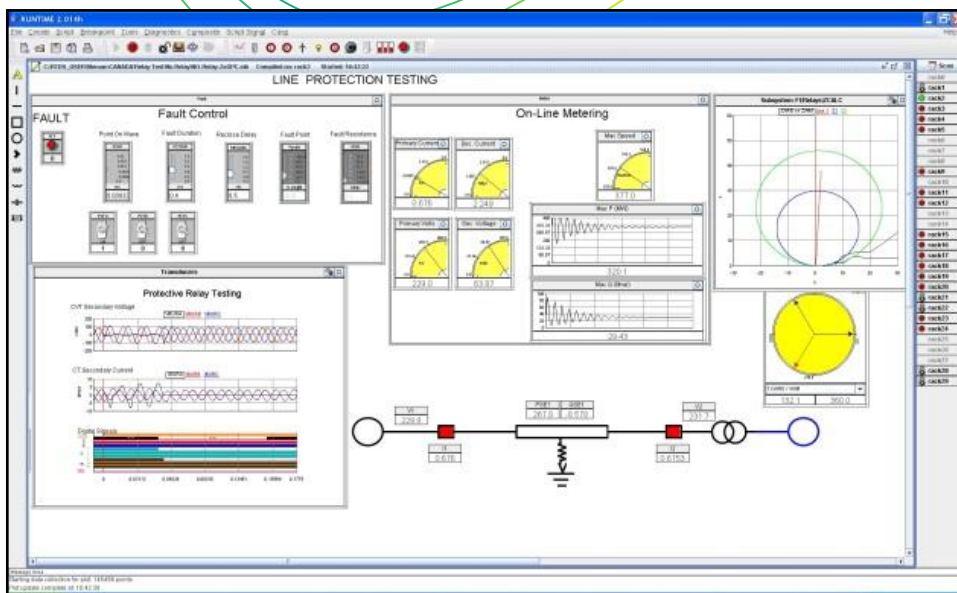
Разработка модели энергосистемы производится посредством графического редактора в среде RSCAD на ПК, не связанном с RTDS. После завершения разработки модели ПК подключается к RTDS



# Порядок работы с комплексом RTDS

## Этап 2. Отладка модели

Отладка модели осуществляется посредством сравнения результатов моделирования с результатами аналитических расчетов, с результатами полученными на ранее проверенных моделях, с экспериментальными данными. Имеется возможность легкого и быстрого переключения симулятора от одного пользователя к другому.



## Порядок работы с комплексом RTDS

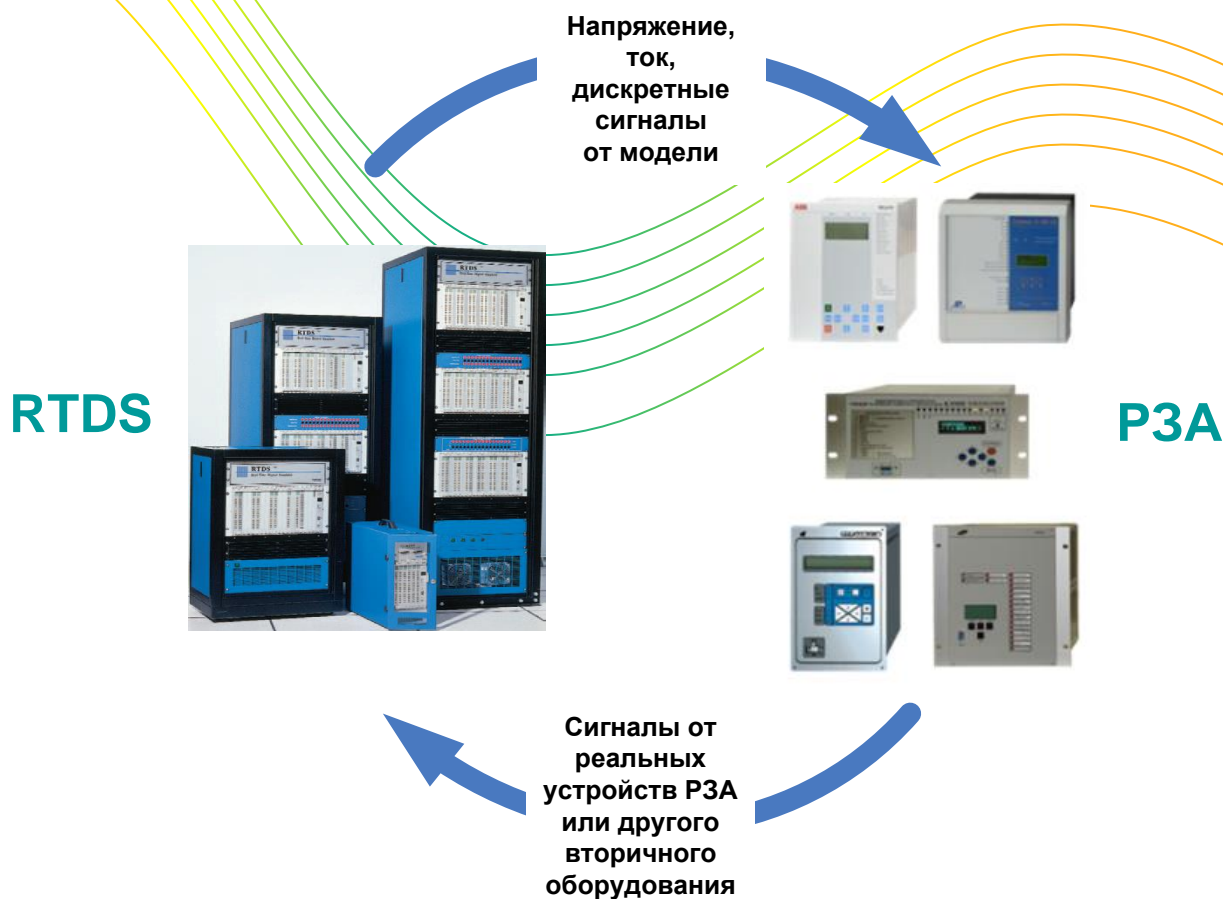
Этап 3. Исследования оборудования

К отлаженной модели подключается исследуемое оборудование.

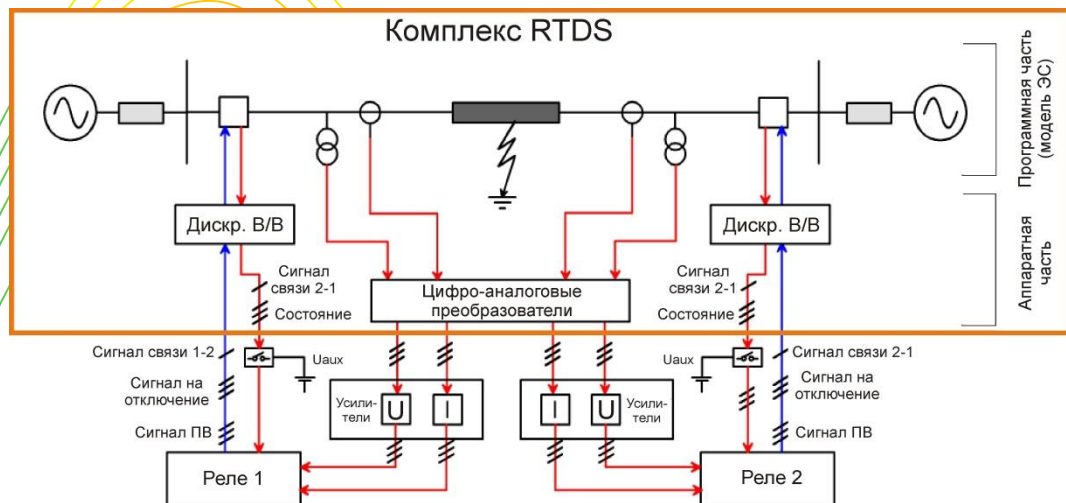


# Исследование и проверка устройств РЗА с использованием комплексов RTDS

Комплекс RTDS взаимодействует со вторичными устройствами в реальном времени так, как будто они подключены к реальному объекту.

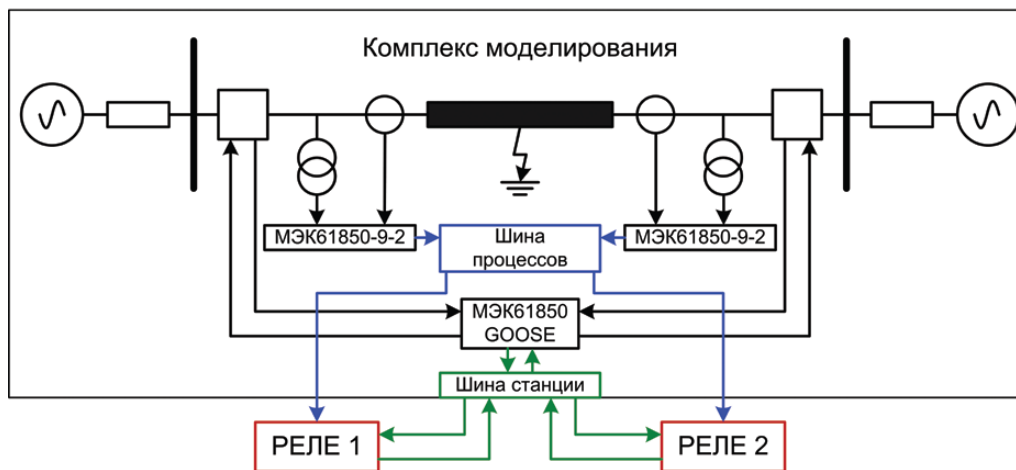


# Исследование и проверка устройств РЗА с использованием комплексов RTDS



Подключение устройств РЗА посредством подачи аналоговых и дискретных сигналов

Подключение устройств РЗА посредством протокола МЭК 61850



## Варианты применения комплексов RTDS



### Каскадные аварии

Урон экономике США от аварий в электроэнергетике около 100 млрд.\$ в год



США 14 августа 2003 г.

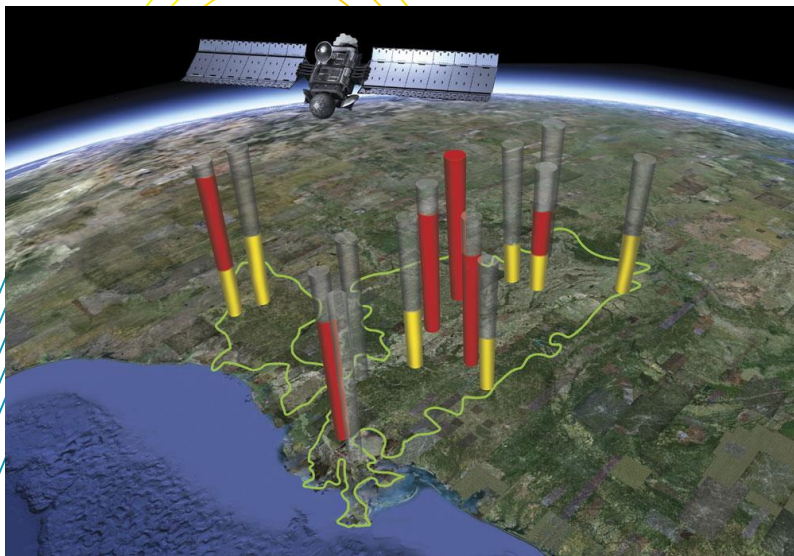
- Проведение детальных исследований электромагнитных и электромеханических переходных процессов в сетях переменного и постоянного тока.

Появляется возможность моделирования режимов, создание которых в реальных условиях связано с опасностью для жизни людей или очень большими расходами.

- Исследования процессов при каскадных авариях

Создание моделей взаимосвязанных энергосистем и анализ их взаимодействия между собой при различных вариантах протекания аварий.

## Варианты применения комплексов RTDS

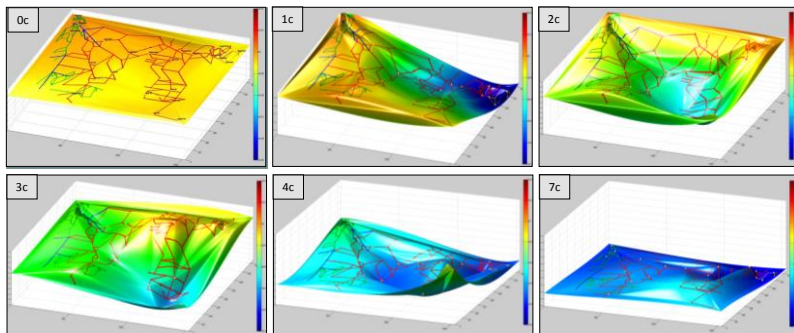


### ➤ Формирование цифровых потоков PMU стандарта С37.118

Формирование цифровых потоков тока и напряжения в заданных точках модели энергосистемы в соответствии со стандартом С37.118 для имитации устройств синхронных измерений PMU и проверки концентраторов PDC.

### ➤ Исследование систем распределенных измерений и защиты WAMPAC.

Создание крупномасштабных моделей энергосистемы и исследование электро-механических переходных процессов с учетом времени распространения возмущений по ней для построения систем глобальной релейной защиты и управления WAMPAC.





## Варианты применения комплексов RTDS



- Исследование работы энергосистемы при изменении ее конфигурации.
- Формирование результатов моделирования в формате COMTRADE и использование их в других программах.



## Варианты применения комплексов RTDS



### ➤ Проверка и исследования вторичного оборудования:

- ✓ проверка функционирования сложных комплексов РЗА;
- ✓ исследование поведения энергосистем при работе РЗА;
- ✓ разработка новых алгоритмов РЗА;
- ✓ уточнение и верификация уставок, что особенно важно для устройств РЗА со свободно программируемой логикой.

Real Time Digital Simulator (RTDS) (фотография)



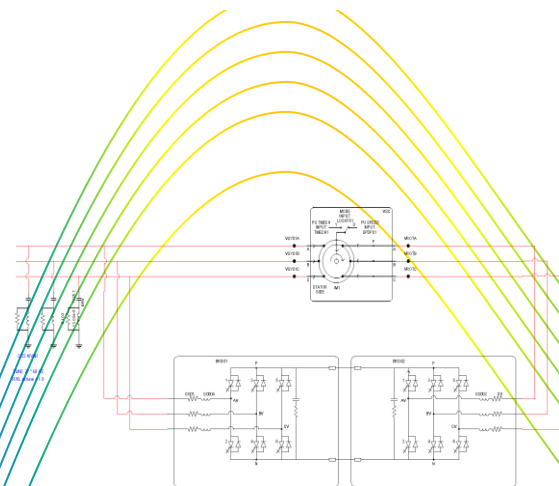
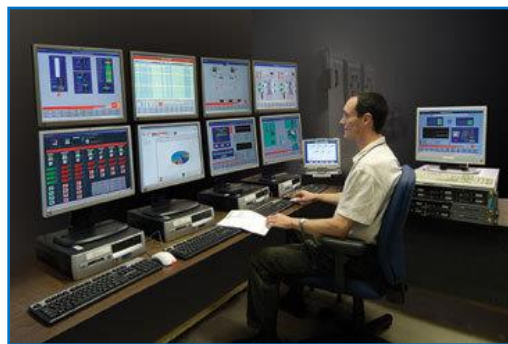
## Варианты применения комплексов RTDS

### ➤ Исследование систем управления:

- ✓ РПН силовых трансформаторов;
- ✓ генераторов электрической энергии;
- ✓ преобразователей вставок постоянного тока (HVDC);
- ✓ тиристорных статических компенсаторов реактивной мощности (SVC);
- ✓ тиристорных коммутаторов устройств последовательной компенсации (TCSC);
- ✓ STATCOM;

### ➤ Тестирование SCADA систем.

### ➤ Разработка и проверка новых стратегий управления объектами энергетики.



## Примеры использования комплексов RTDS

### ➤ Моделирование работы систем управления генераторами:

- ✓ регуляторы возбуждения;
- ✓ групповые регуляторы активной и реактивной мощности (ГРАРМ).

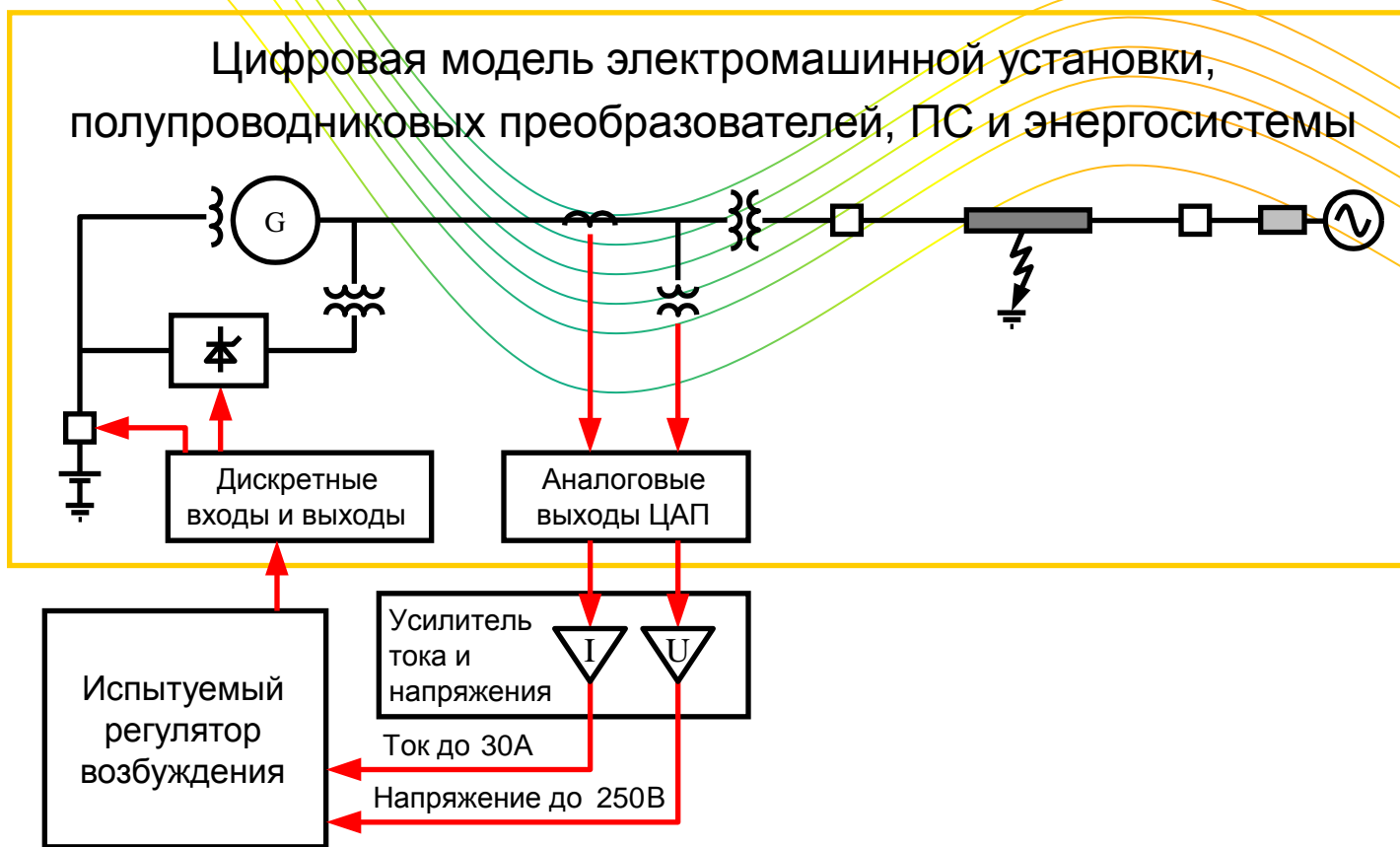
### ➤ Моделирование работы противоаварийной автоматики:

- ✓ автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР);
- ✓ автоматика для предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ);
- ✓ автоматика для ограничения повышения частоты (АОПЧ) и напряжения (АОПН).



## Варианты применения комплексов RTDS

# Испытания и настройка регуляторов возбуждения на RTDS

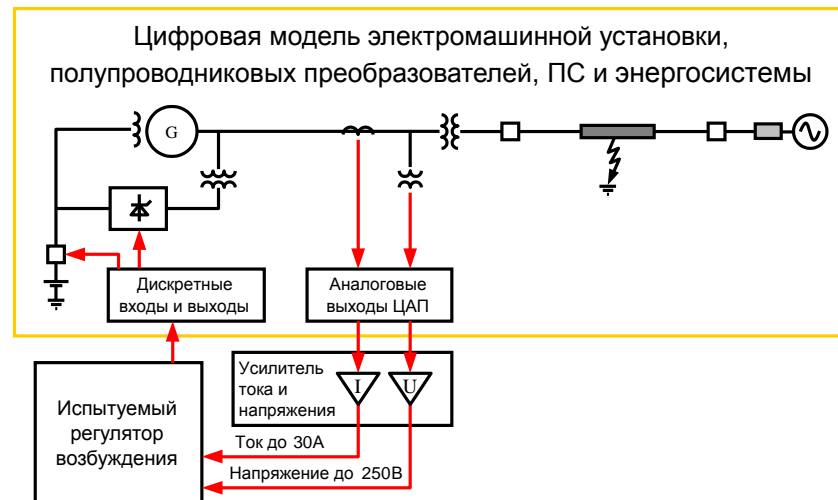


## Мобильные стенды для настройки АРВ.



Стенды предназначены для проверки и настройки следующих устройств, установленных на генераторе:

- автоматический регулятор возбуждения (АРВ);
- автоматика управления генераторными выключателями;
- система автоматического управления агрегатами;
- основные и резервные защиты генераторов и блоков, включая защиты ротора;
- групповые АРВ, регуляторы активной и реактивной мощности.

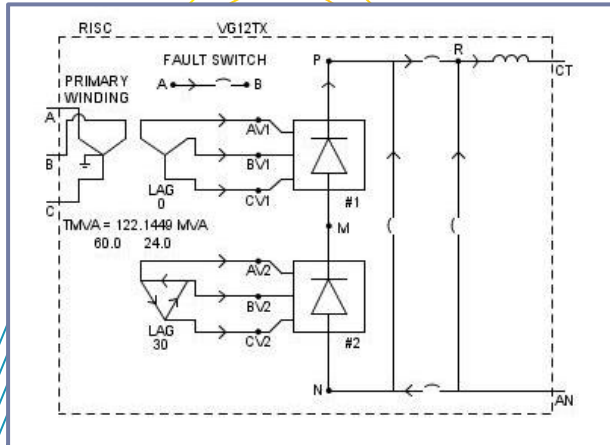


## Симулятор RTDS. Мобильное исполнение



- Предназначен для использования:
  - в ходе проведения выставок и презентаций.
  - при отладке оборудования и проведении испытаний непосредственно на объекте.
  - при проведении учебных занятий по повышению квалификации.
- Состав модулей, установленных в вычислительном шкафу:
  - вариант I: 3 модуля PB5;
  - вариант II: 2 модуля PB5 и 2 модуля GTNET.
- Модули ввода/вывода устанавливаются в отдельном шкафу.

## Варианты применения комплексов RTDS



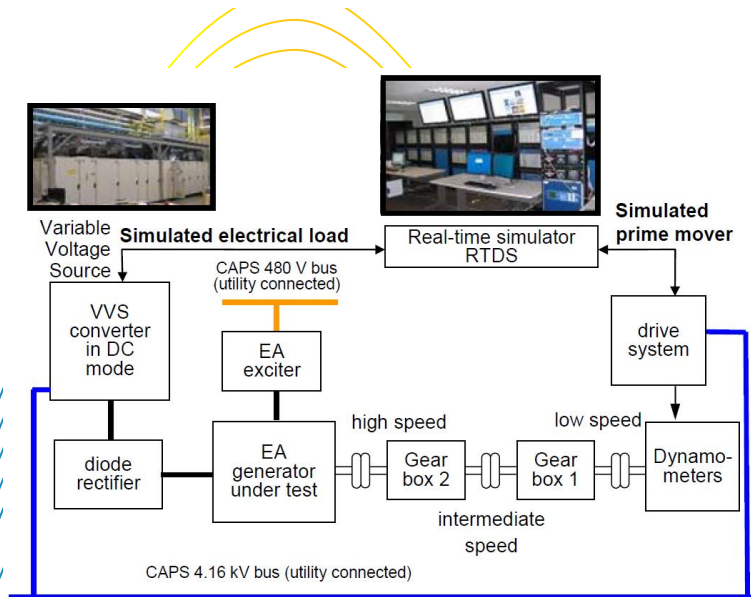
### ➤ Моделирование силовых преобразователей и систем передачи электрической энергии

- HVDC – классические вставки и линии постоянного тока;
- HVDC VSC – многоконцевые линии постоянного тока;
- FACTS – гибкие системы передачи переменного тока;
- STATCOM, SVC – системы статических компенсаторов реактивной мощности.





## Варианты применения комплексов RTDS

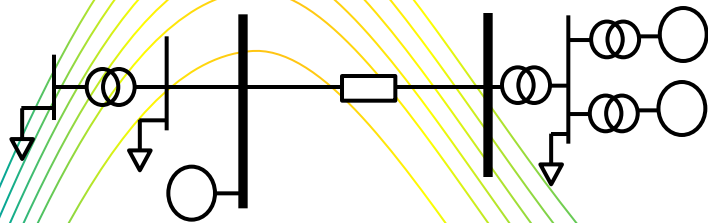


➤ **Моделирование с обратной связью и использованием действующего силового оборудования (Power hardware in the loop – PHIL).**

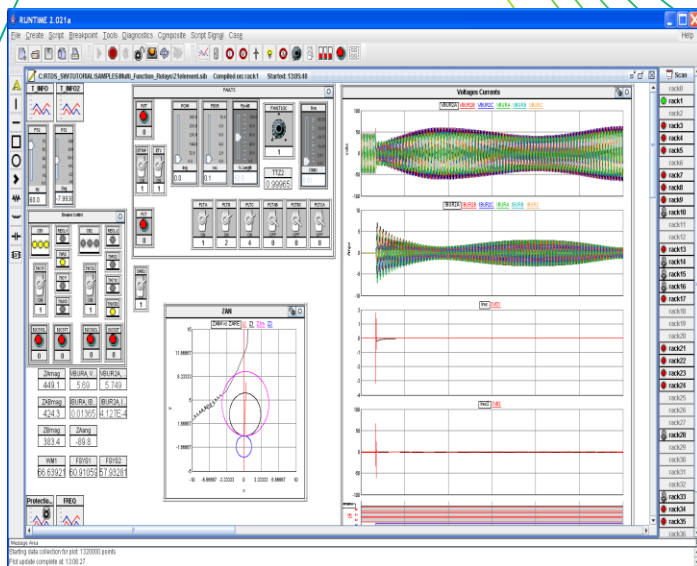
- моделирование системы автоматического регулирования подключенной к действующей электроустановке;
- моделирование нагрузки при испытаниях генерирующих устройств;
- моделирование генерирующих устройств таких как, синхронные генераторы, ветроустановки, солнечные батареи и пр.
- моделирование устройств управления для HVDC и FACTS и подключенных к многоуровневым высоковольтным силовым преобразователям (MMC).



## Варианты применения комплексов RTDS



- Выработка рекомендаций по совершенствованию структуры и режимов сети, в том числе и для диспетчерского персонала.
- Разработка и актуализация расчётных моделей.
- Разбор конфликтных ситуаций при сложных авариях.



## Варианты применения комплексов RTDS



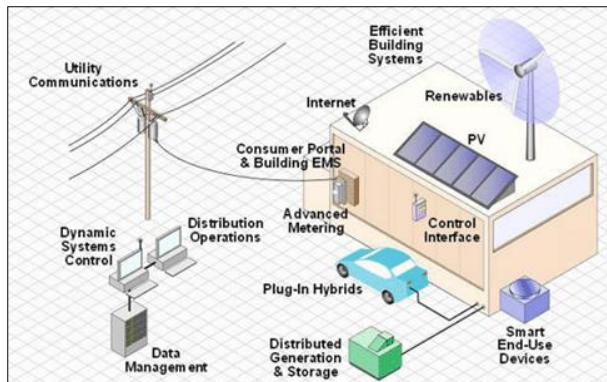
Проектирование и исследование «умных сетей» Smart Grid и сетей с распределенной генерацией.

### ❑ Высокоуровневые протоколы

- МЭК 61850
- МЭК 60870-5-104
- DNP
- IEEE C37.118

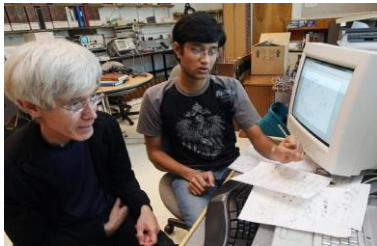
### ❑ Альтернативные источники энергии

- Ветроустановки
- Солнечные панели
- Топливные элементы
- Силовые электронные преобразователи



### ❑ Управление и регулирование в «умных сетях».

## Варианты применения комплексов RTDS



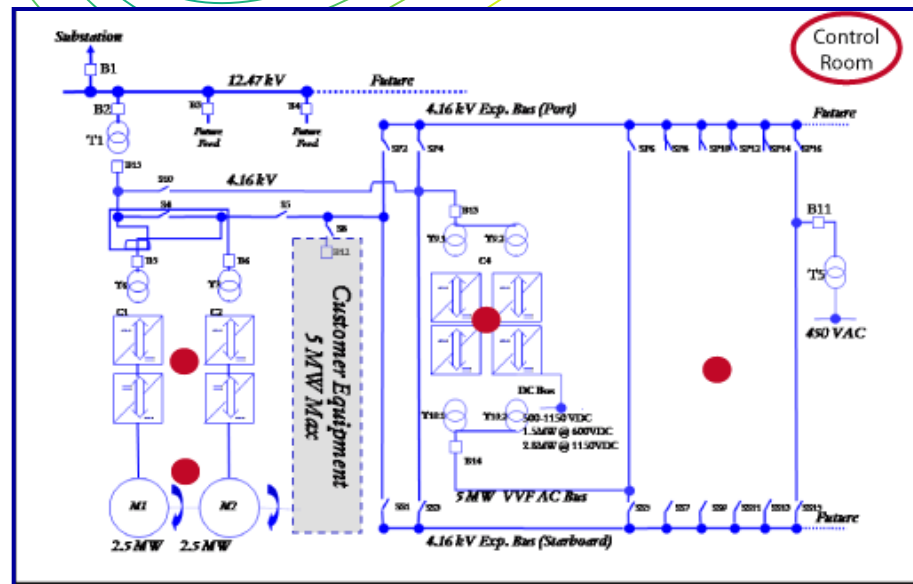
- **Лабораторные работы, курсовые и дипломные проекты студентов ВУЗов**
- **Повышение квалификации специалистов:**
  - ✓ Обучение технических специалистов (персонала служб РЗА, АСУ, специалистов, занимающихся SCADA-системами и телемеханикой);
  - ✓ Обучение и тренинг операторов (диспетчеров, дежурных) центров управления режимами электростанций, энергоустановок и сетей;
  - ✓ Изучение поведения операторов в экстремальных ситуациях.

Применение RTDS делает учебные занятия более наглядными, усиливает в них эмоциональную составляющую. За счет универсальности решений комплекс RTDS позволяет заменить целый ряд специализированных тренажеров.

## Варианты применения комплексов RTDS

Исследования и разработка систем судовой и корабельной электроэнергетики:

- ✓ моделирование сложных режимов работы
- ✓ проверка электротехнического оборудования в режиме обратной связи



## Варианты применения комплексов RTDS



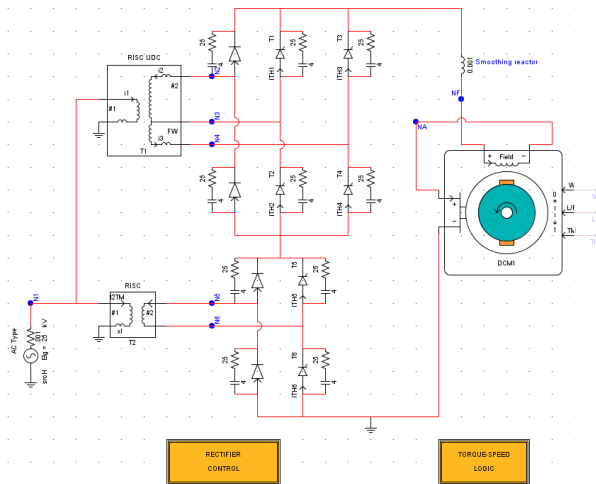
### ➤ Моделирование сетей ЖД транспорта:

- ✓ Схемы питания с трансформаторами Скота;
- ✓ Схемы питания с открытым (неполным) треугольником;
- ✓ Фидеры и их защиты;
- ✓ Сети постоянного тока;
- ✓ Выпрямительные и тяговые подстанции.

### ➤ Моделирование тягового привода:

- ✓ Асинхронный двигатель и инвертирующий преобразователь;
- ✓ Двигатель постоянного тока и регулятор возбуждения.

### ➤ Моделирование автономного и централизованного электроснабжения состава



## Варианты применения комплексов RTDS

### ➤ **Аттестация и сертификация оборудования**

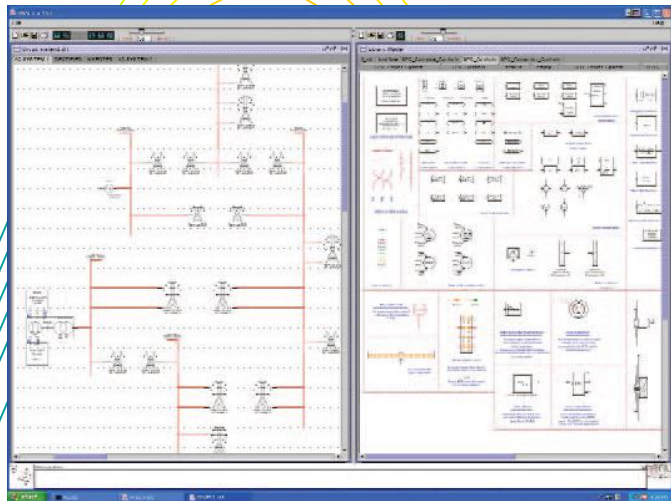
- ✓ Возможность симуляции большого числа разнообразных режимов.
- ✓ Объективный подход к аттестации оборудования различных производителей.
- ✓ Сокращение продолжительности аттестации и затрат на ее проведение.
- ✓ У производителя оборудования появляется возможность проверить его заранее.



Стандарт ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007- 33.040.20.123-2012 «Аттестационные требования к устройствам противоаварийной автоматики (ПА)» который предусматривает использование RTDS при аттестации оборудования.

С 2012 НТЦ ФСК ЕЭС использует собственный симулятор RTDS при аттестации оборудования.

# Преимущества моделирования с использованием комплексов *RTDS*



- Удобный и наглядный интерфейс с использованием графического редактора для создания расчетной модели;
- возможность использования в процессе исследования как виртуальных элементов, так и реальных устройств, в том числе средств РЗА.



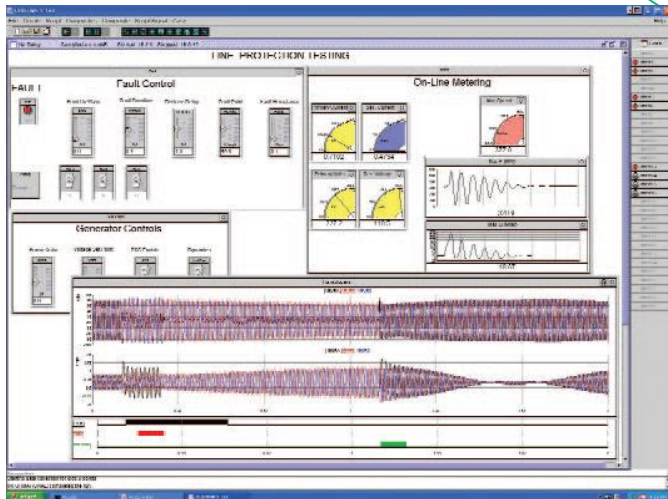


# Преимущества моделирования с использованием комплексов RTDS

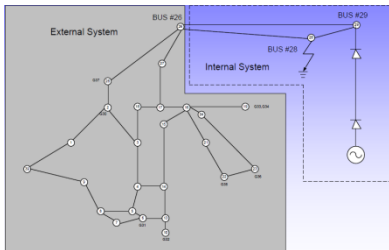


➤ Гибкая и оперативная реализация всех необходимых для исследований режимов;

➤ связь с проверяемым вторичным оборудованием по протоколам высокого уровня (МЭК 61850, DNP3).

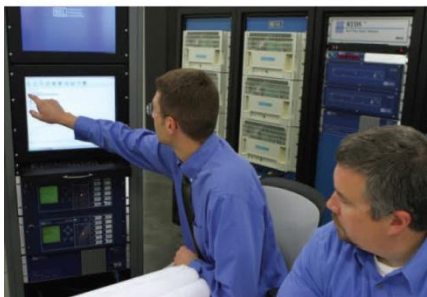


## Достоинства комплексов RTDS



- Всесторонние испытания реального оборудования в условиях, максимально электрически близких к тем, которые имеют место в реальных энергосистемах;
- моделирование устройств FACTS, HVDC, SVC с элементами силовой электроники и систем, в составе которых имеются эти устройства;
- возможность разработки и отладки алгоритмов действия устройств управления, регулирования и защиты;
- возможность создания крупномасштабных моделей сетей;
- кассетно-модульная конструкция позволяет легко модернизировать аппаратную часть RTDS и добавлять новые модули;
- постоянное сопровождение программного обеспечения.

## Достоинства комплексов RTDS



- высокая апробированность используемых решений, большой референс-лист;
- очень обширная и регулярно обновляемая библиотека программ элементов сети;
- легкость, простота и удобство работы с комплексом;
- совместимость новых модификаций оборудования RTDS с комплексами предыдущих поколений;
- постоянная техническая поддержка;
- универсальность используемых решений, возможность применения для решения широкого круга задач.

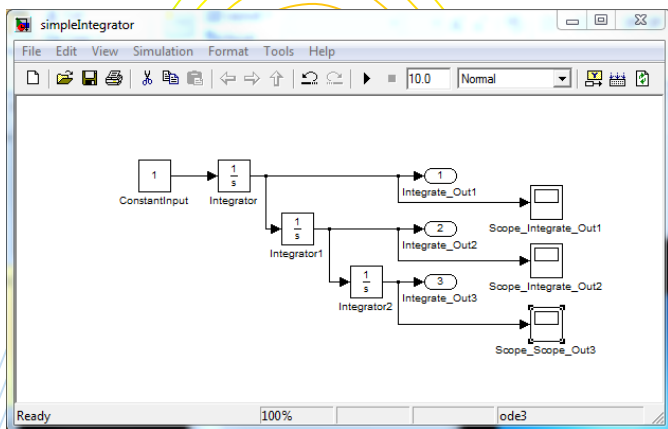
## Достоинства комплексов RTDS



Наличие RTDS повышает маркетинговую привлекательность предприятия:

- расширяет круг задач, которая предприятия может решить;
- повышает имидж предприятия у потенциальных заказчиков и партнеров;
- свидетельствует о глубоком научном подходе при конструировании и испытании продукции.

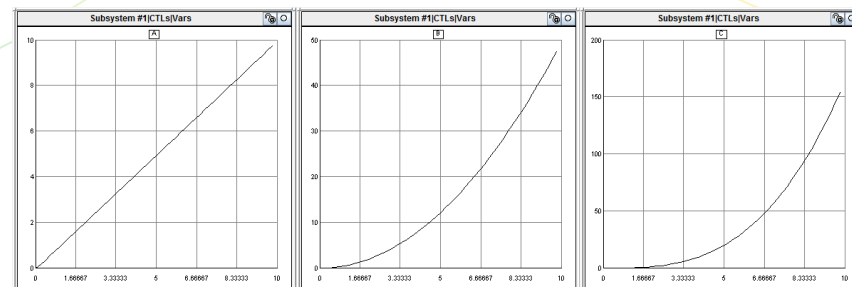
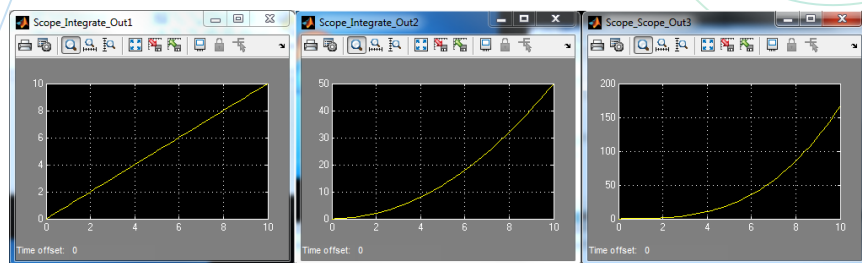
# Перенос моделей Matlab/Simulink на комплекс RTDS



Simulink

- Простота переноса пользовательских моделей из Matlab/Simulink через промежуточный файл на языке C.
- В настоящее время поддерживаются S-модели систем управления с фиксированным шагом расчета.

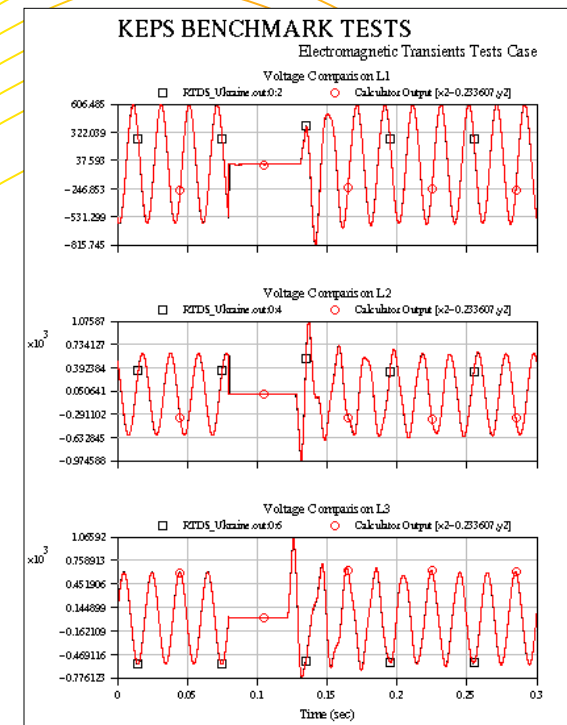
RSCAD/Runtime



Подробности в документе:  
**«Simulink to RSCAD Conversion. An Introductory Tutorial»**

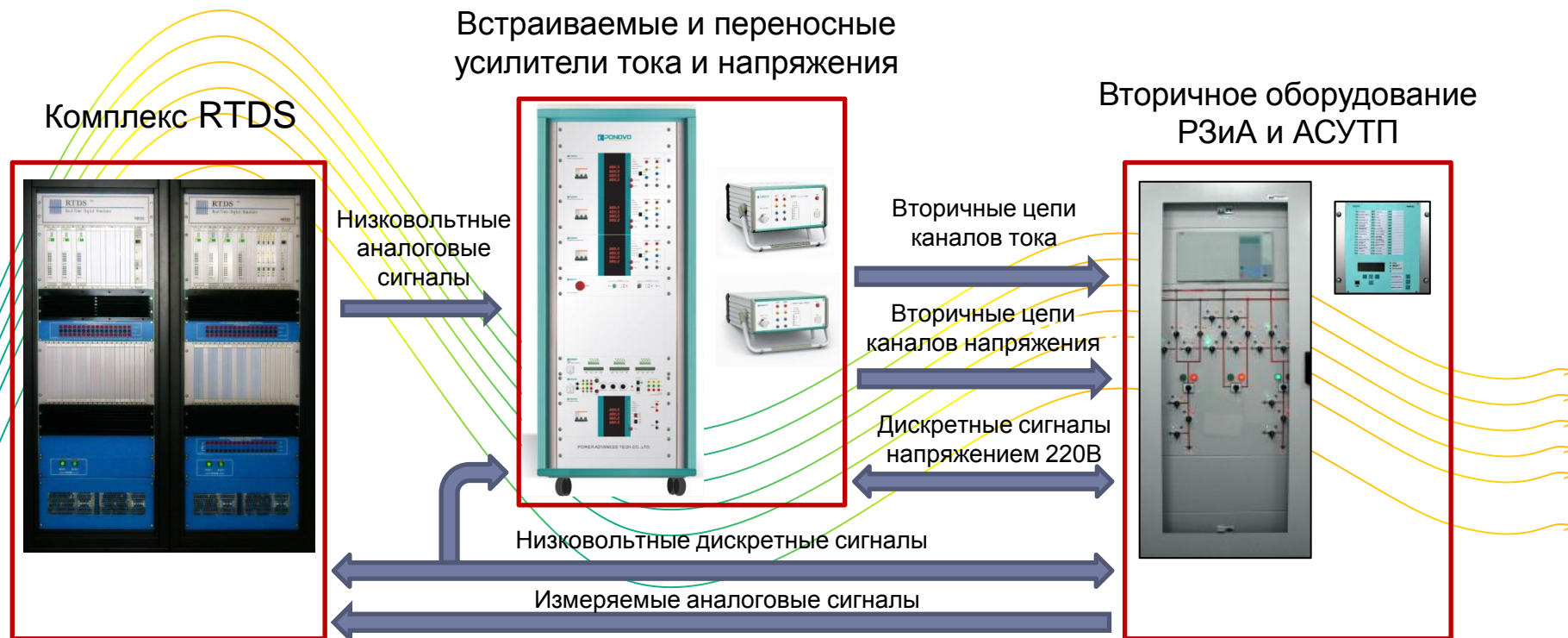
## Валидация

- **Сравнение результатов, полученных на RTDS с результатами сторонних источников**
  - ❑ Программы расчета переходных процессов PSCAD, EMTP, ATP и пр.
  - ❑ Программы расчета динамической устойчивости PSS/E, Y-Method, Netomac, BPA.
  - ❑ Программы расчета установившегося режима PSS/E, Netomac, BPA.
  - ❑ Рекомендованные контрольные примеры CIGRE и IEEE.
  - ❑ Измерения в реальных энергосистемах.



# Применение усилителей PONOVO для комплекса RTDS

Встраиваемые и переносные усилители тока и напряжения



Особенности усилителей тока и напряжения компании «PONOVO»

- 2 конструктивных исполнения: встраиваемый в шкаф 19" и переносной
- 3 исполнения усилителей тока с выходным током до: 30А, 60А и 200А
- 2 исполнения усилителей напряжения с выходным напряжением до: 120В и 250В

Особенности встраиваемых усилителей

- Высокая длительная выходная мощность каналов тока: до 3600ВА по каждой фазе (при 200А)
- Питание от трехфазной сети 380В и равномерная нагрузка на питающую сеть
- Многоканальный цифровой индикатор выходных величин на лицевой панели
- Программируемая времятоковая защита подключенного оборудования от ошибок оператора

## Широкое распространение в мире

- Поставлено около 250 комплексов состоящих из более чем 1100 вычислительных кассет в 36 стран.



Италия

ЮАР

Индия

Австралия




## Количество пользователей RTDS в разных странах

№	Страна	Пользователей (Вычисл. кассет)
1.	КИТАЙ	67 (312)
2.	США	41 (169)
3.	ЮЖНАЯ КОРЕЯ	25 (73)
4.	ЯПОНИЯ	21 (90)
5.	БРАЗИЛИЯ	16 (50)
6.	КАНАДА	9 (41)
7.	ВЕЛИКОБРИТАНИЯ	8 (51)
8.	ИНДИЯ	8 (34)
<b>9.</b>	<b>РОССИЯ</b>	<b>8 (14)</b>
10.	ИТАЛИЯ	7 (17)
11.	ГЕРМАНИЯ	6 (62)
12.	ЮАР	5 (17)
13.	ИСПАНИЯ	5 (8)
14.	МАЛАЙЗИЯ	4 (18)
15.	АВСТРАЛИЯ	4 (5)
16.	ШВЕЦИЯ	3 (54)
17.	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ	3 (22)
18.	СИНГАПУР	3 (7)

№	Страна	Пользователей (Вычисл. кассет)
19.	ФРАНЦИЯ	3 (4)
20.	МЕКСИКА	3 (4)
21.	ДАНИЯ	2 (14)
22.	ТАЙВАНЬ	2 (13)
23.	ФИНЛЯНДИЯ	2 (7)
24.	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	2 (5)
25.	ФИЛИППИНЫ	2 (3)
26.	НИДЕРЛАНДЫ	1 (8)
27.	ИНДОНЕЗИЯ	1 (4)
28.	ОАЭ	1 (3)
29.	НАМИБИЯ	1 (2)
30.	ТАИЛАНД	1 (2)
31.	ПОЛЬША	1 (2)
32.	ВЕНЕСУЭЛА	1 (2)
33.	СЛОВЕНИЯ	1 (1)
34.	ГРЕЦИЯ	1 (1)
35.	ПОРТУГАЛИЯ	1 (1)
36.	КАТАР	1 (1)

## Вычислительные возможности симуляторов наиболее крупных пользователей

№	Компания	Количество кассет	Примечания
1		61	Общее количество кассет во всех симуляторах, используемых в различных подразделениях компаний.
2		54	
3		42	
4	 (Китай)	35	
5	 SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES (США)	34	
6	 "CSG-TRC", Китай	30	Наибольший в мире единичный симулятор.
7	 (Южная Корея)	26	
8	 (США) <small>An EDISON INTERNATIONAL Company</small>	24	
9	 (Китай)	21	
10	 (США) <small>Idaho National Laboratory</small>	20	

## Референс-лист RTDS по России

	Предприятия, имеющие RTDS	Год	Примечание
1	<b>ОАО «ВНИИР»</b> , г.Чебоксары	2008	
2	<b>НПП «ЭКРА»</b> , г. Чебоксары	2009 2011	Шкаф № 1 Шкаф №2
3	<b>НИУ «МЭИ»</b> , г. Москва	2011 2012 2013 2014	Шкаф № 1 Шкаф № 2 Модернизация Модернизация
4	<b>ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»</b> , г. Москва	2012	
5	<b>ОАО «НТЦ ЕЭС»</b> , г. Санкт-Петербург	2012 2013 2015	Шкаф № 1 Шкаф № 2 Модернизация
6	<b>ТПУ</b> , г. Томск	2013 2014	Усилители U и I
7	<b>КНИТУ «КАИ»</b> , г. Казань	2013	
8	<b>ГК «ТЕКОН»</b> , г. Москва	2014	

## Отзывы российских пользователей

...ПАК RTDS является мощным инструментом позволяющим проводить научные исследования на качественно новом уровне не только для решения теоретических задач, но и для практического исследования реальных устройств РЗА.

*Проректор по научной работе НИУ «МЭИ», д.т.н. В.К. Драгунов*

Использование комплекса «RTDS» является важным этапом, позволяющим проводить комплексные испытания выпускаемых устройств в режимах, максимально приближенных к реальным, с целью выявления возможных ошибок и недостатков в алгоритмах их функционирования.

*Директор по развитию ООО НПП "ЭКРА" В.А. Наумов*

...поддержка, которая обеспечивается силами сотрудников ЗАО «ЭнЛАБ» и специалистов «RTDS Technologies», является важной составляющей корректного применения ПАК RTDS.

*Заместитель генерального директора ОАО «НТЦ ЕЭС»*

*А.С. Герасимов.*

## Некоторые публикации по исследованиям, выполняемых на комплексах RTDS

- *Наумов В.А., Коган Ф.Л., Петров В.С., Щукин Д.С. ООО НПП «ЭКРА».*

**Моделирование оборудования энергосистемы на программно-аппаратном комплексе RTDS для испытания и настройки устройств РЗА**

- *Жуков А.В., Сацук Е.И., Расщепляев А.И., Климова Т.Г., Сафронов Б.А. ОАО «СО ЕЭС», Москва, МЭИ, Москва*  
**Использование программно-аппаратного комплекса RTDS для анализа функционирования автоматических регуляторов возбуждения**

- **Полный список из более чем 150 публикаций доступен на сайте [www.enlab.ru](http://www.enlab.ru)**

# Учебный центр «Белый Раст» "МЭС-Центра"

Модель ПС  
500кВ / 220кВ / 10 кВ



Учебный  
класс №1

RTDS

Усилители

Учебный класс №2



Учебный класс №3

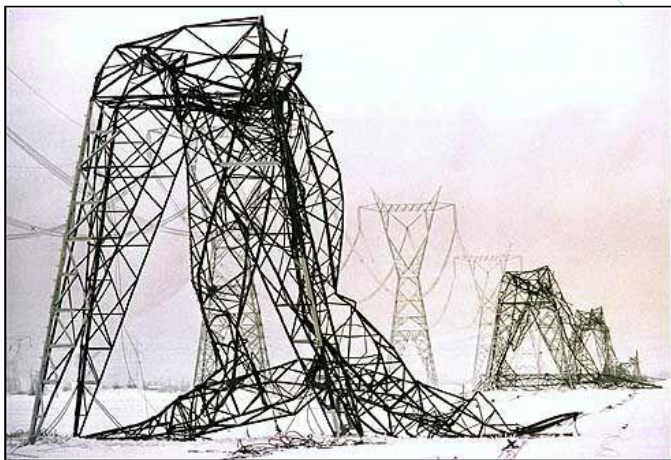


Учебный  
класс №4



## Использование RTDS в мире

- ✓ Южная Корея, KEPCO – модель сети высокого напряжения страны (Сеть 220 кВ и выше). Вычислительный кластер RTDS состоит из 26 кассет.
- ✓ США, Южная Калифорния – крупнейший центр для исследований аппаратуры противоаварийной автоматики.
- ✓ КНР, государственная сетевая компания CSG имеет самый большой в мире симулятор реального времени RTDS, который моделирует до 800 трехфазных шин. Симулятор использовался для восстановления энергосистемы после сильного снегопада в 2011 году, который привел к более чем 7000 повреждениям на линиях 110 кВ и выше.



## Использование RTDS в России

- ✓ **ВНИИР, Чебоксары** – исследования РЗА.
- ✓ **НПП ЭКРА, Чебоксары** – НИОКР при создании устройств АЛАР и защиты генераторов, квалификационные испытания РЗА.
- ✓ **МЭИ, Москва** – исследования регуляторов возбуждения, устройств векторных измерения (PMU), РЗА.
- ✓ **НТЦ ФСК ЕЭС, Москва** – аттестация РЗА, исследование аппаратуры цифровых подстанций.
- ✓ **НТЦ ЕЭС (НИИПТ), С.Петербург** – исследования, настройка и аттестация регуляторов возбуждения. Исследования аппаратуры вставок постоянного тока, исследования РЗА.
- ✓ **ТПУ, Томск** – учебные и лабораторные занятия по моделированию электрических сетей и противоаварийной автоматики.
- ✓ **КНИТУ-КАИ, Казань** – занятия по РЗА для студентов, исследования и разработка новых алгоритмов РЗА



# Техническая поддержка

Компании "ЭнЛАБ" и "RTDS Technologies" осуществляют разностороннюю поддержку пользователей RTDS:

- ✓ проводят семинары и обучение специалистов при вводе оборудования в эксплуатацию;
- ✓ организуют специальные курсы по изучению RTDS;
- ✓ выпускают периодический журнал «RTDS News» с русским переводом;
- ✓ осуществляют консультации при создании моделей;
- ✓ выполняют обновление программного обеспечения.



# Услуги по использованию RTDS

Компания "ЭнЛАБ" оказывает услуги по выполнению исследований с помощью RTDS. Возможен выезд специалистов с мобильным RTDS к заказчику.



## Выводы

- ✓ Комплексы RTDS - это мощный инструмент для решения инженерных и исследовательских задач в энергетике и электротехнике.
- ✓ Комплексы RTDS моделируют энергосистему в режиме реального времени, что позволяет исследовать работу энергосистем, применяя как виртуальные элементы, так и реальные устройства.
- ✓ При помощи комплексов RTDS можно проводить всесторонние испытания вторичного оборудования в условиях, максимально электрически близких к реальным.
- ✓ RTDS эффективны для обучения и подготовки студентов ВУЗов, специалистов технических и оперативных служб энергопредприятий.
- ✓ Использование RTDS является сильным маркетинговым аргументом, свидетельствующим о высокой культуре выполнения НИОКР.

## О нас



**ЗАО "ЭнЛАБ"** – эксклюзивный представитель компании **RTDS Technologies Ltd.** в России.

Наше предприятие предоставляет услуги:

- определение состава комплексов RTDS в соответствии с требованиями заказчика;
- поставка комплексов RTDS, включая поставку усилителей тока и напряжения;
- выполнение пуско-наладочных работ;
- гарантийное и послегарантийное обслуживание;
- консультации и обучение специалистов;
- проведение исследований с применением мобильного комплекса RTDS.