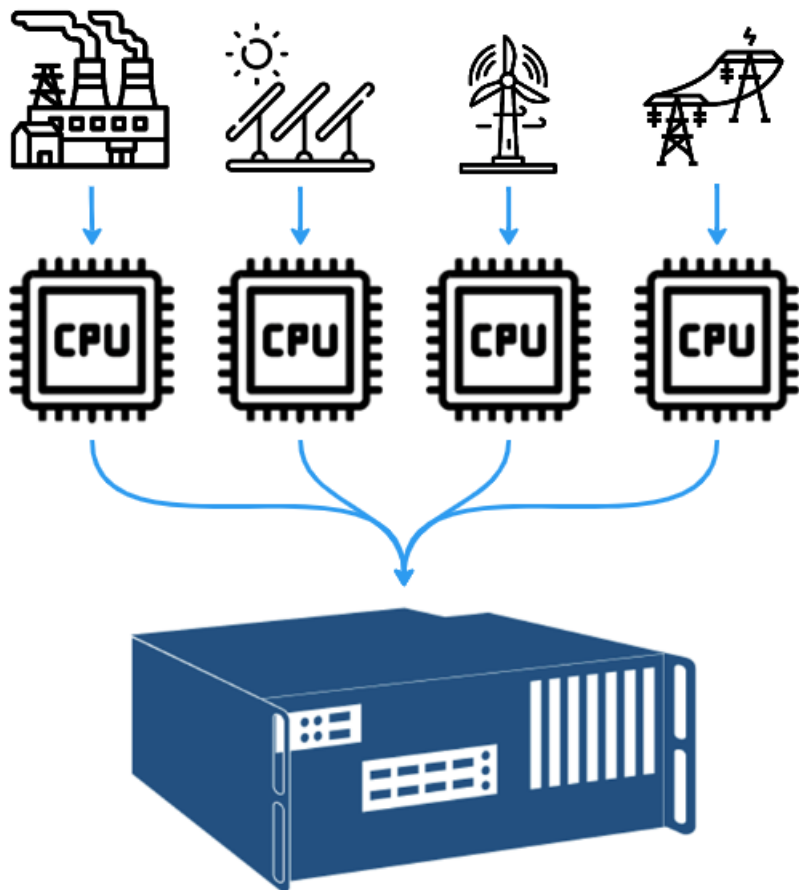




ЭКСПОНЕНТА

ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МОДЕЛИРОВАНИЯ



Использование технологии многоядерных вычислений при моделировании энергосистем в режиме реального времени

Тимофеев Даниил

Инженер лаборатории цифрового моделирования в
электроэнергетике ЦИТМ «Экспонента»

Рассматриваемые вопросы:

- Преимущества применения технологии
- Особенности моделирования энергосистем с использованием **многозадачного выполнения**
- **Моделирование энергосистем в реальном времени на КПМ РИТМ с использованием технологии многозадачного выполнения**

Моделирование в реальном времени на КПМ РИТМ

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

Распространенные режимы работы:

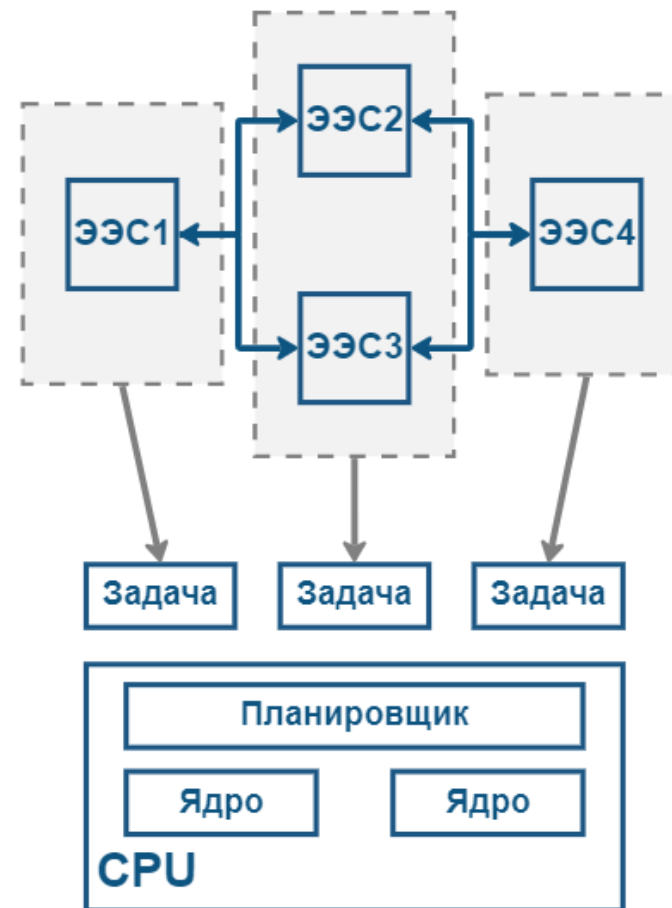
- **Быстрое прототипирование** алгоритмов управления (Rapid Prototyping);
- **Полунатурное моделирование** энергосистем и тестирование устройств управления (РЗА, ПА и т.д.) (Hardware-in-the-loop);
- Работа по «меди», МЭК61850, С37.118, Aurora и не только.



Введение в многозадачное выполнение

Многозадачное выполнение (**Concurrent Execution**) – выполнение алгоритма **F()** на нескольких потоках многоядерного процессора.

В рамках электроэнергетики – **параллельное моделирование** энергосистем на разных ядрах **одновременно**.



Применение многозадачного выполнения

Масштабирование моделей
ЭЭС

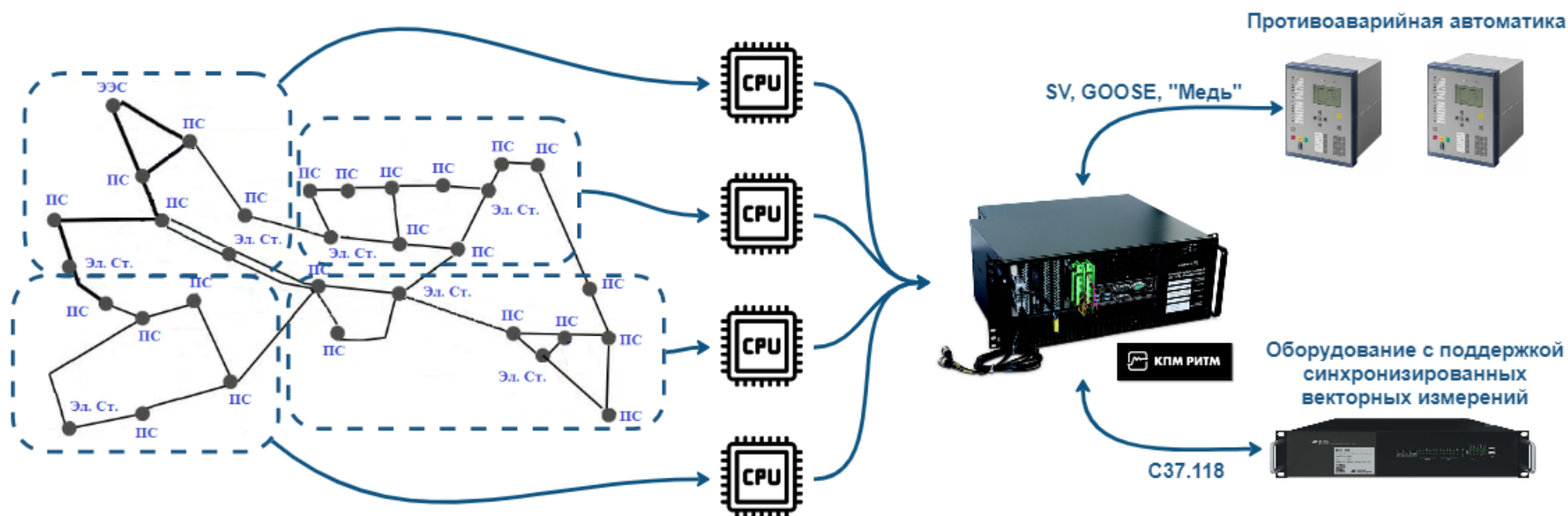
Исследование эффектов при
развертывании алгоритмов
на многоядерных системах

Детализация моделей ЭЭС и
вторичных устройств

Генерация кода и его
профилирование для систем
с поддержкой
многоядерности

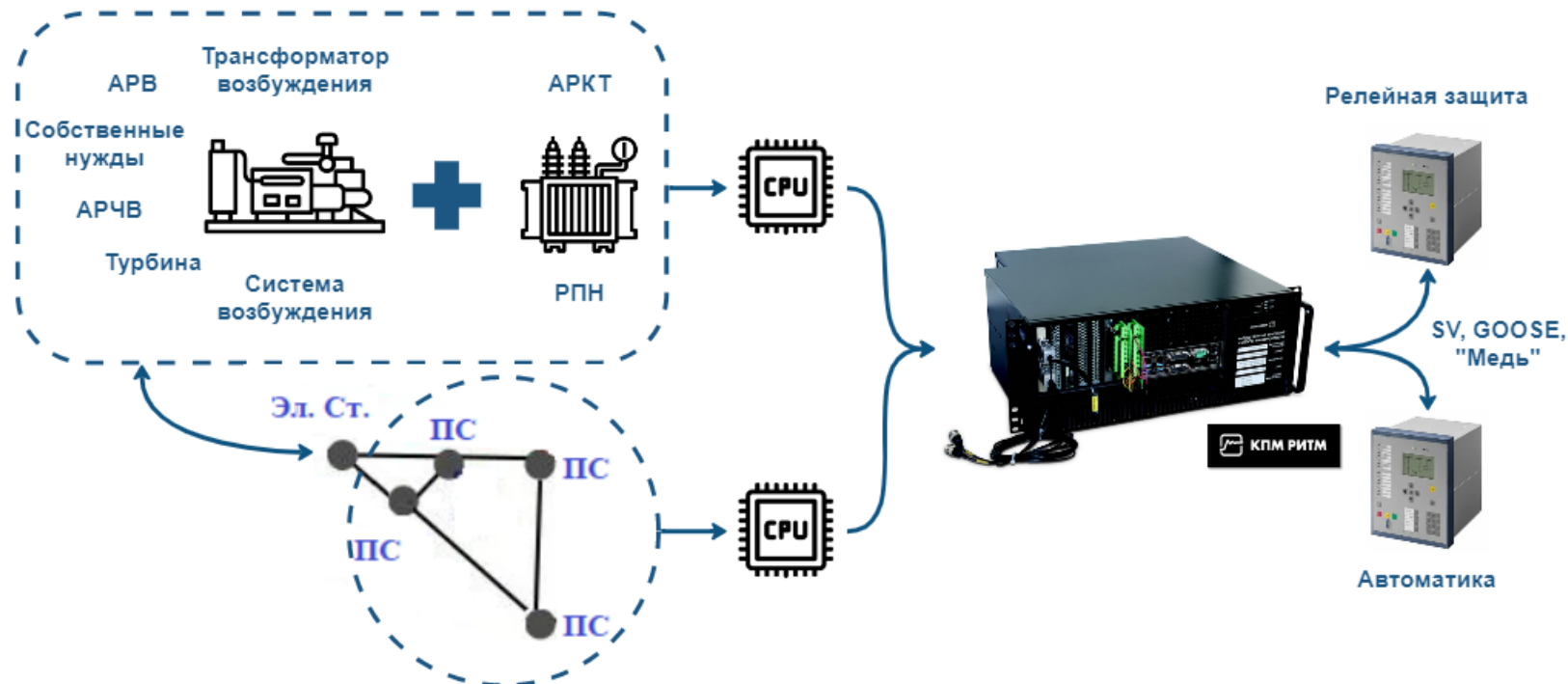
Применение многозадачного выполнения

Увеличение количества узлов модели энергосистемы, что особенно важно при исследовании в динамике крупных сетей, например, для тестирования и разработки **противоаварийной автоматики** или **систем мониторинга**.



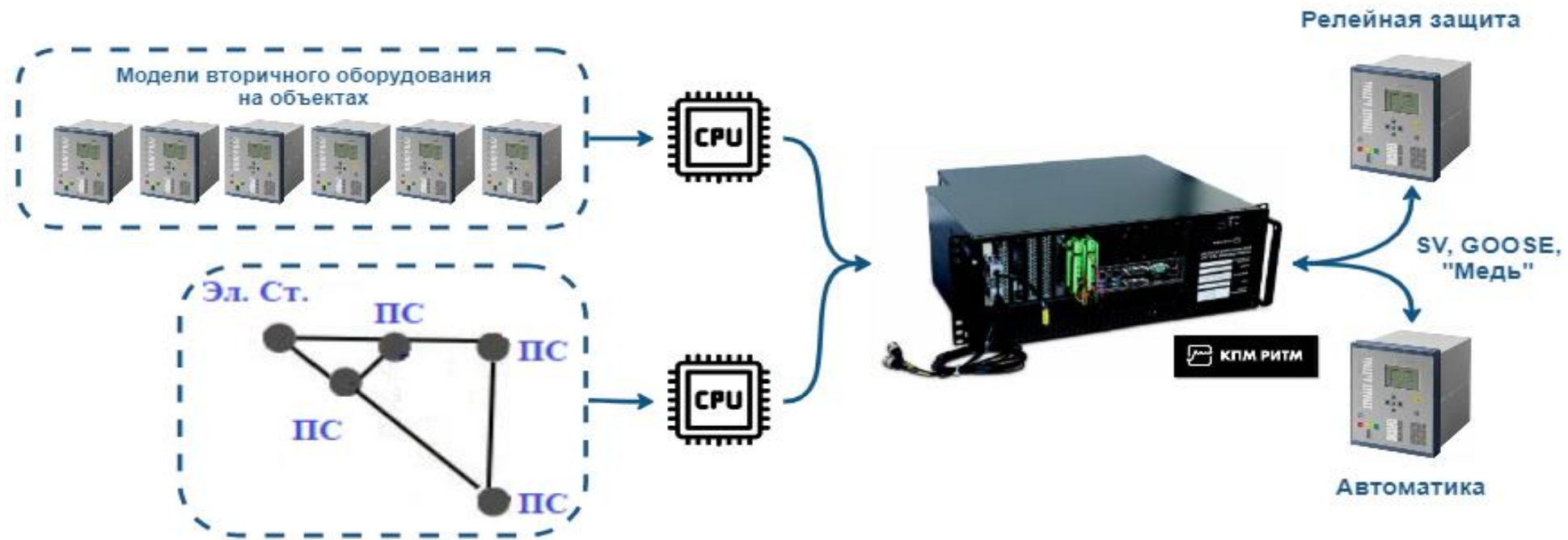
Применение многозадачного выполнения

Детализация отдельных участков модели энергосистемы, для повышения качества отдельных моделируемых процессов и систем.



Применение многозадачного выполнения

Построение моделей математики и логики комплексов вторичных устройств в сети параллельно «физике», для комплексного исследования совместно с реальным оборудованием.



Применение многозадачного выполнения



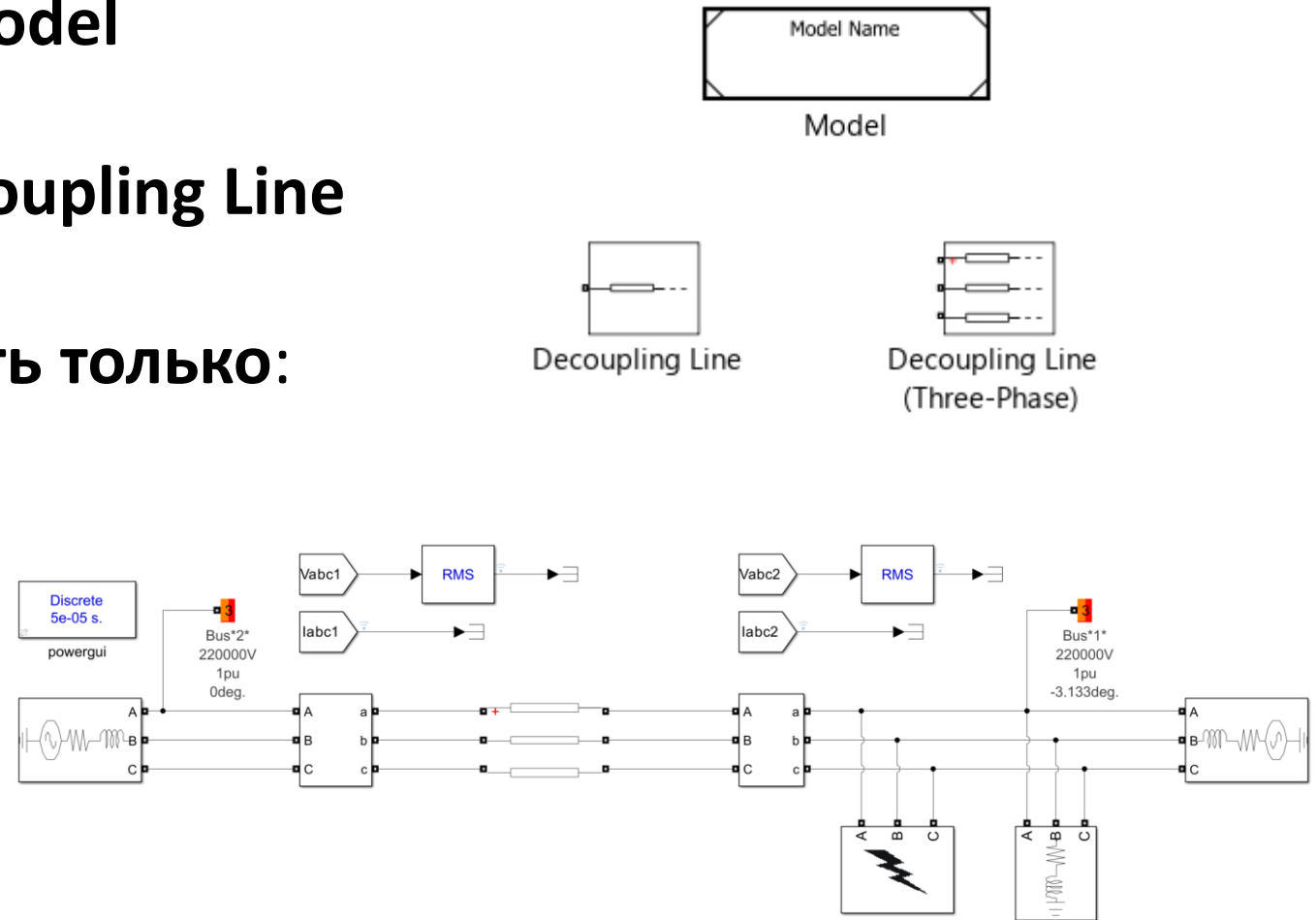
- Разработка алгоритмов РЗА и ПА;
- Автоматическая генерация **кода** под целевую платформу;
- Поддержка **многозадачности** выполнения

Применение многозадачного выполнения



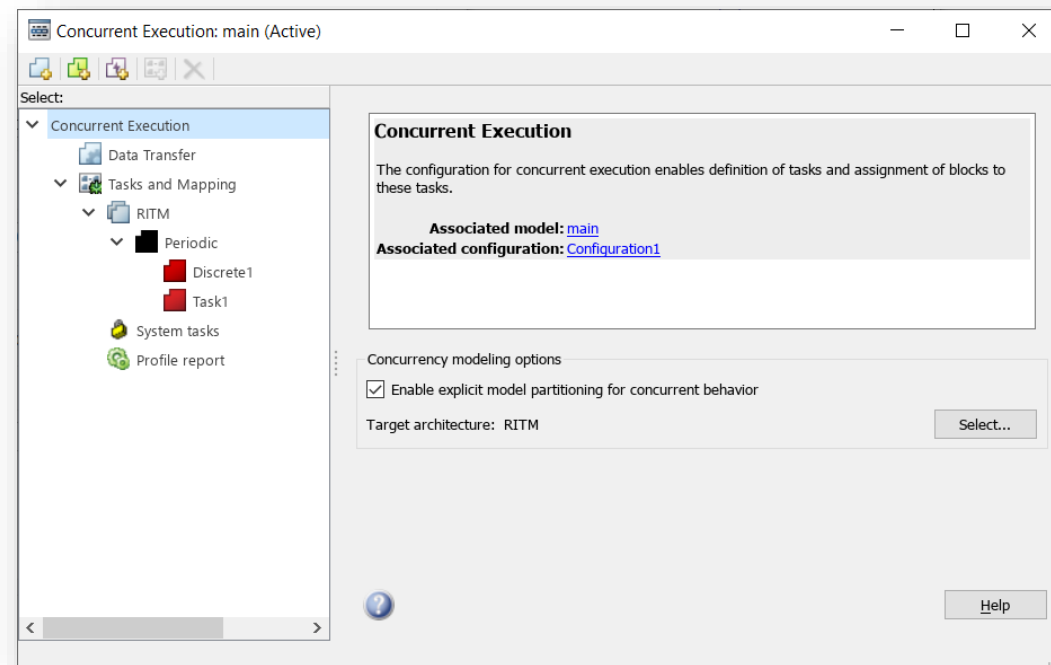
Подготовка модели

- Вынести блоки модели в **Model Reference** или подсистему;
- Использование блоков **Decoupling Line** для деления «физики»;
- Вне подсистем **использовать только**:
 - MATLAB® System
 - MATLAB Function
 - Stateflow® charts
 - Rate Transition
 - Виртуальных соединений



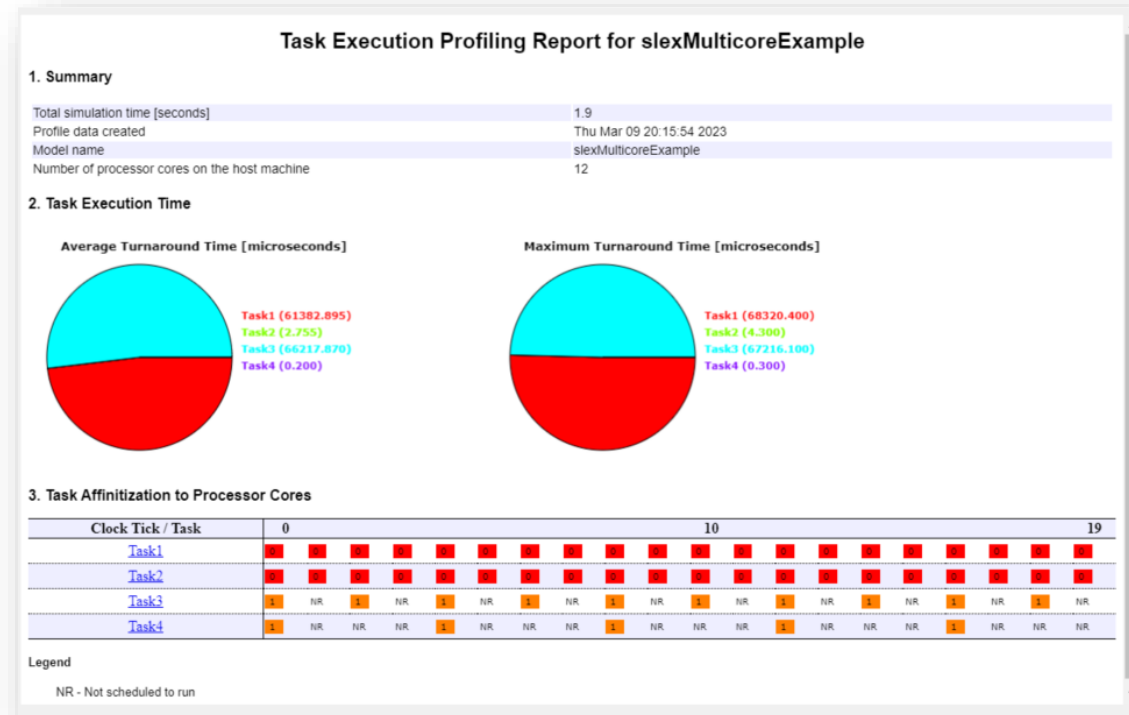
Настройка конфигурации

- Учесть необходимость использования решателей с **фиксированным шагом расчета (fixed-step solver)**;
- Активировать в окне конфигурации опцию **многозадачного** выполнения;
- Провести конфигурацию под **многоядерное** выполнение.

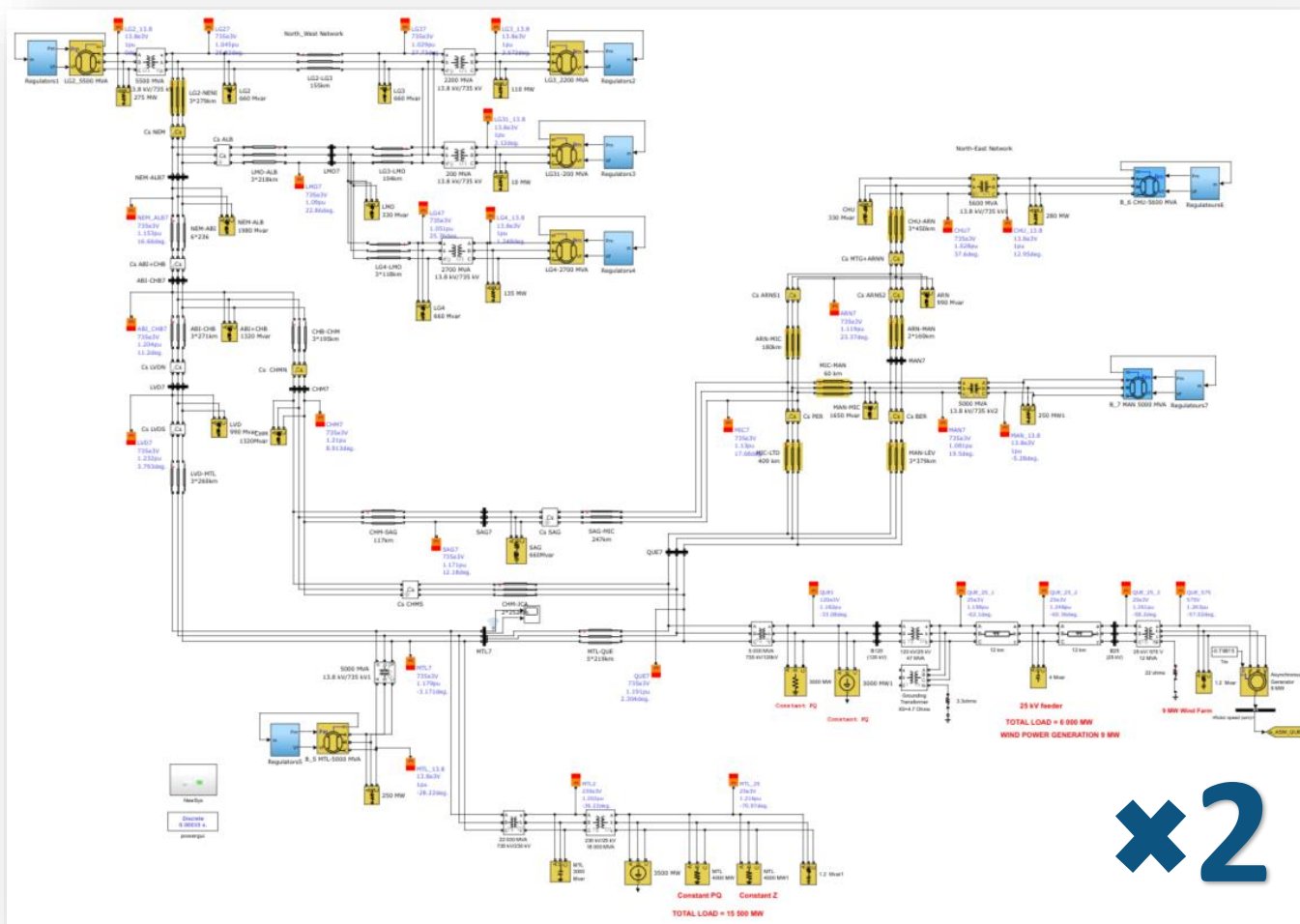


Генерация кода и профилирование

- Для **Linux** и **Windows** выбрать системный файл для генерации кода **ert.tlc** или **grt.tls**;
- Для **КПМ РИТМ** использовать **ritm.tlc**;
- С помощью пакета расширения **Simulink Coder** или **Embedded Coder**;
- Провести **профилирование кода** и оценить выполнение.



Запуск в реальном времени на КПМ РИТМ



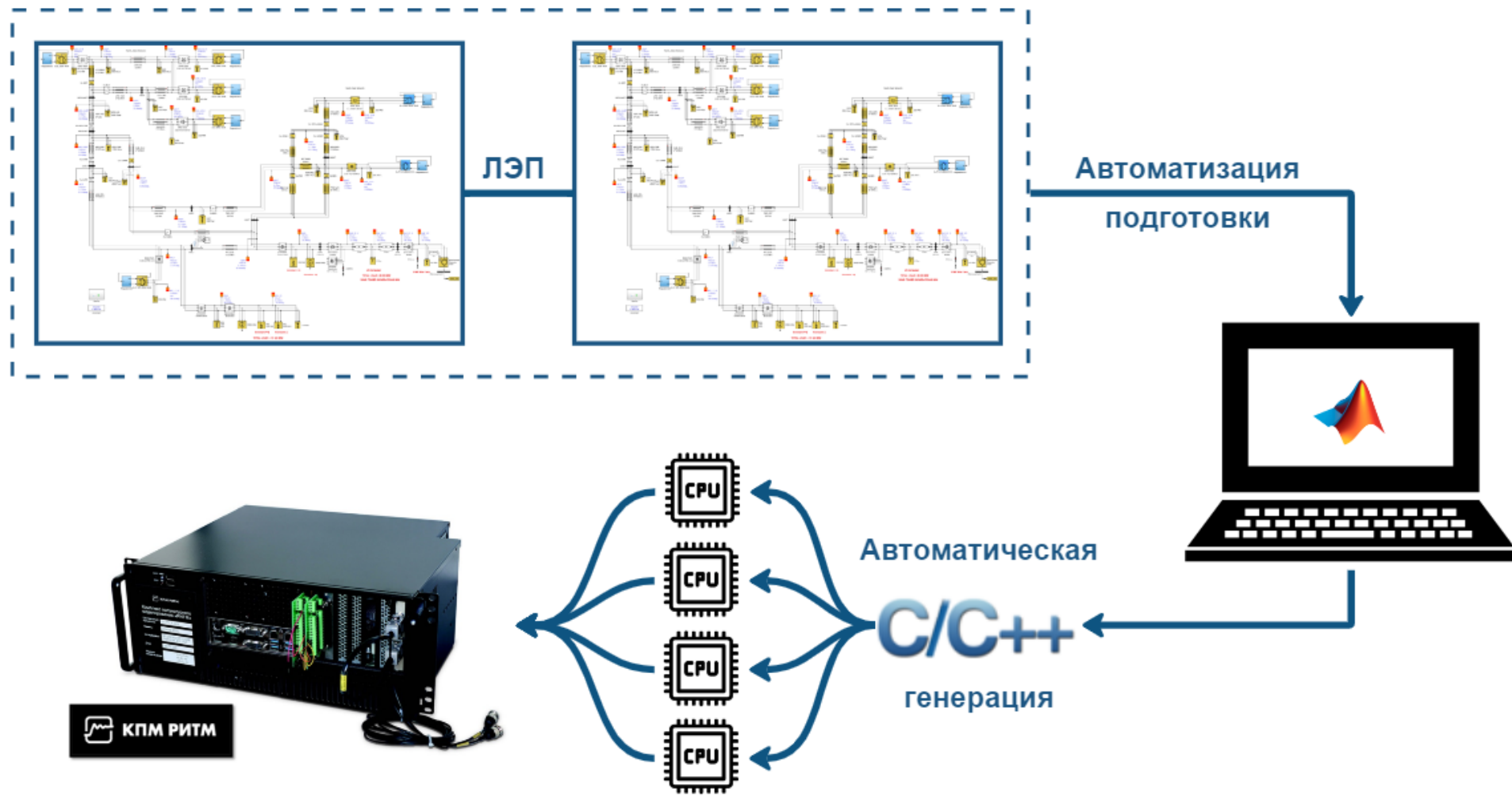
Модель «29-Bus, 7-Power Plant Network»

Расчет в мгновенных значениях.

Содержит в себе элементов:

- 258 однофазных узлов
- 14 синхронных генераторов с системами возбуждения и турбинами
- 2 асинхронных генератора

Запуск в реальном времени на КПМ РИТМ

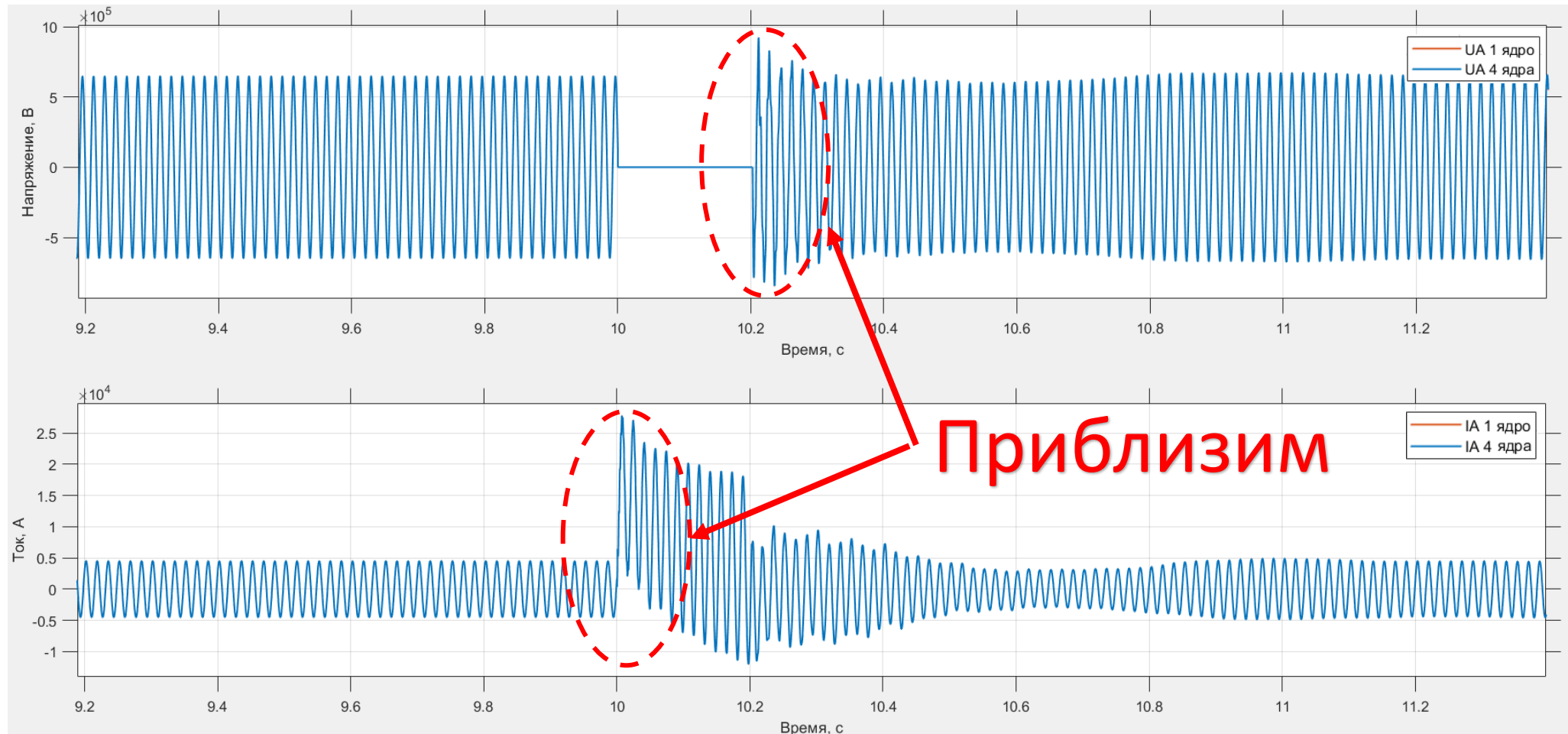


Результаты моделирования



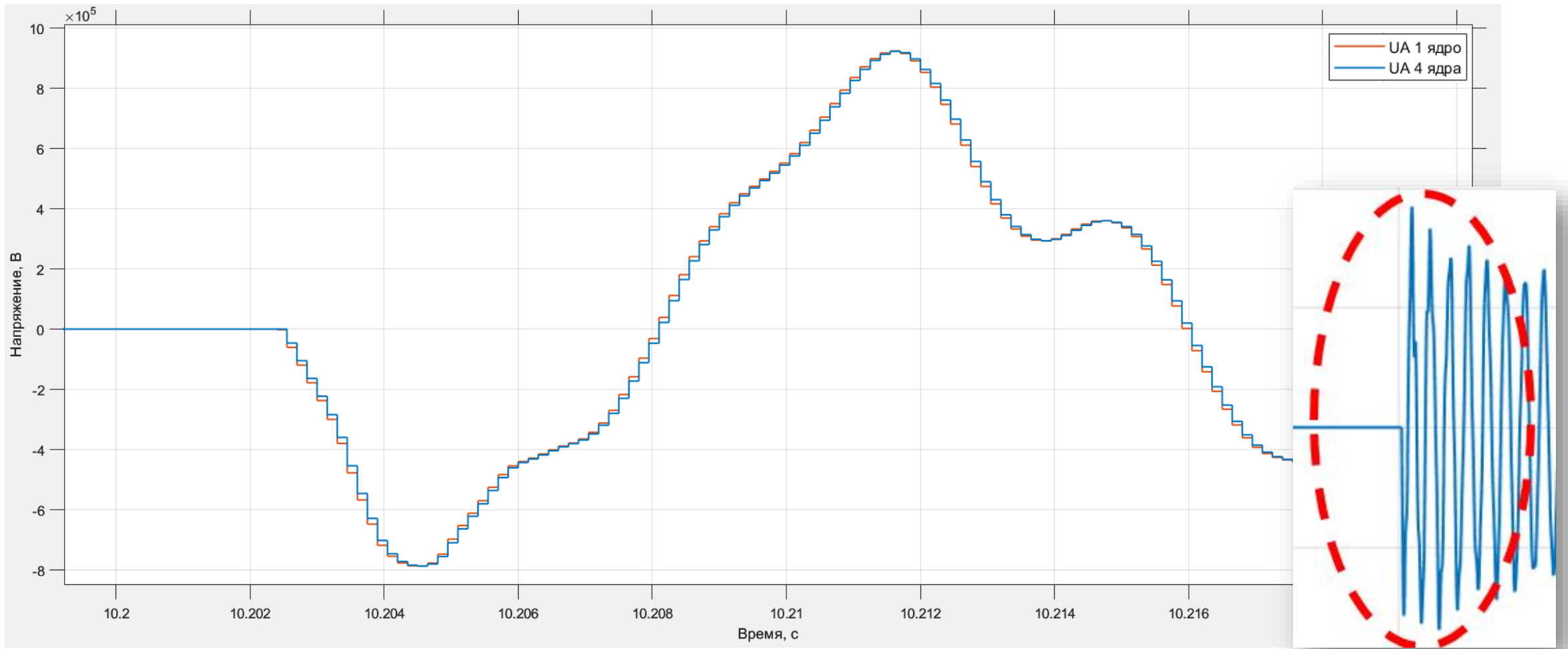
Системная информация о ходе моделирования

Сравнение результатов моделирования



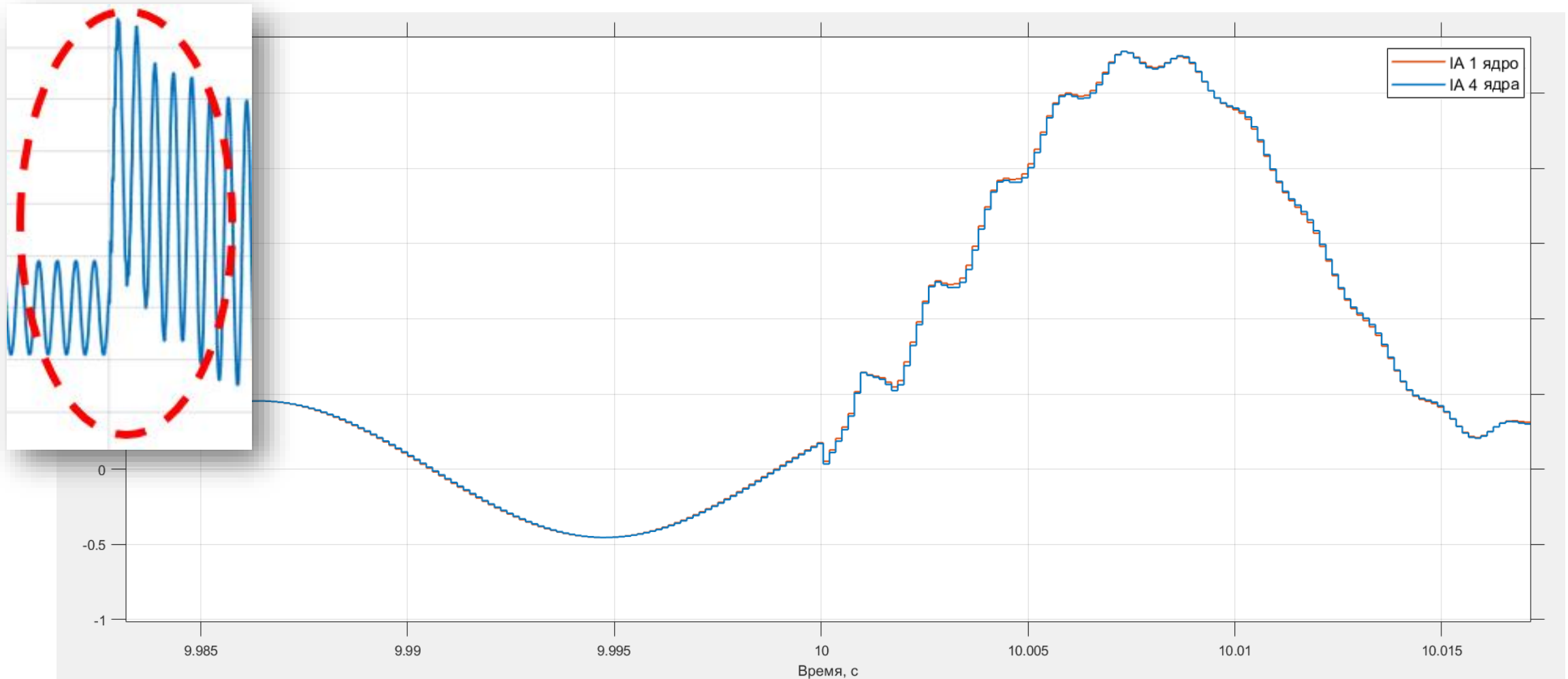
Наложение графиков напряжения и тока фазы A при единой модели и разбитой на ядра

Сравнение результатов моделирования



Наложение графиков напряжения фазы А при единой модели и разбитой на ядра

Сравнение результатов моделирования



Наложение графиков тока фазы А при единой модели и разбитой на ядра

Выводы

- Рассмотрели **базовые понятия и примеры** использования технологии многозадачного выполнения;
- Рассмотрели процесс подготовки имитационных моделей **энергосистем для многоядерного выполнения;**
- Запустили **большую модель энергосистемы** на параллельно **разных ядрах КПМ РИТМ**, а также рассмотрели возможности **программного управления моделями.**

tech@exponenta.ru
exponenta.ru



ЭКСПОНЕНТА
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МОДЕЛИРОВАНИЯ



@EXPONENTA_ENERGY

Спасибо за внимание!
Задавайте Ваши вопросы