

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

**ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ  
«ИСПЫТАНИЯ И РЕЖИМЫ  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ»**

Ю.В. Монаков  
П.А. Писарев А.  
М. Поляков П.В.  
Субботин

VIII всероссийская научно-методическая конференция  
КГЭУ 2018 г.

# Учебный полигон НИУ «МЭИ»

Применение учебно-исследовательских полигонов является эффективным решением как для подготовки студентов, так и для повышения квалификации инженеров или оперативного персонала.

В рамках инновационной программы национального проекта «Образование», на кафедре «Электрические станции» НИУ «МЭИ» был создан учебно-исследовательский полигон с современным электротехническим оборудованием

Полигон состоит из КРУ-10 кВ, ячейки КРУЭ-220 кВ, АСУ ЭТО на базе интеллектуальных электронных устройств.



Ячейка КРУ 10 кВ



Ячейка КРУЭ 220 кВ



Шкафы управления и защит лаборатории АСУ ЭТО

# Ограничения при использовании учебных полигонов

При всех очевидных достоинствах обучения с использованием современного силового электрооборудования имеется ряд недостатков:

- невозможность проведения экспериментов, связанных с изучением процессов в аварийных режимах;
- дороговизна оборудования;
- опасность проведения опытов на действующем оборудовании.

# Информационные технологии

**ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**



тренажеры

**ОБРАЗОВАНИЕ**



виртуальные  
лабораторные  
работы

# Преимущества виртуальных лабораторий

- ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОБУЧЕНИЯ;
- ДОСТУПНОСТЬ;
- ЛЕГКОСТЬ АКТУАЛИЗАЦИИ;
- ВОЗМОЖНОСТЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ.



# Процесс разработки виртуальных лабораторных работ

- 1) Определение тем лабораторных работ и выбор среды математического моделирования;
- 2) Разработка и верификация математических моделей электрооборудования, образующего виртуальную лабораторию в программном комплексе;
- 3) Разработка алгоритма выполнения лабораторных работ, в соответствии с действующими нормативно-техническими документами и разработка методических указаний для выполнения лабораторных работ.

# Темы лабораторных работ

- тепловые режимы работы трансформаторов;
- испытания асинхронных электродвигателей;
- моделирование полупроводниковых преобразователей;
- моделирование ШИМ инверторов;
- скалярное регулирование асинхронного электродвигателя;
- управление двигателем постоянного тока;
- режимы синхронного турбогенератора.

# Выбор среды моделирования

Среда моделирования, применяемая для разработки и проведения виртуальных лабораторных работ должна обладать следующими возможностями и отвечать требованиям:

- графическое моделирование;
- наличие библиотеки электротехнических элементов;
- открытость;
- возможность разработки графического интерфейса для систем управления и регулирования;
- возможность реализации алгоритмов управления;
- импортозамещение.

# Simulation in Technic

С учетом изложенных требований была выбрана среда динамического моделирования технических систем SimInTech.



**SimInTech**  
Simulation in technic



Чтобы выйти из полноэкранного режима, нажмите **F11**

Главная / Реестр / Среда динамического моделирования технических систем SimInTech

# Среда динамического моделирования технических систем SimInTech

## Сведения о правообладателях программного обеспечения

### российская коммерческая организация

Название организации	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ЗВ СЕРВИС"
ИНН	7726602103

## Сведения об исключительном праве

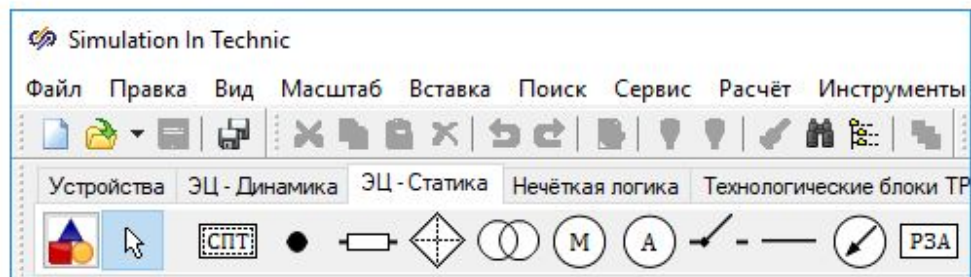
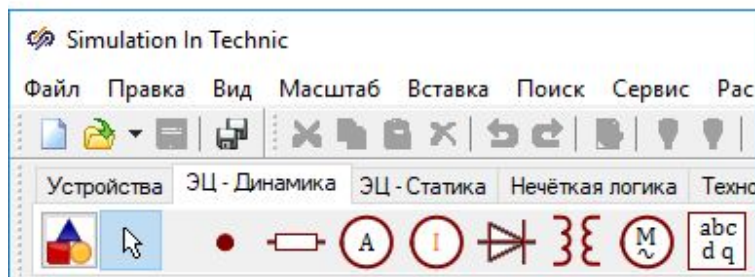
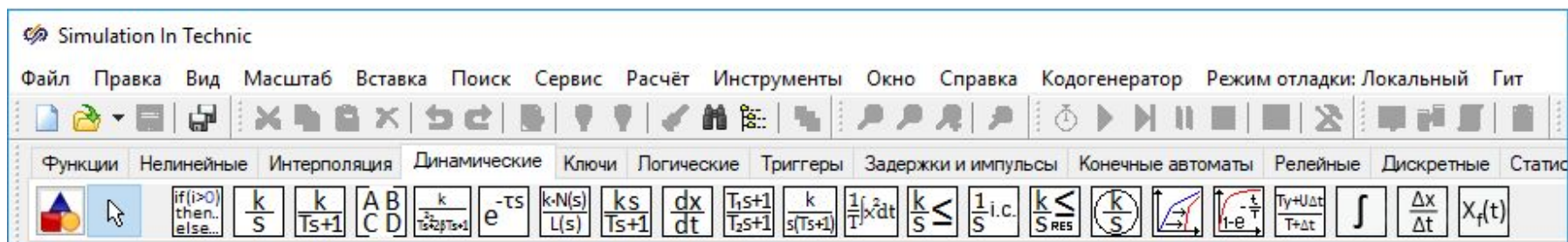
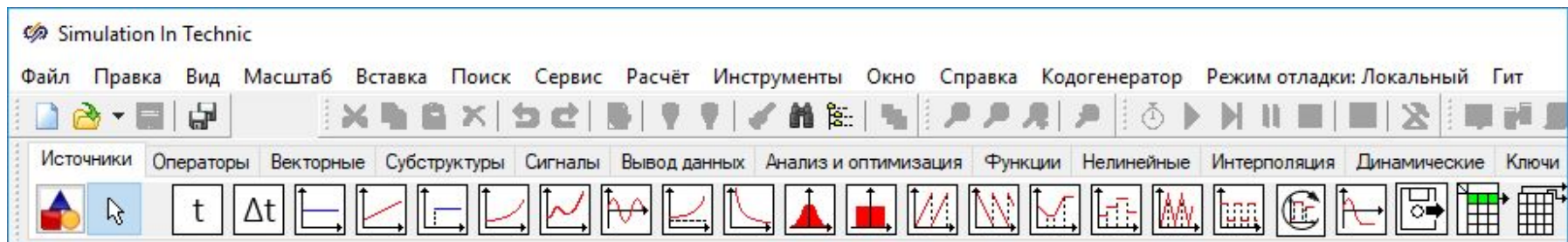
Собственная разработка (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2010617758 от 23.11.2010г.)

Класс ПО:  
Средства подготовки исполнимого кода,  
Среды разработки, тестирования и отладки,  
Информационные системы для решения специфических отраслевых задач,  
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением, Системы сбора, хранения, обработки, анализа, моделирования и визуализации массивов данных

Сайт производителя:  
<http://www.simintech.ru>

Дата регистрации:

Веб-страница «Единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных»

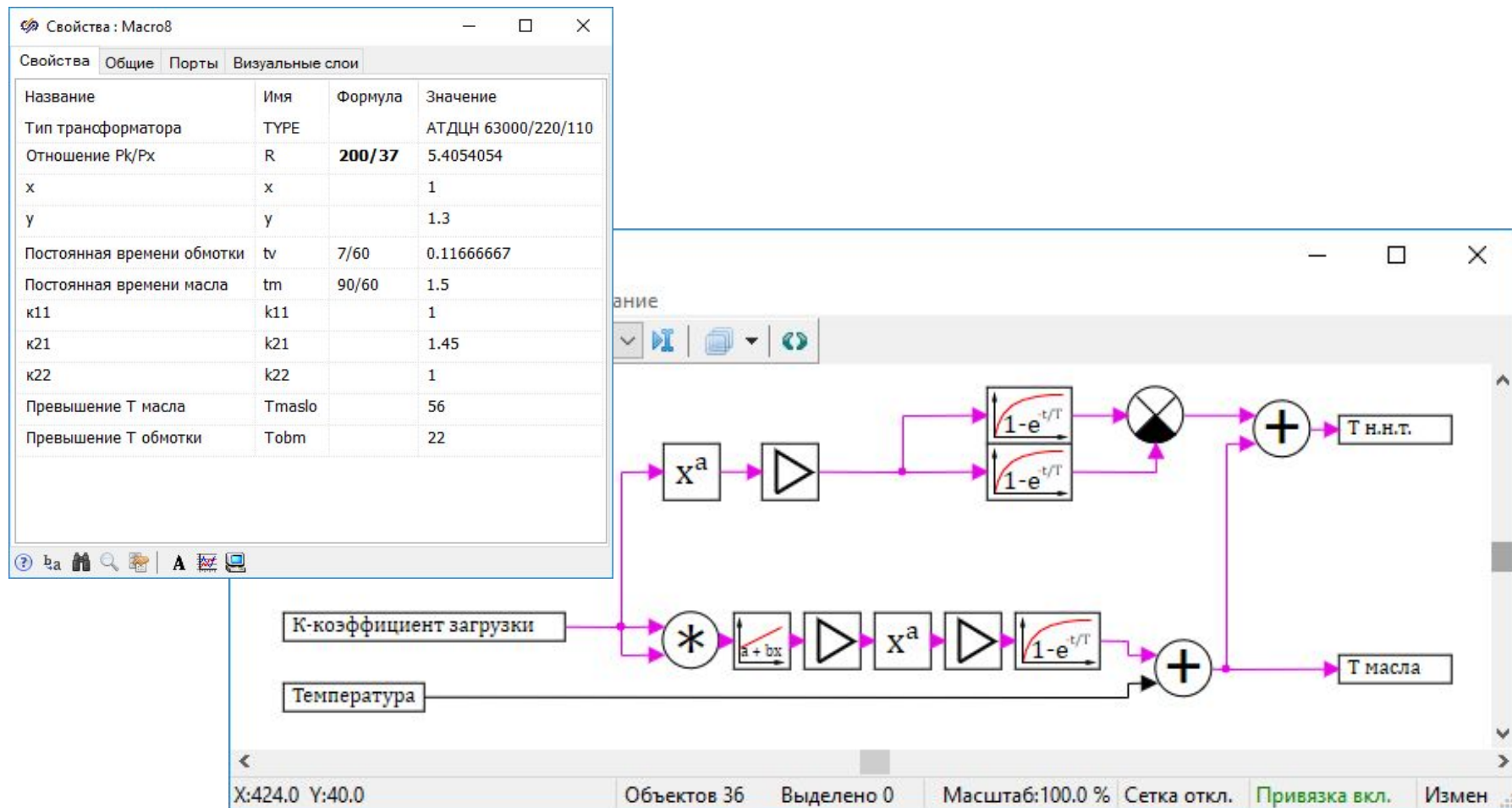


Фрагменты главного окна SimInTech с различными библиотеками элементов

# Модели разработанные в SimInTech

- расчет температуры наиболее нагретой точки и удельного расхода ресурса трансформатора;
- асинхронный электродвигатель с учетом вытеснения тока в обмотке ротора;
- системы скалярного управления асинхронным электродвигателем;
- полупроводниковые преобразователи с системами управления;
- синхронный генератор с системой возбуждения и автоматикой.

# Примеры лабораторных работ



Блок-схема и окно свойств модели расчета теплового режима трансформатора



# Примеры лабораторных работ

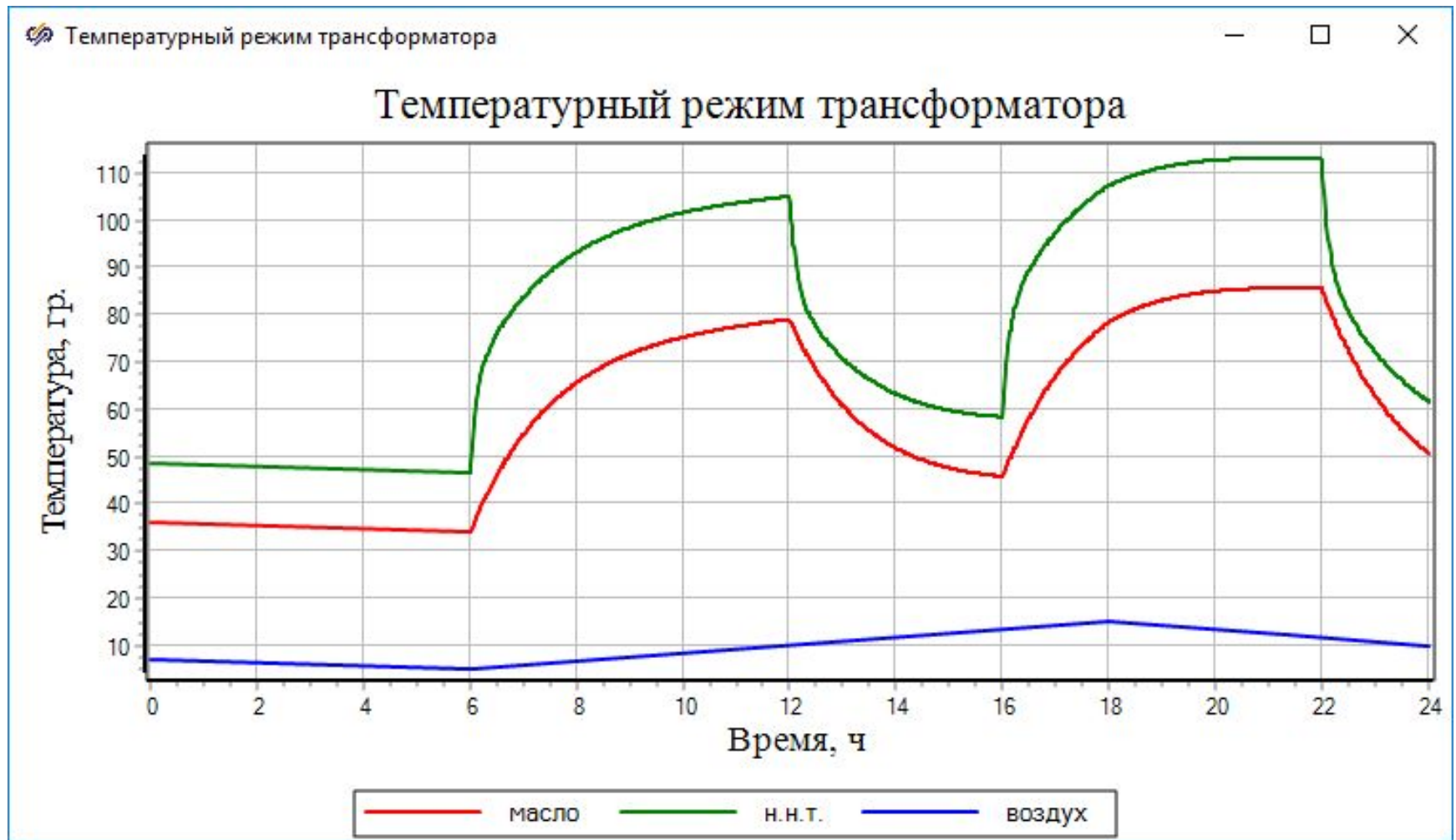


График температуры н.н.т., верхних слоев масла трансформатора и температуры окружающей среды

# Примеры лабораторных работ

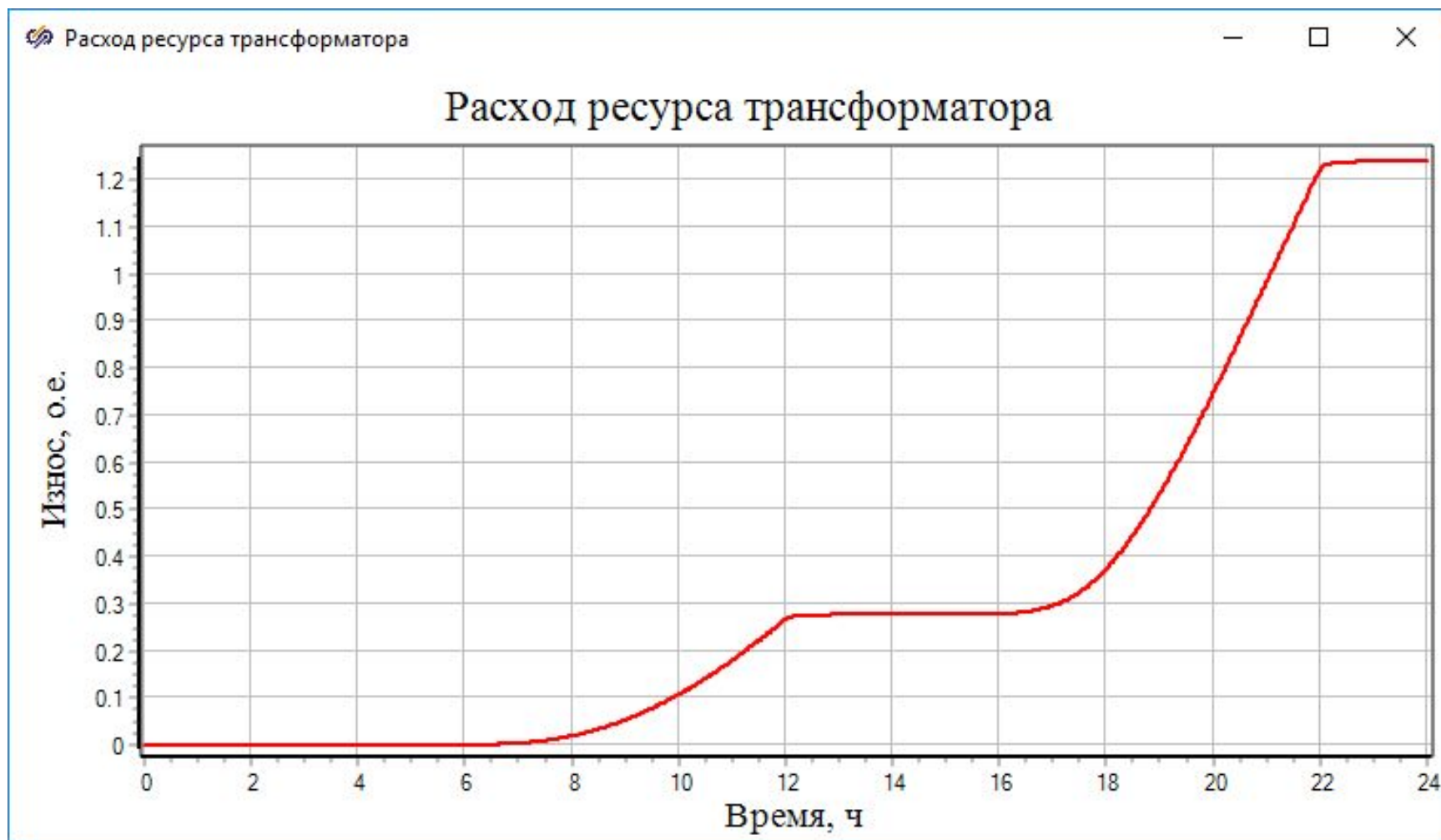
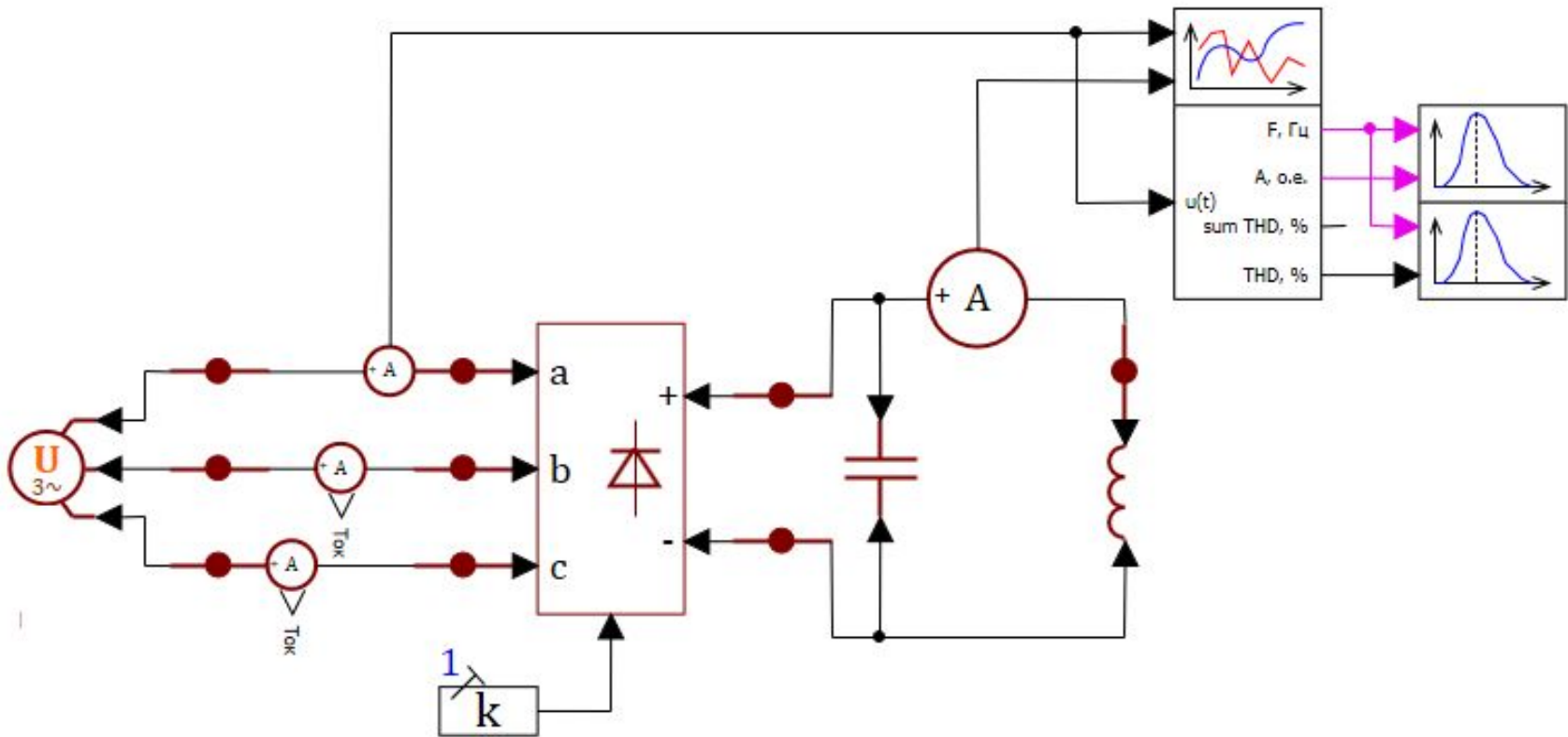


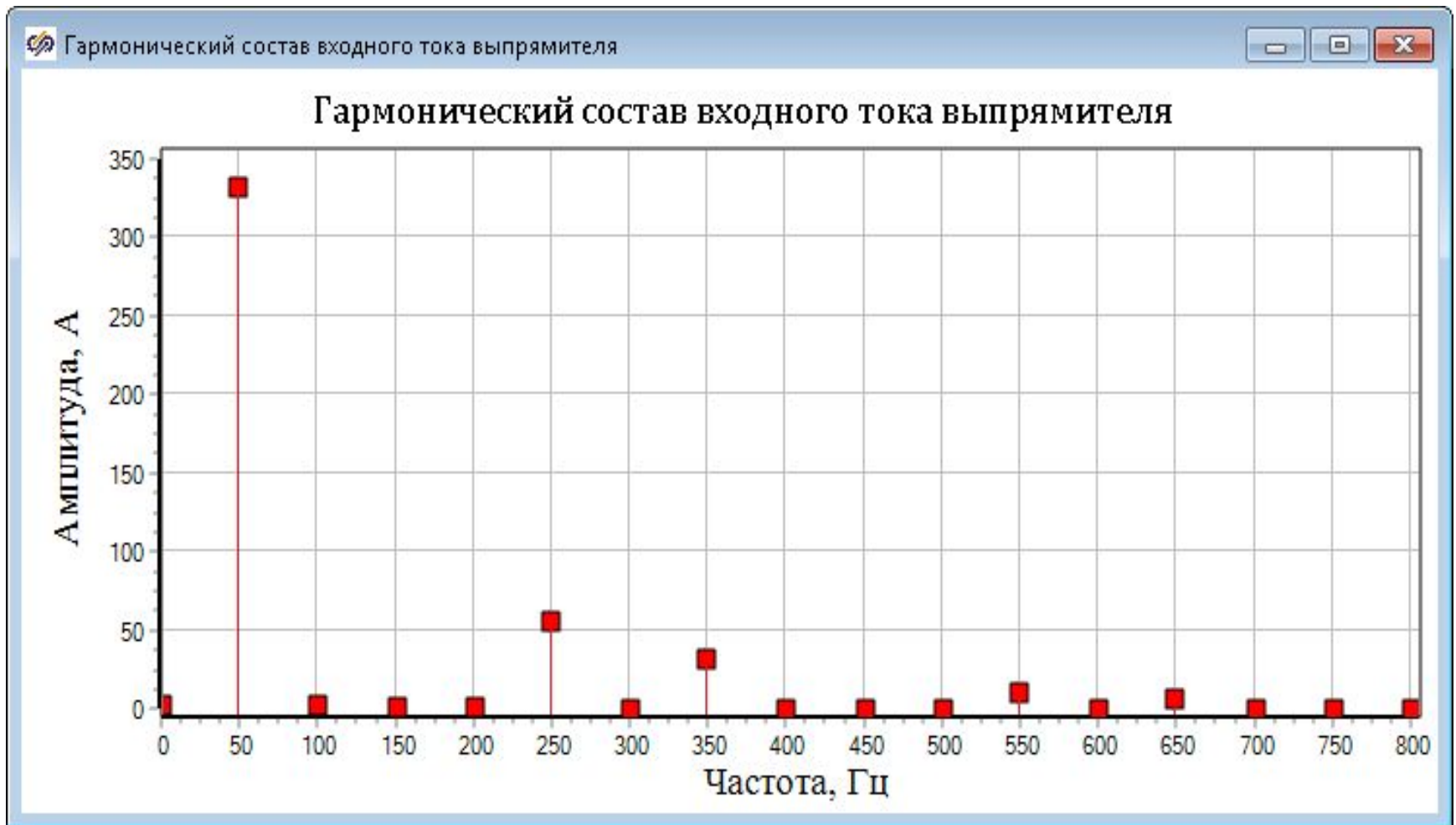
График расхода ресурса трансформатора

# Примеры лабораторных работ



Модель упрощенной схемы с трехфазным мостовым выпрямителем

# Примеры лабораторных работ



Пример результатов гармонического анализа входного тока выпрямителя

# Заключение

В ходе лабораторных работ студенты учатся:

- параметризовать модели электроустановок;
- собирать электрические схемы опытов, состоящих из источников питания, различных измерительных приборов и, непосредственно, моделей изучаемого оборудования;
- рассчитывать и анализировать электрические характеристики и режимы работы электроустановок;
- обрабатывать полученные экспериментальные данные.

**Спасибо за внимание!**