



ЭКСПОНЕНТА

ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МОДЕЛИРОВАНИЯ



Engee и КПМ РИТМ — цифровая платформа моделирования и тестирования в электроэнергетике



Тимофеев Даниил



Среда моделирования

- 01 Среда для разработки сложных технических систем не привязанная к сторонним аппаратным комплексам
- 02 Проведение исследований, разработки и моделирования
- 03 Проведение технических расчетов и анализа



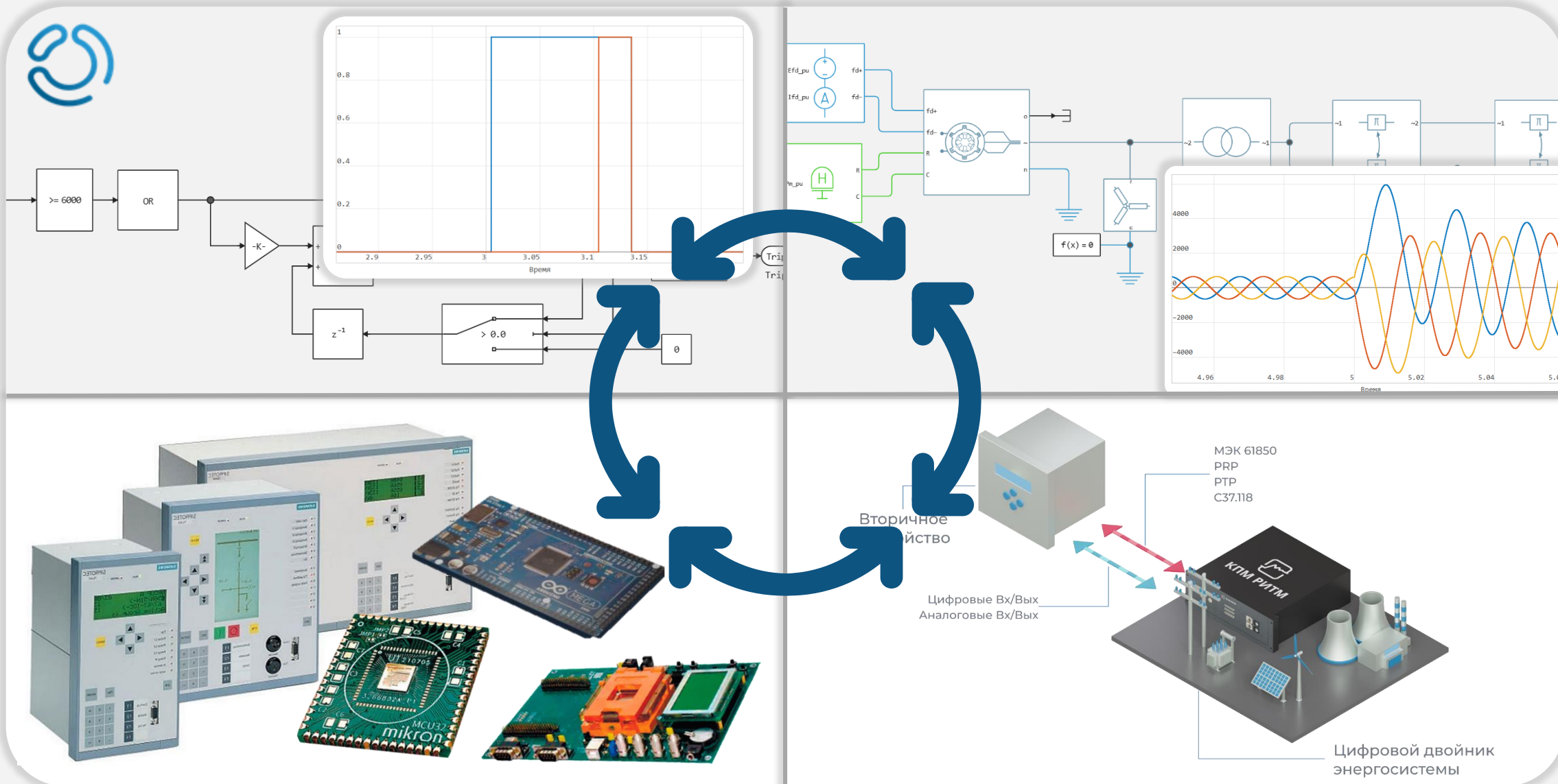
Реальное время



- 01 Использование программно-аппаратных комплексов моделирования в реальном времени
- 02 Различные виды тестирования вторичных или первичных устройств, систем и оборудования
- 03 Быстрое прототипирование, отладка при разработке



МОП для энергетики



Среда моделирования

МОП

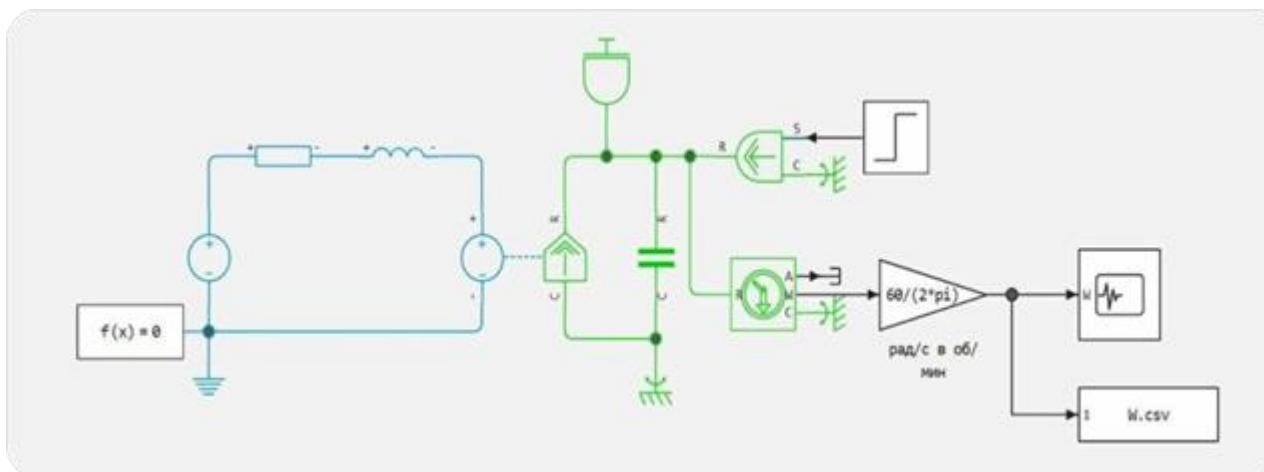


Engage

Основа для МОП и графического моделирования с помощью привычных блок-схем из базовых и специализированных прикладных библиотек.

Многоуровневое моделирование для построения архитектур систем

Мультидоменное моделирование алгоритмов и физических систем



Физическое моделирование

МОП



+ Гибкость и адаптивность

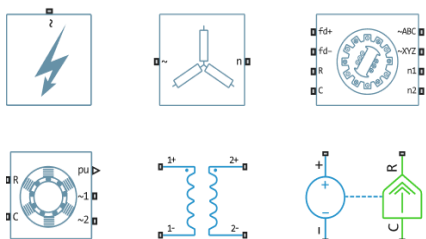
+ Концентрация на сути процессов

+ Быстрое создание и проверка моделей

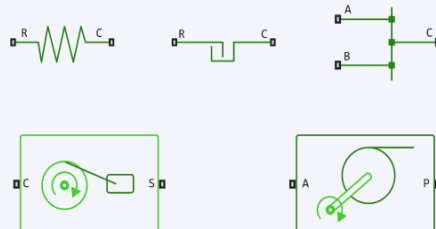
+ Готовые решения для разных областей

+ Высокая скорость и простота моделирования

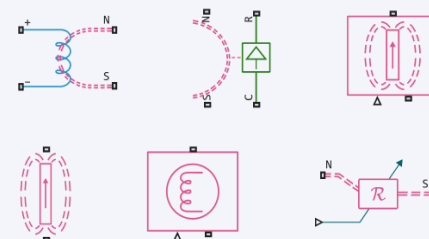
1 Электричество



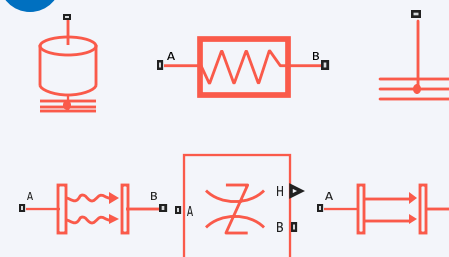
2 Механика



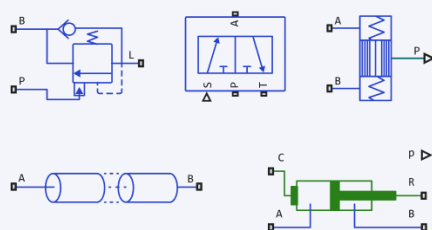
3 Магнетизм



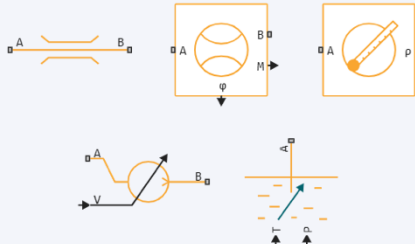
4 Теплотехника



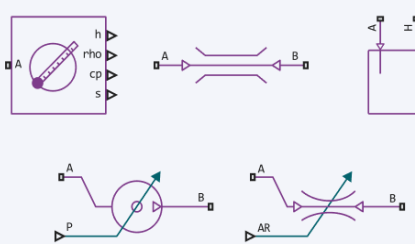
5 Гидравлика



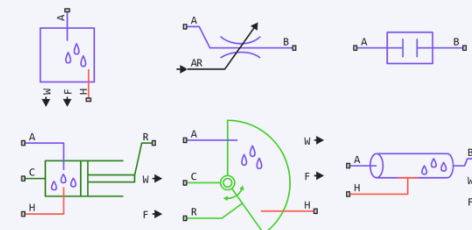
6 Теплогидравлика



7 Газ



8 Влажный воздух



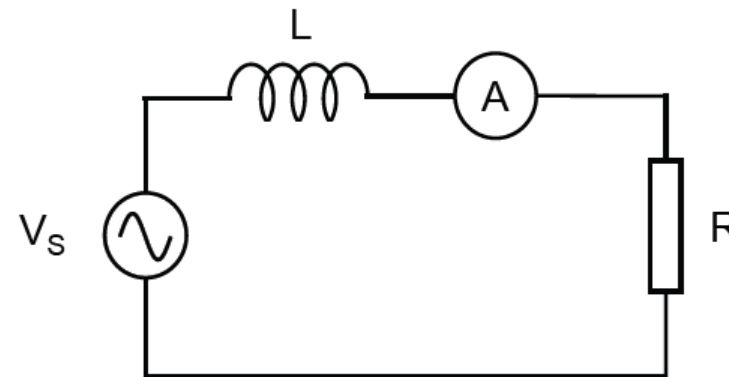
Физическое моделирование

МОП



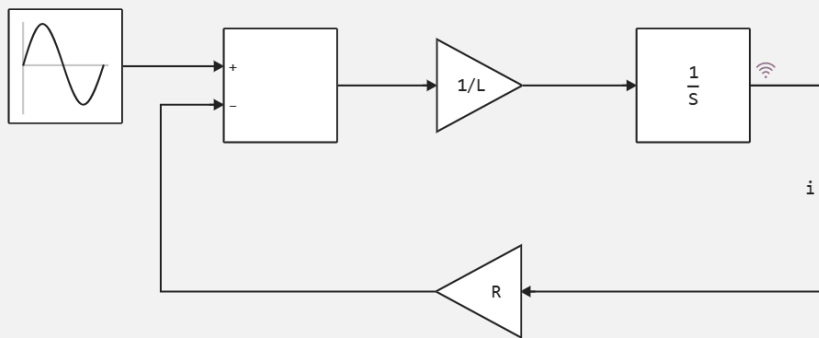
Задача:

Создать модель и исследовать простую электрическую цепь

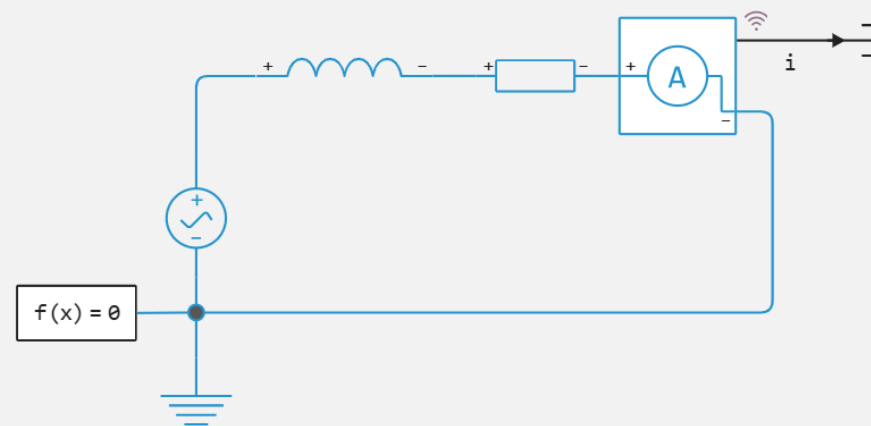


$$L \frac{dI}{dt} = V_s - IR$$

Моделирование
математическими
блоками



Физическое
моделирование



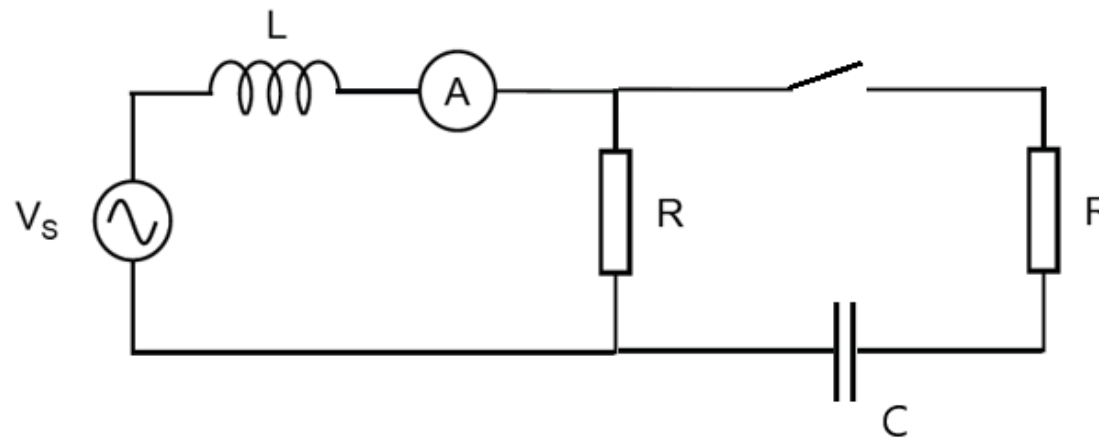
Физическое моделирование

МОП



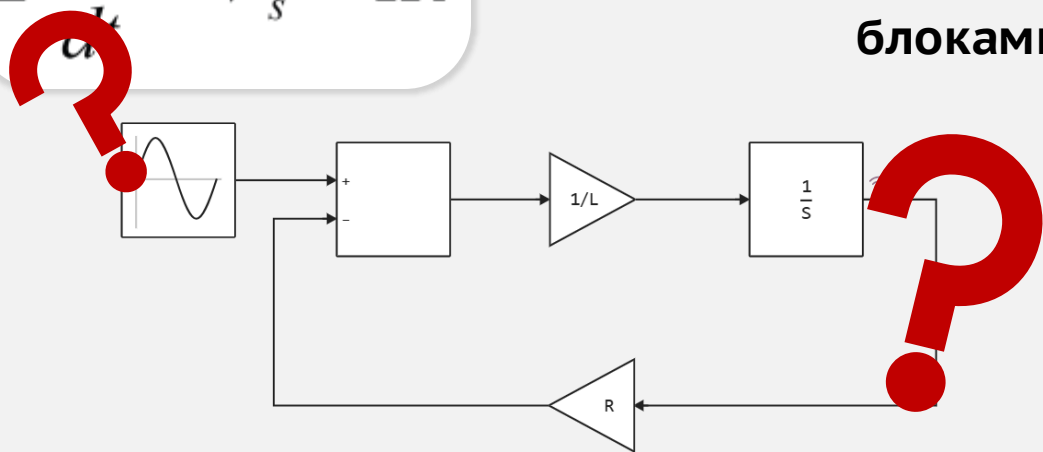
Задача:

Создать модель и исследовать простую электрическую цепь

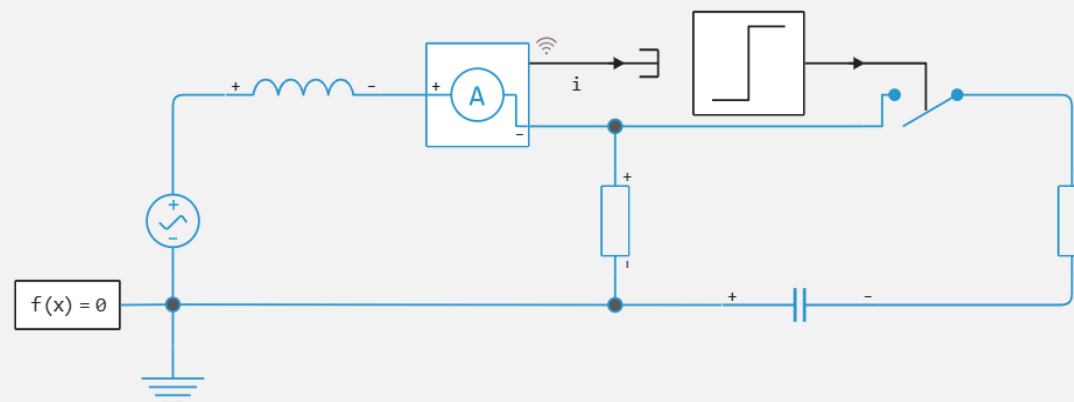


$$L \frac{dI}{dt} = V_s - IR$$

Моделирование
математическими
блоками



Физическое
моделирование



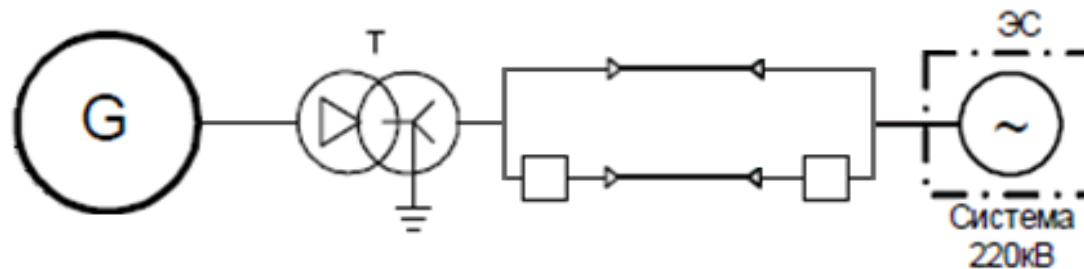
Физическое моделирование

МОП



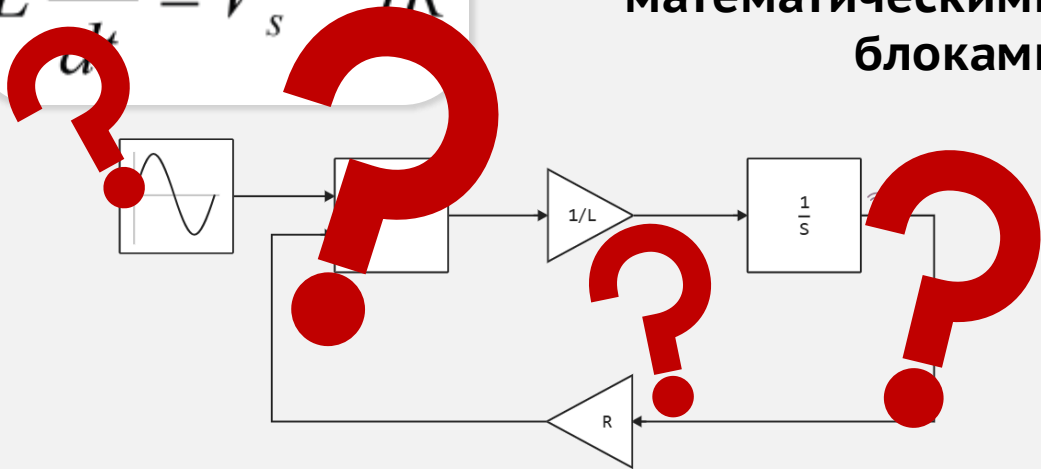
Задача:

Создать модель и исследовать
блок генератор-трансформатор

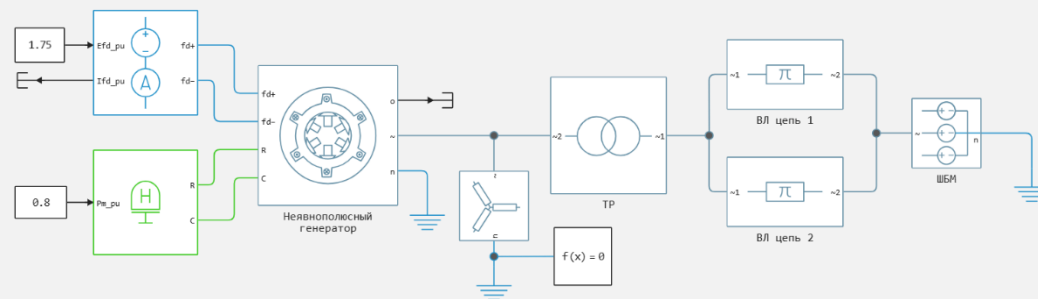


$$L \frac{dI}{dt} = V_s - IR$$

Моделирование
математическими
блоками



Физическое
моделирование



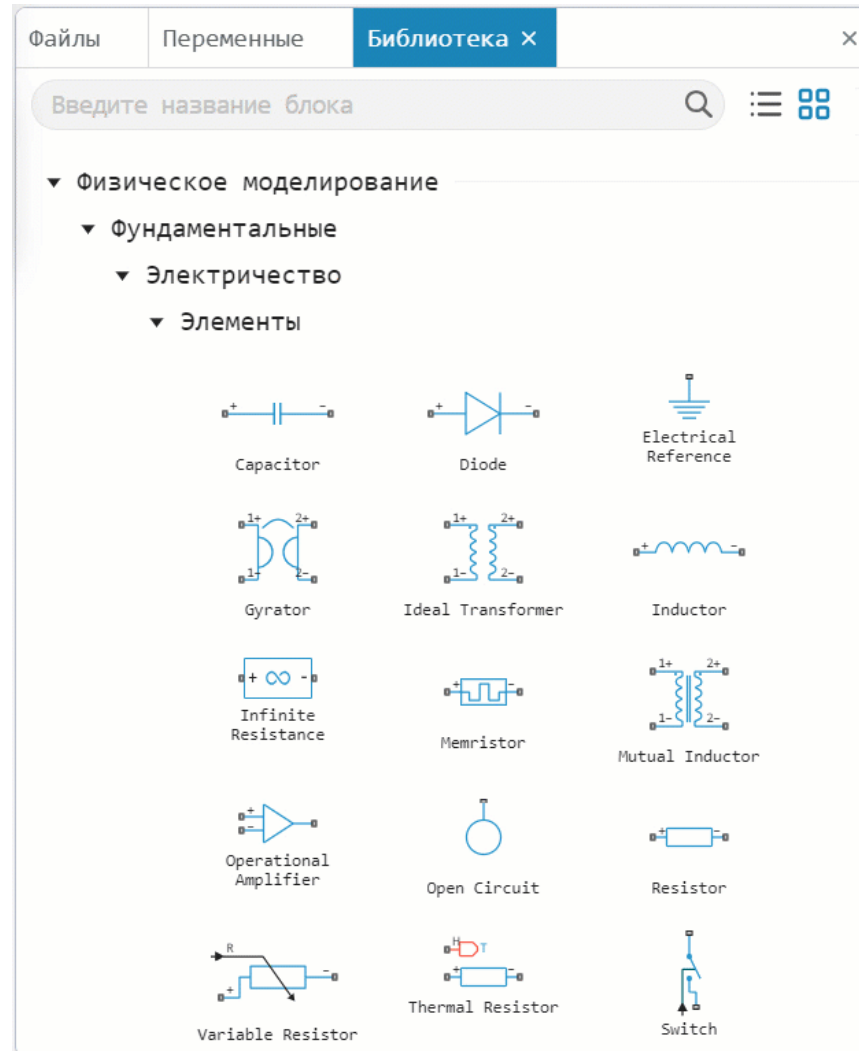
Блоки электроэнергетических элементов

МОП



Библиотека Engage позволяет моделировать:

- + Электроэнергетические сети и электромагнитные п/п
- + Различные электрические машины и электромеханические п/п
- + Элементы генерации, потребления, передачи и трансформации электроэнергии
- + Элементы электроники
- + Системы управления и логики



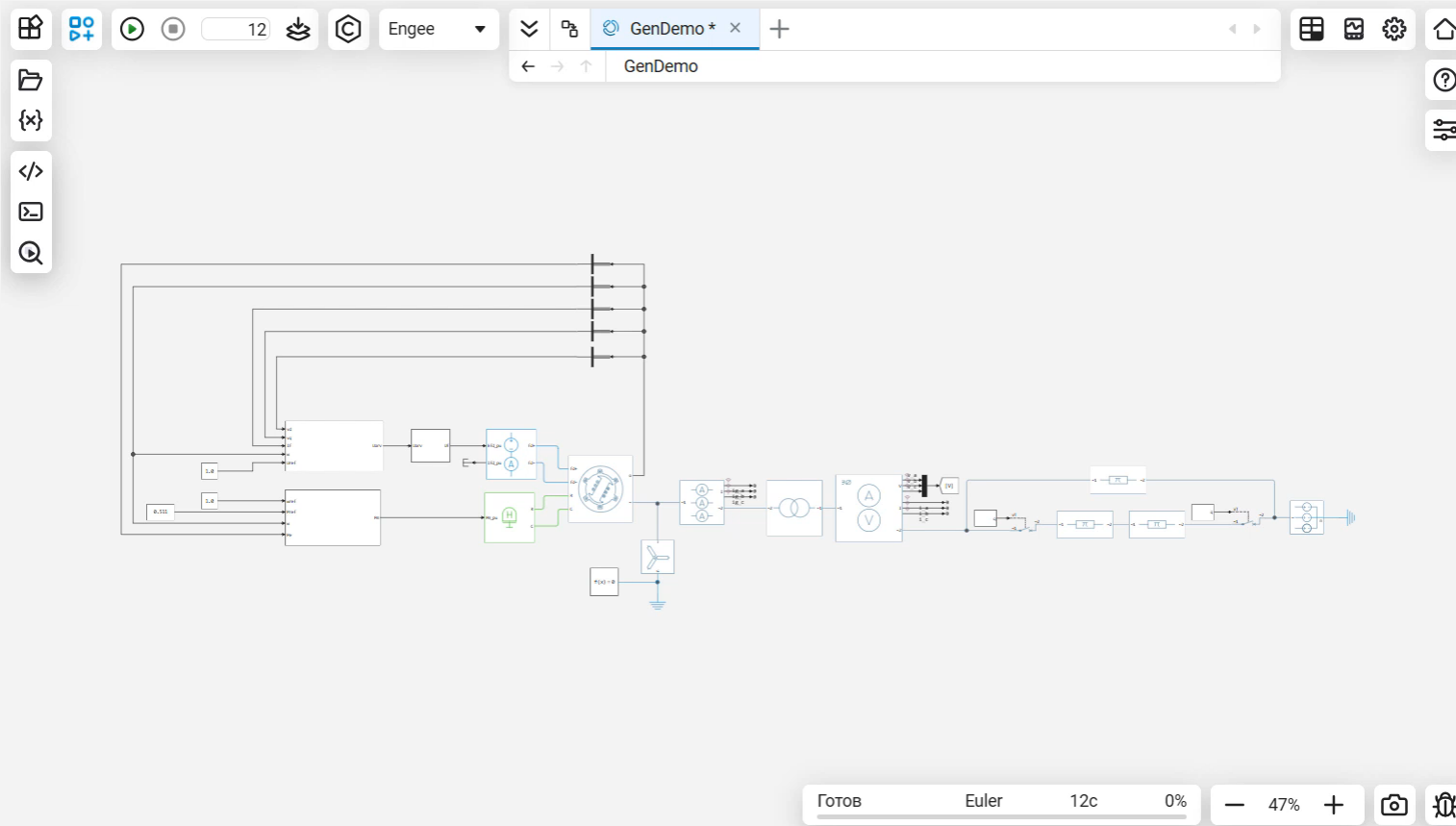
Блоки электроэнергетических элементов

МОП



**Библиотека Engее
позволяет моделировать:**

- + Электроэнергетические сети и электромагнитные п/п
- + Различные электрические машины и электромеханические п/п
- + Элементы генерации, потребления, передачи и трансформации электроэнергии
- + Элементы электроники
- + Системы управления и логики

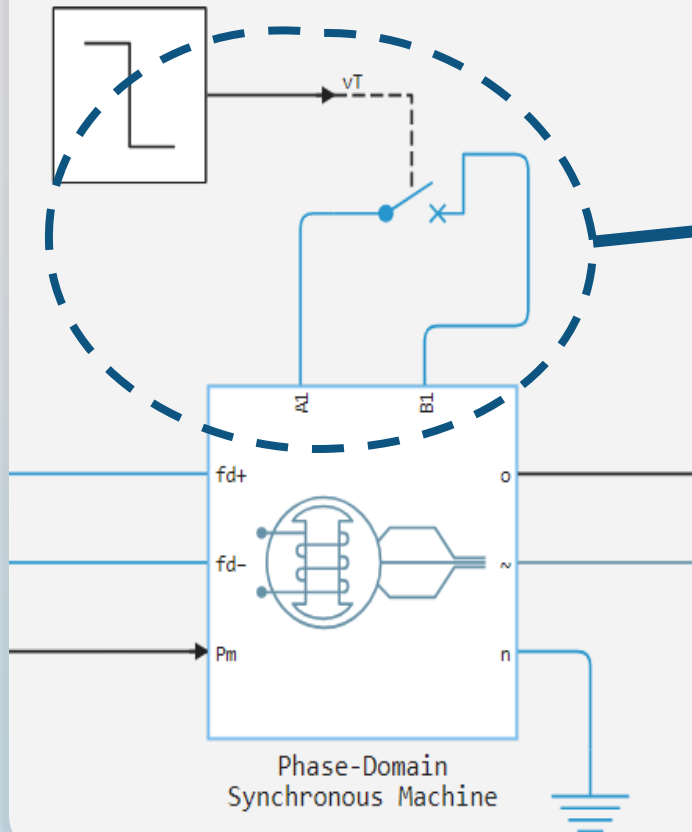


Уникальные разработки

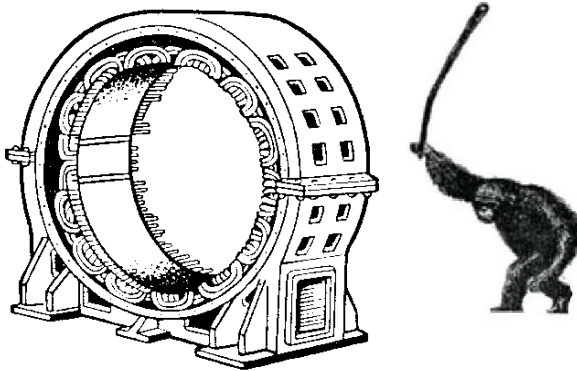
МОП



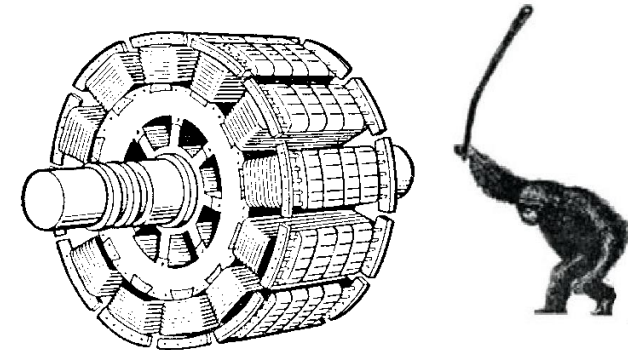
Синхронная машина для моделирования внутренних повреждений



Схематично: повреждение в обмотках статора



Схематично: повреждение в обмотках ротора



- ✓ **Уникальный блок без аналогов в России и MATLAB**
- ✓ **Моделирует сложные эффекты для разработчиков устройств и оборудования**

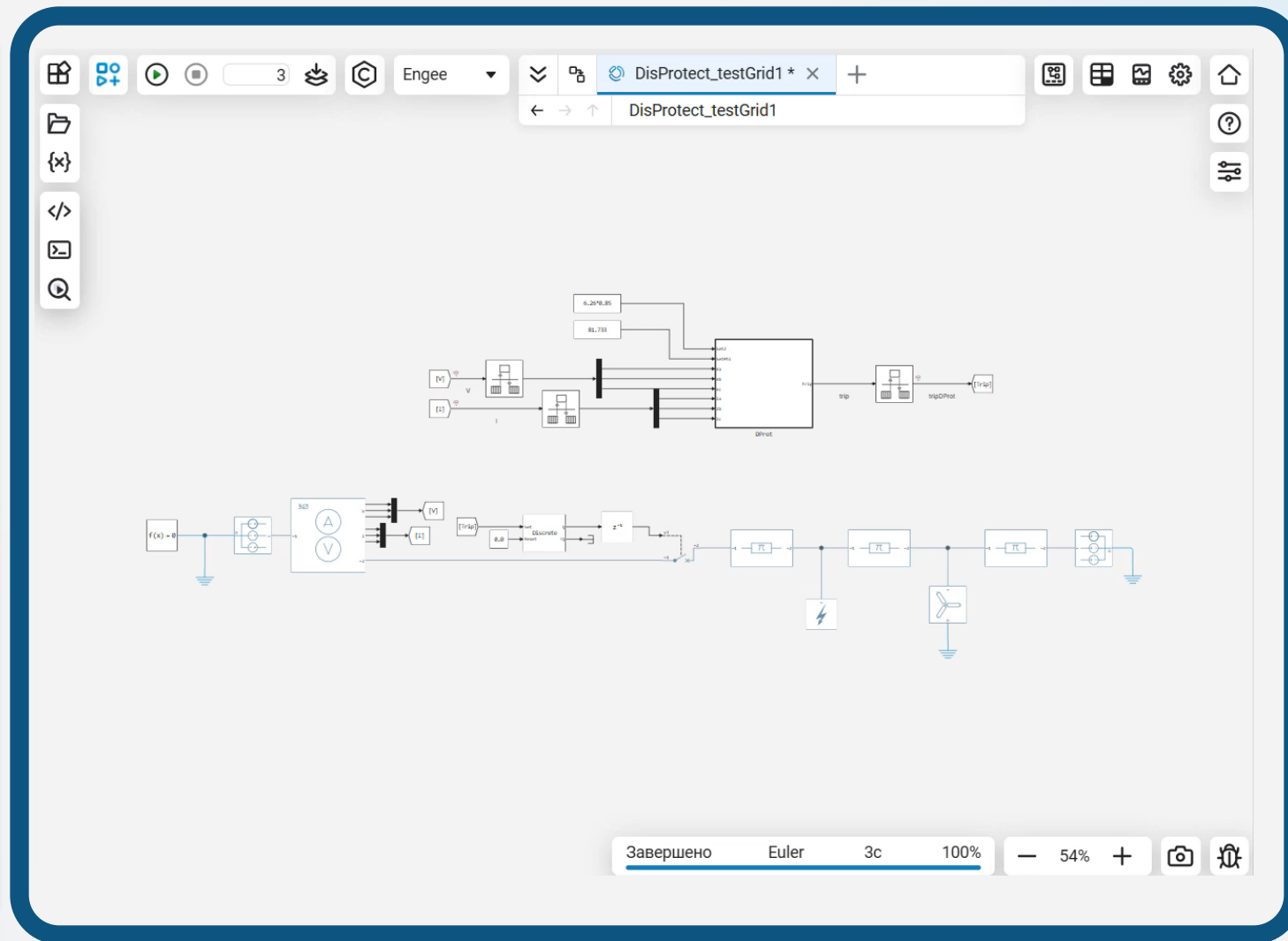
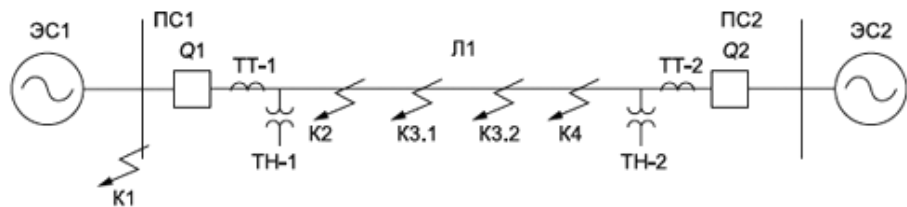
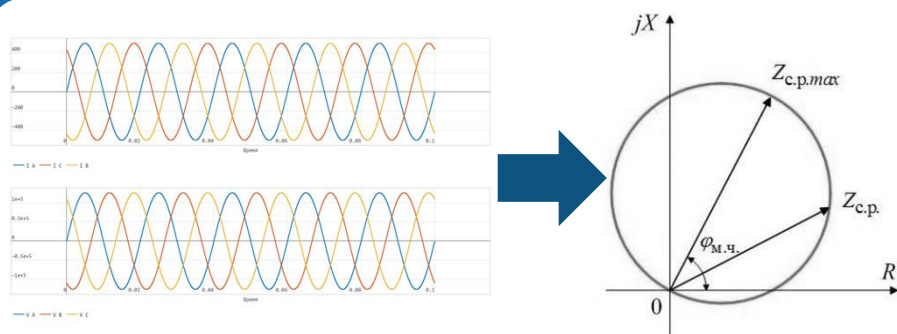


Разработка и тестирование

МОП



Разработка алгоритмов устройств защиты и автоматики с тестированием на модели сети



Генерация кода

МОП



Прямая генерация кода для встраиваемых систем



Автоматический перевод моделей в Си-код для микроконтроллеров

Сокращение пути от идеи до прототипа



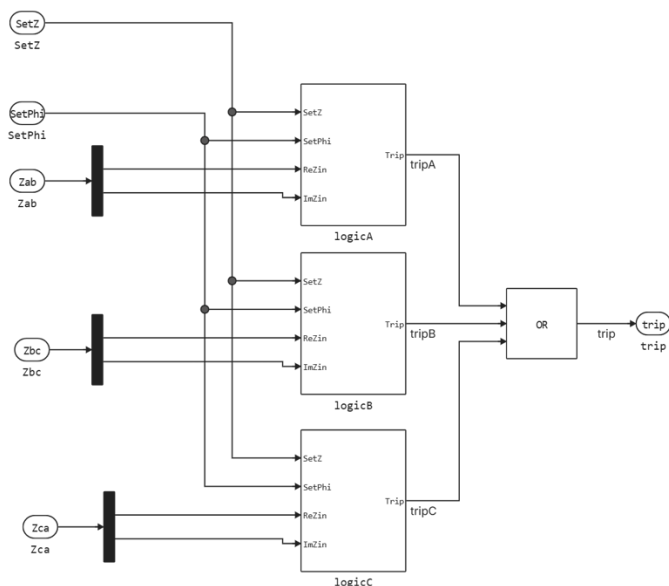
За счет автоматизации
программирования устройств

Замыкание цикла разработки

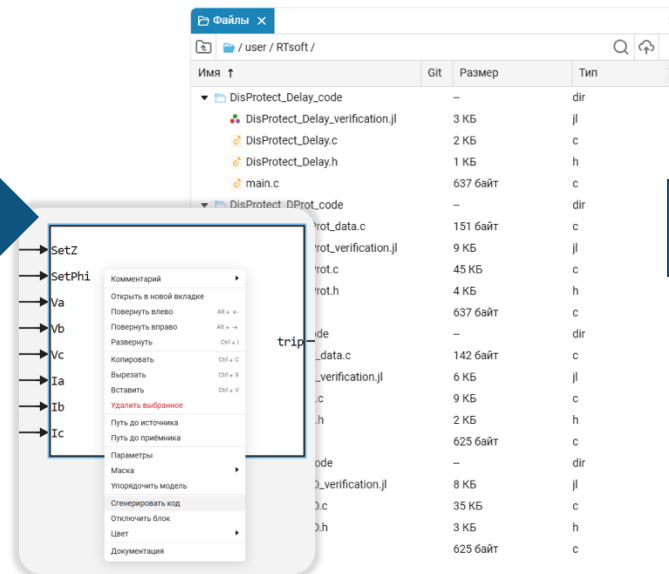


Переход от математической модели
к тестированию на реальном устройству

Создание алгоритмов работы САУ, РЗ и А



Автоматическая генерация С кода для

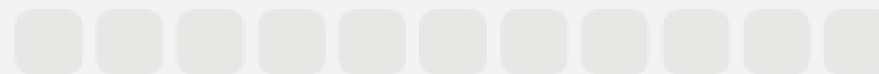


Интеграция с оборудованием



КПМ РИТМ

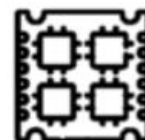
Российский программно-аппаратный
комплекс моделирования в
реальном времени (ПАК РВ)



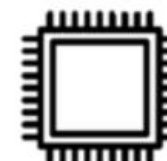
ОС реального времени
для обеспечения
жесткого РВ



Интерфейсы связи
"Медь", МЭК61850, С37.118,
Aurora и т.д.



Многоядерный ЦПУ
для моделей ЭЭС и
алгоритмов (от 50 мкс)



ПЛИС
для модели силовой
электроники (от 20 нс)

Моделирование в реальном времени

РИТМ



КПМ РИТМ

Первый российский ПАК РВ с 2017 г.

Активное применение в электроэнергетике:

- + **Разработка:** НПП «ЭКРА», НПО «Фарватер», ГК «Текон», АО «ВНИИР»
- + **Обучение:** НГТУ (г. Новосибирск), ЮГУ (г. Ханты-Мансийск), ДальГАУ (г. Благовещенск), ЧГУ (г. Чебоксары), ДВГУПС (г. Хабаровск), НГТУ им Р.Е. Алексеева (г. Нижний Новгород)
- + **Исследования:** Коми НЦ УрО РАН



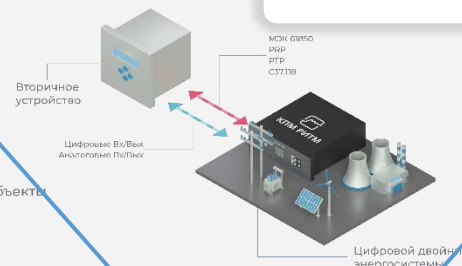
Моделирование на КПМ РИТМ



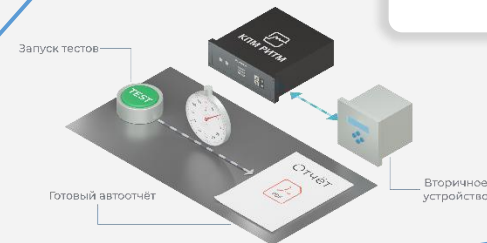
Прототипирование



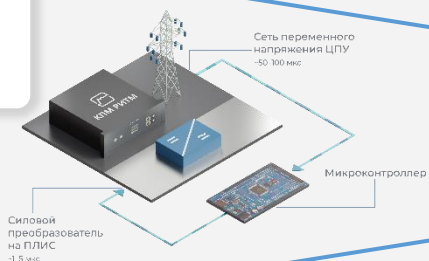
HIL



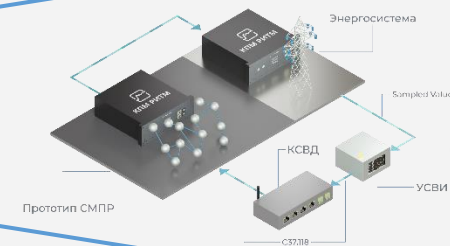
Автоматизация



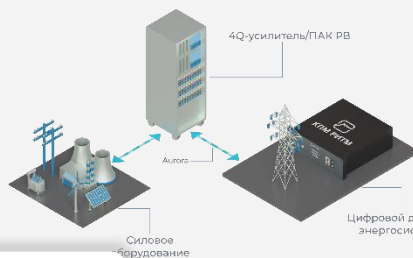
Электроника



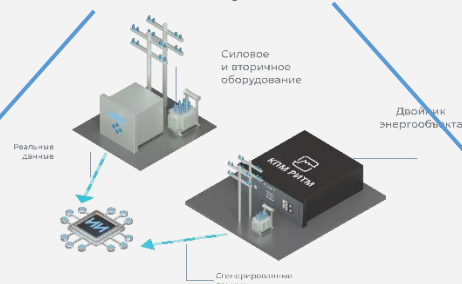
СМР



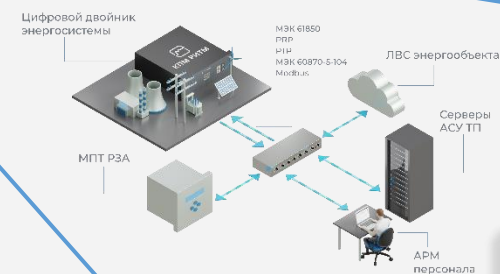
PHIL



Генерация данных



АСУ ТП



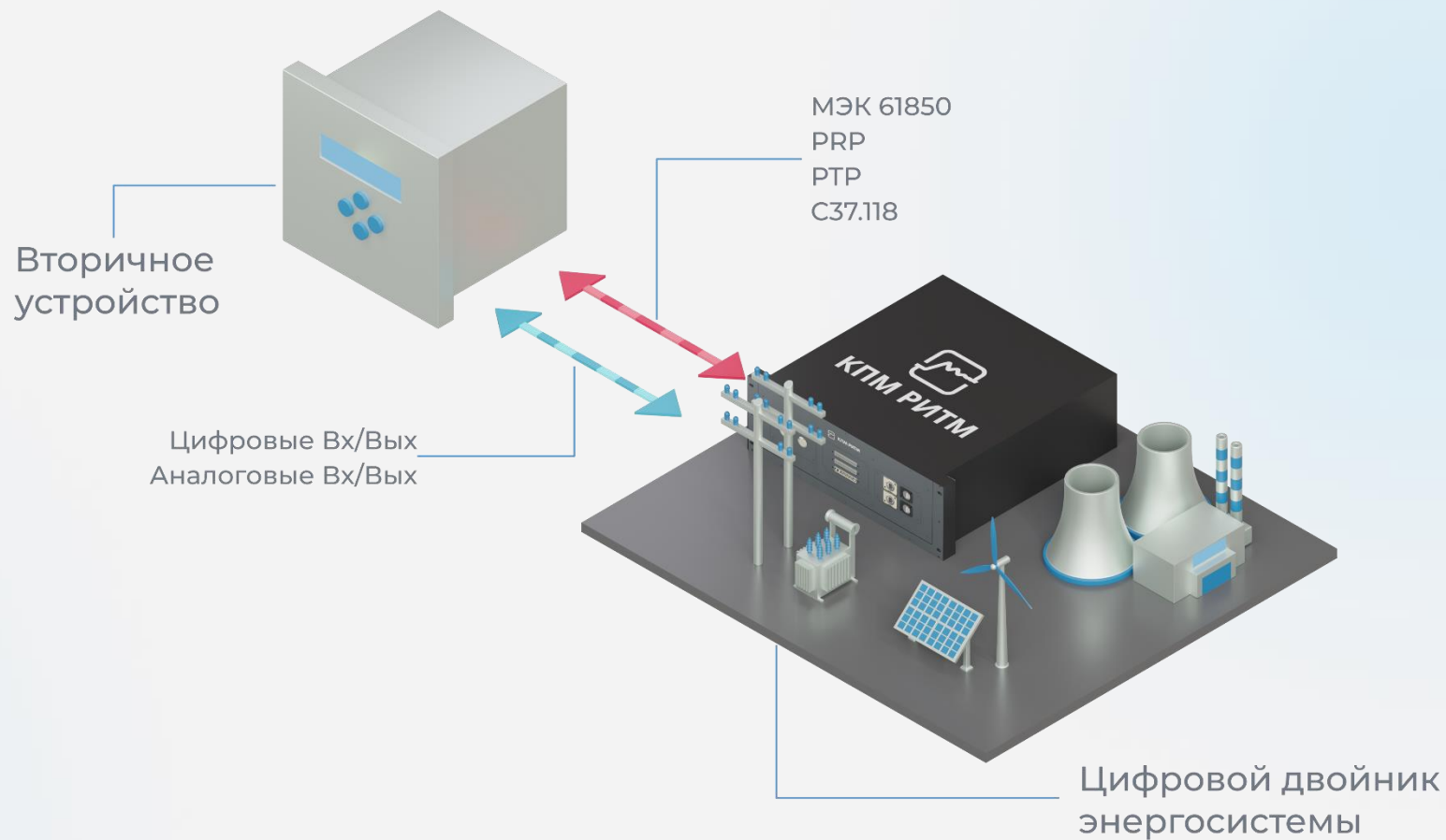
Сценарии использования КПМ РИТМ

РИТМ



Стенды НІL - испытаний вторичных устройств

Полунатурные испытания вторичного устройства, например, терминала РЗА или САУ, на цифровой модели энергосистемы в режиме жесткого реального времени. Подключая устройство по разным интерфейсам, можно проводить предварительные испытания и отладку на стадии разработки, а также подготовку и проведение сертификации.



Сценарии использования КПМ РИТМ

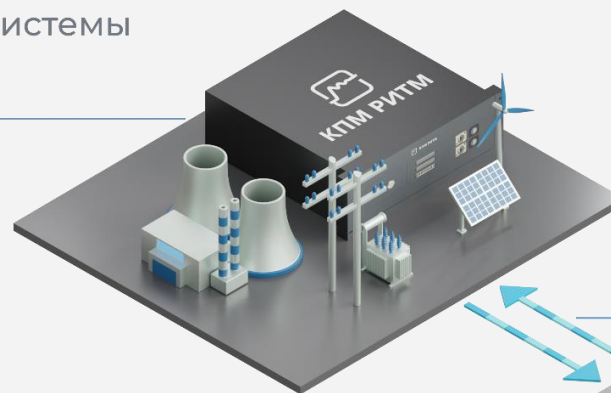
РИТМ



Стенды испытания систем АСУ ТП энергообъектов

Полунатурные испытания вторичных устройств, объединенных автоматизированной системой управления технологическим процессом энергетического объекта. Такой стенд позволяет проводить тестирование работы технологического процесса максимально приближенного к реальности с учетом всех аспектов энергосистемы.

Цифровой двойник энергосистемы



МЭК 61850
PPR
PTR
МЭК 60870-5-104
Modbus

ЛВС энергообъекта



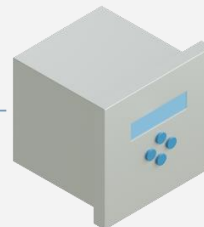
Серверы АСУ ТП



АРМ персонала



МПТ РЗА



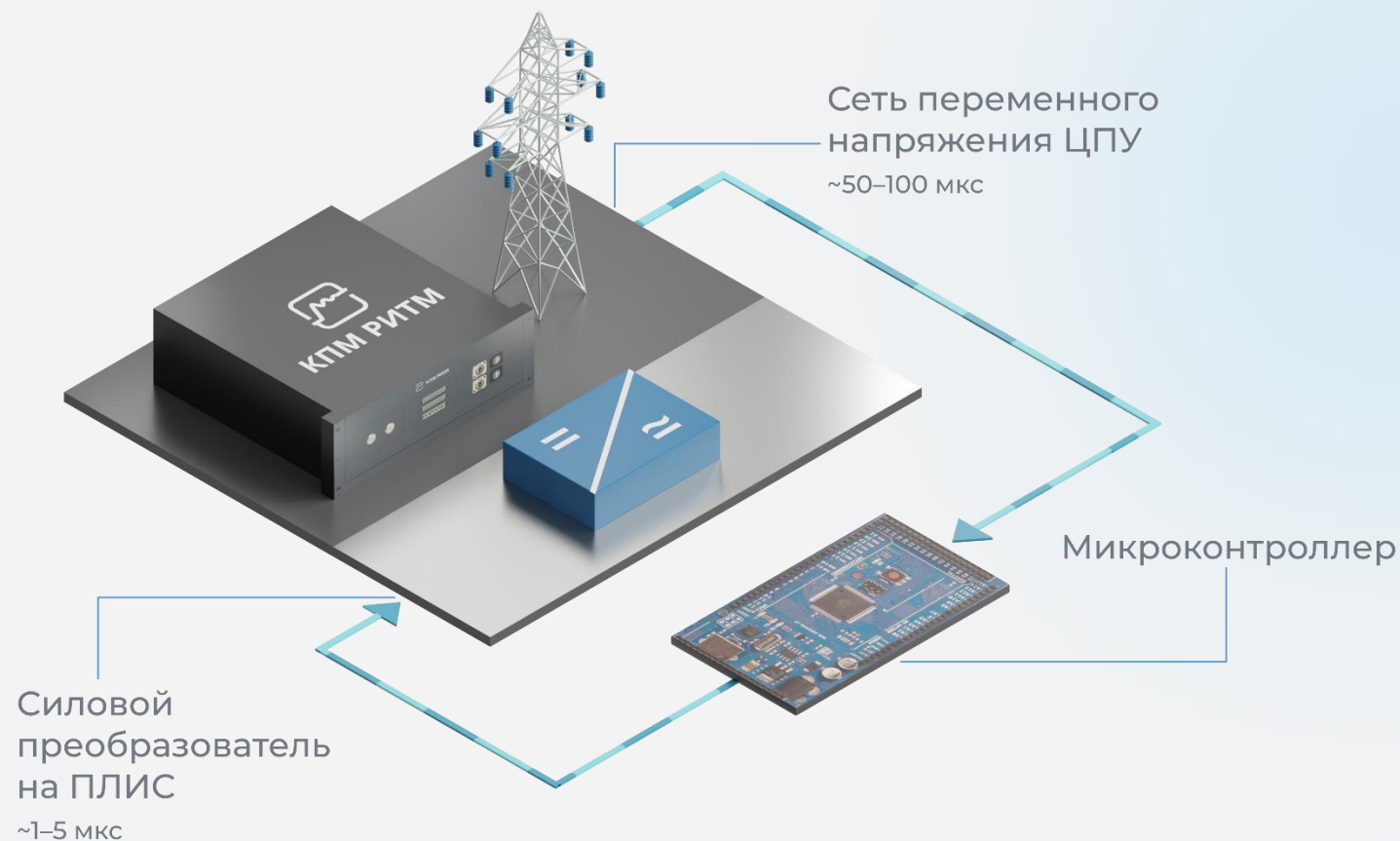
Сценарии использования КПМ РИТМ

РИТМ



Стенды тестирования силовой электроники, ВИЭ и СНЭЭ

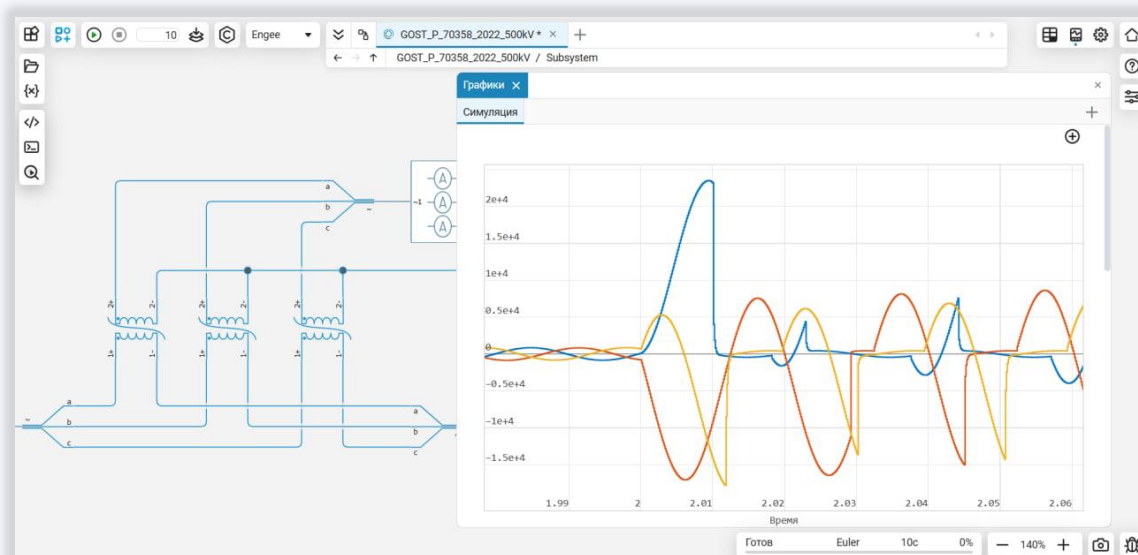
Использование КПМ РИТМ для тестирования микроконтроллеров инверторов для возобновляемой энергетики и систем накопления энергии – это эффективный способ верифицировать управляющее ПО и аппаратные компоненты. Если в ходе тестов обнаружены проблемы или несоответствия, можно внести необходимые изменения и провести повторное тестирование.



Пример использования

Расширение оснащения Центра моделирования машинами КПМ РИТМ

Область применения КПМ РИТМ — научные исследования и испытания алгоритмов функционирования устройств РЗА и ПА, например моделирование условий насыщения ТТ.



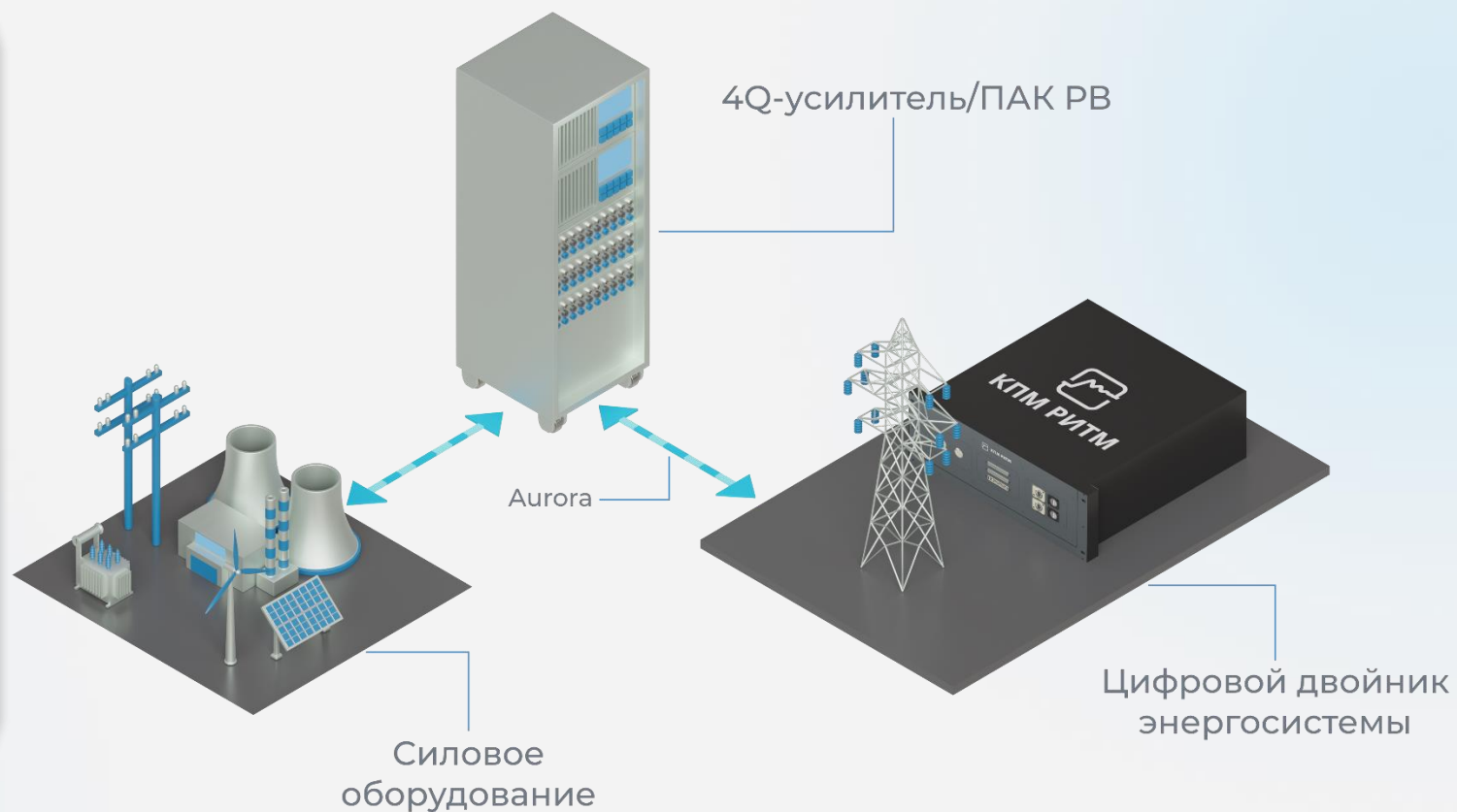
Сценарии использования КПМ РИТМ

РИТМ



Киберфизические полигоны для тестирования силового оборудования

Объединение реального силового оборудования в одну систему с цифровой моделью сети с помощью специализированных 4Q усилителей для создания киберфизического испытательного полигона и тестирования по технологии Power Hardware In the Loop.



Пример использования



e^x ЭКСПОНЕНТА



ОБУЧЕНИЕ СОТРУДНИКОВ И НАЛАДКА ОБОРУДОВАНИЯ

в Нижегородском государственном техническом
университете им. Р.Е. Алексеева

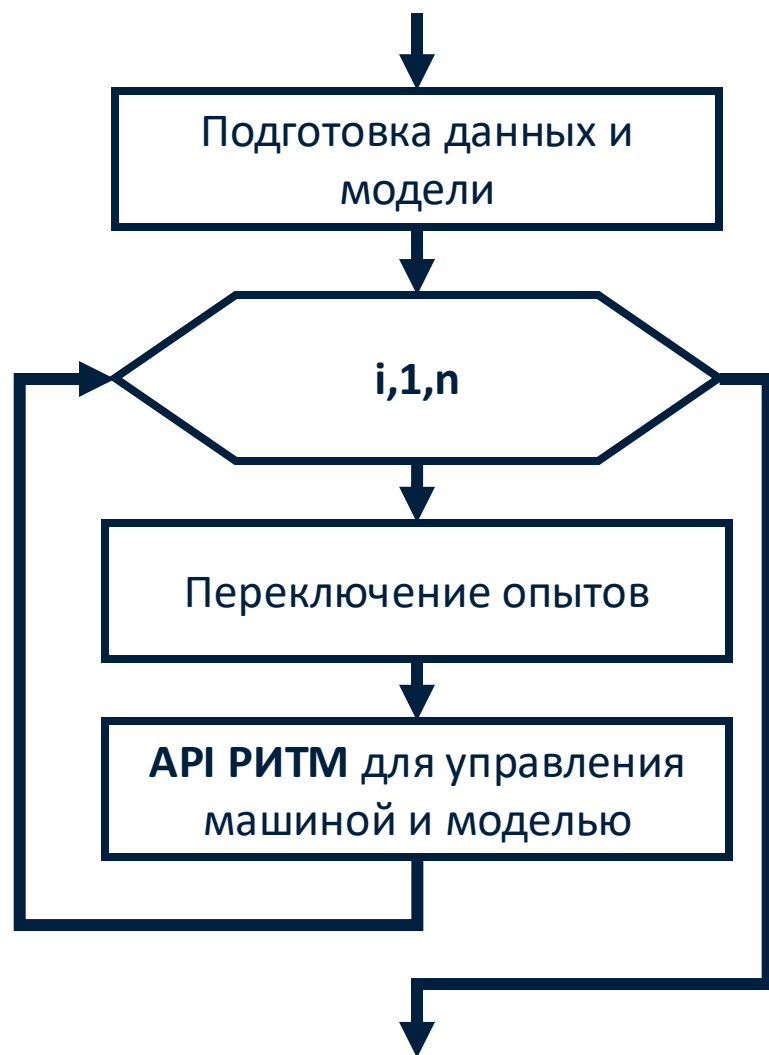


Лаборатория автономных гибридных энергоустановок

Стенд для HIL и PHIL испытаний.
Позволяет проводить
исследование и тестирование
вторичного и силового
оборудования на имитационных
моделях сети.

Сценарии использования КПМ РИТМ

РИТМ



Автоматизация тестирования

Специальные скрипты или программы с API РИТМ будут управлять работой КПМ РИТМ, загрузкой модели, запуском тестовых сценариев различных режимов работы энергосистемы и сбором данных. Система выдаст отчет о результатах тестирования – графику, таблицы и аналитические выводы.



Сценарии использования КПМ РИТМ

РИТМ



Учебные стенды на базе цифровых двойников

Комплексные стенды на базе КПМ РИТМ для проведения повышения квалификации и обучении персонала и студентов работе с оборудованием в условиях приближенных к реальности с использованием цифровых двойников.





ЭКСПОНЕНТА

ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МОДЕЛИРОВАНИЯ



Спасибо за внимание!



Telegram-канал
«Экспонента
Электроэнергетика»

