

## **СОЗДАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО УЧЕБНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АППАРАТОВ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

Годжелло А.Г., к.т.н., проф., Жаворонков М.А., к.т.н., доц., Калашникова А.В., Нечаев Д.Н.,  
Московский энергетический институт (Технический университет)

Россия, 111250, Москва, Красноказарменная улица, д. 14, МЭИ (ТУ), каф. "Электрические и электронные аппараты"  
тел. +7 (495) 362-78-35, e-mail: denechaev@mail.ru

*Дана робота присвячена розробці випробувального стенду по дослідженню апаратів низької напруги. Описані складові стенду і дослідження, що проводяться на ній. Даний проект реалізований на кафедрі "Електричні і Електронні апарати" Московського Енергетичного інституту (Технічного університету).*

*Данная работа посвящена разработке испытательного стенда по исследованию аппаратов низкого напряжения. Описаны составляющие стенда и исследования, проводимые на нем. Данный проект реализован на кафедре "Электрические и Электронные аппараты" Московского Энергетического института (Технического университета).*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Для эффективного изучения любой технической дисциплины, связанной с электротехническими устройствами, необходимо иметь в наличии реальные образцы изучаемых устройств. В связи с тем, что в результате прогресса устройства морально устаревают, желательно поддерживать лабораторную базу на должном уровне, т.е. оснащать более или менее актуальным оборудованием.

Также, как правило, в лаборатории подчас бывает сложно охватить достаточно много аспектов, необходимых для исследования и представить все опыты, которые следовало бы.

В наши дни все более широко стали использоваться компьютерные модели различных устройств. Компьютерные модели помогают решить в той или иной степени указанные выше проблемы. Компьютерные модели дают следующие преимущества:

- расширение образовательных возможностей;
- увеличение контингента обучаемых;
- углубление процесса информатизации системы образования;
- развитие возможностей внедрения информационных технологий;
- эффективность использования информационно-технической базы;
- снижение стоимости обучения.

Безусловно, эффективность изучения компьютерной модели ниже, чем изучения реального объекта. С другой стороны, студенту лучше изучать компьютерную модель современного оборудования, чем рассматривать давно не работающее и устаревшее оборудование в университетской лаборатории.

Но более рациональным решением проблемы эффективного обучения, должно являться совместное использование компьютерных моделей и реальных объектов в комплексе. Такое решение дает более широкие возможности по изучению оборудования и анализу получаемых данных.

На кафедре "Электрические и электронные аппараты" созданы комплекс виртуальных лабораторных работ (ВЛР) по изучению электрических аппаратов низкого напряжения и переносной испытательный стенд, предназначенный для исследования аппаратов низкого напряжения.

### **ВИРТУАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Любая виртуальная работа подразумевает наличие модели изучаемого устройства. Очевидно, что с методической точки зрения модель изучаемого устройства должна быть максимально подобна ее реальным прототипам, отражать как можно больше и реальнее свойства, характеристики и функции устройства.

Технология проектирования и построения виртуальной лабораторной работы состоит из следующих этапов:

- постановка задачи. Здесь определяются цель лабораторной работы, знания, умения и навыки, которые учащийся должен приобрести в процессе ее выполнения;
- разработка сценария, реализующего процесс выполнения лабораторной работы;
- разработка теоретического описания явления, которое исследуется в процессе выполнения лабораторной работы;
- разработка заданий, которые выполняются в процессе проведения лабораторной работы;
- разработка моделей и алгоритмов, описывающих исследуемое явление;
- разработка дизайна виртуальной лабораторной установки;
- программирование и отладка разработанных алгоритмов;
- разработка технической документации;
- опытная эксплуатация и доработка лабораторной работы по ее результатам.

Для создания комплекса работ был проведен анализ существующих языков программирования. HTML выбран как основной язык разметки. Простота и совместимость с HTML определили выбор языка JavaScript, как языка для написания сценариев лабораторных работ.

Элементы DHTML задействованы для повышения динамичности страниц. В частности для обновления осциллограмм, изменения конфигурации схем испытаний.

Также задействован один из элементов Active для создания и редактирования текстового файла. Создание такого файла позволяет сохранять данные, полученные в ходе выполнения лабораторных работ.

Виртуальный лабораторный комплекс, для изучения электрических и электронных аппаратов, представляет собой Интернет-сайт, доступ к которому может осуществляться через Интернет, локальную сеть или непосредственно с рабочей станции.

Комплекс лабораторных работ включает в себя виртуальные лабораторные работы:

- Автоматические выключатели.
- Контактор постоянного тока.
- Контактор переменного тока.
- Устройства защитного отключения.

Интернет технологии были выбраны за основу в связи с тем, что такое исполнение можно использовать при дистанционном обучении.

Для изучения автоматических выключателей было принято решение реализовать три опыта в соответствии с ГОСТ Р 50030.2–99, а именно: выдержка выключателей в течение часа при условных токах отключение и неотключения, снятие времятоковой характеристики, исследование селективной работы выключателей.

В основе созданных моделей лежат запрограммированные времятоковые характеристики модульных автоматических выключателей, представленные в техническом каталоге компании АВВ "System pro M".

Характеристики запрограммированы в численном виде и численные значения сведены в массив. Пользователь вводит сопротивление, по которому рассчитывается ток. Ток приводится к номинальному току выбранного выключателя. Так как количество элементов массива характеристики ограничено, то необходимо вычислять время при промежуточных значениях тока. Поэтому, по запрограммированной времятоковой характеристике вычисляется время срабатывания с применением метода линейной интерполяции. Причем вычисляются два времени срабатывания: по кривой холодного и горячего состояния.

Для исследования контакторов разработана схема, позволяющая исследовать динамические характеристики контактора постоянного тока. Реализован метод уменьшения времени срабатывания контактора и способ снижения установившегося значения тока управления.

В работе исследуются модели УЗО компании АВВ серии F360 с номинальным отключающим дифференциальным током  $I_{\Delta n} = 30$  мА. Для исследования УЗО создано три модели схем испытания. Опыты заключаются в исследовании поведения УЗО при протекании по нему условных токов повреждения различной формы.

#### АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ

На кафедре Электрических и электронных аппаратов сконструирован и собран переносной стенд по исследованию электрических аппаратов низкого напряжения.

Конструкция и техническое оснащение стенда позволяет исследовать довольно широкий спектр аппаратов низкого напряжения. Исследуется как стационарное оборудование предустановленное на испытательный стенд, так и аппараты, устанавливаемые на

DIN-рейку (автоматические выключатели, выключатели дифференциального тока (ВДТ) и др.).

Стационарное исследуемое оборудование включает в себя: контактор переменного тока с предустановленным тепловым реле К1, контактор переменного тока К2, контактор постоянного тока К3. в ходе исследования контактора К1 снимается времятоковая характеристика теплового реле, изучается конструкция магнитного пускателя и упрощенная схема пуска двигателя. При исследовании контактора К2 проверяются такие характеристики, как время срабатывания, время отпускания, напряжение срабатывания, напряжение отпускания. Исследование контактора К3 подразумевает проверку времен срабатывания и отпускания контактора постоянного тока при номинальном напряжении катушки управления.

Исследование автоматических выключателей сводится к пропуску по ним тока требуемой величины и фиксации времени срабатывания выключателя с помощью подключаемого таймера. Диапазон токов испытаний от 0 до 250А. Исследование ВДТ сводится к проверке порога срабатывания устройства, путем постепенного увеличения пропускаемого тока по одному из полюсов ВДТ. Этот ток имитирует ток замыкания на землю и тем самым проверяется значение отключающего дифференциального тока. Также проверяется исправность ВДТ нажатием кнопки "ТЕСТ".

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Электрические и электронные аппараты. Под ред. Ю.К. Розанова, М: Информэлектро, 2001. – 420 с.
- [2] ГОСТ Р 50030.2–99 (МЭК 60947-2–98). Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели.

*Поступила 07.09.2006*