

Подготовка кадров, пропаганда и обучение населения в области безопасности жизнедеятельности

УДК 372.862

doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2020.18.3.015

Лабораторный комплекс компьютерного моделирования процессов в электрических цепях

Ковель А.А. д. т. н., профессор; Грибанова О.О.

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Хорошо усваиваются знания,
поглощающиеся с аппетитом

А. Франс

Аннотация:

В статье излагается проблема проведения лабораторных работ по электротехнике традиционным способом. Рассмотрена модель «черного ящика» для восстановления физической картины процессов. Перечислены преимущества проведения исследований в виртуальном пространстве, когда объект исследования (ОИ), измерительные средства, воздействующие факторы и др. представлены математическими моделями, воплощенными на видеотерминале электрическими схемами, измерительными приборами, снабженными всеми функциями реальных ОИ. Представлен лабораторный компьютерный комплекс Сибирской пожарно-спасательной академии.

Ключевые слова: электротехника, виртуальная электротехника, лабораторная работа, моделирование, информационные технологии, лабораторный комплекс, интегрируемая нагрузка, электрическая цепь.

Laboratory complex of computer modeling processes in electrical circuits

*Kovel A.A. Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Engineering Sciences, Full Professor;
Gribanova O.O.*

FSBEE HE Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia

Abstract:

The article describes the problem of laboratory work in electrical engineering in the traditional way. A black box model for restoring the physical picture of processes is considered. The advantages of conducting research in virtual space when the object of study (OS), measuring tools, influencing factors, etc. are presented are mathematical models, electrical circuits embodied on the video terminal, and measuring instruments equipped with all the functions of real OS. The laboratory computer complex of the Siberian Fire and Rescue Academy is presented.

Key words: electrical engineering, virtual electrical engineering, laboratory work, modeling, information technology, laboratory complex, integrable load, electrical circuit.

Успешное усвоение теоретического курса обеспечивает комплекс лекционных занятий, практических и лабораторных работ (ЛР) (с учетом специфики курса).

Лабораторные работы – существенный элемент учебного процесса, в ходе которого курсанты сталкиваются с самостоятельной практической работой в конкретной области, закрепляющей и углубляющей теоретические знания.

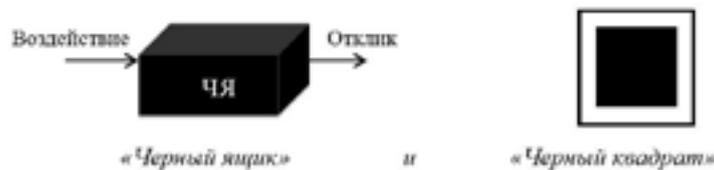
Для электротехники традиционным являлись ЛР, проводимые на простых макетах, фрагментах электрических систем, функциональных узлов, позволяющих локально воспроизводить фрагменты сложных систем, процессов, проходящих в электрических цепях (ЭЦ). Достоинством подхода являлось первое знакомство с реальным «железом» (макеты), измерительной техникой, технологией экспериментирования, методами обработки результатов и исследований, требованиями техники безопасности и другими деталями [1,2].

Развитие науки, технологий, техники эксперимента, измерительно-вычислительных средств, математизация технических наук изменяют технологию экспериментальных исследований, что не могло не задеть вузовскую лабораторную практику, сохранив многие наработанные достоинства. Расширение номенклатуры решаемых задач, методов экспериментирования не позволяет бесконечно наращивать количество макетов и измерительных средств, разнообразие ЛР, а также время проведения исследований, обработки и анализа результатов [3].

В тоже время функции и процессы неуклонно мигрируют в микро и нано пространства, а элементы, реализующие эти процессы, претерпевают интегрирование и пространственно-конструктивную минимизацию, и специалисту – «потребителю» уже трудно выходить на отдельные элементы (резисторы, конденсаторы, транзисторы и др.). Они объединяются в компактную микроструктуру, конгломерат, реализующий в электронном виде некоторую функцию или организующий некоторый процесс. А прежние задачи, подлежавшие исследованию, становятся фрагментами сложных информационных потоков. Поэтому исследователю чаще приходится обращаться к объекту исследования (ОИ), который может быть представлен моделью черного ящика («ЧЯ»). Исследователь, общаясь с «ЧЯ», воздействуя на него набором испытательных средств (вопросов-факторов), по результатам откликов на эти воздействия восстанавливает физическую картину процессов, строит различные модели «нутра» «ЧЯ», по своему содержанию зависящие от целей, которые в каждом случае ставит исследователь.

В этой ситуации «черный ящик» эквивалентен «черному квадрату», скрывающему все тайны и загадки объективного мира. «Черный ящик» – не конкретика, а обобщение.

Поэтому и ЛР уходят от реальных физических объектов к компьютерным моделям ОИ, превращаясь в виртуальную реализацию процесса исследования. Именно такие возможности представляет лабораторный компьютерный комплекс (ЛРКК) Академии.



Публикации широко освещают современные позиции практиков о месте и путях реализации ЛР в технических вузах. Прослеживается три явных направления:

- проведение ЛР на устройствах, макетах, максимально приближенных к реальным установкам для погружения обучающихся при изучении соответствующих предметов в реальную производственную среду;
- компьютерная реализация реальных процессов и измерений;
- сочетание (симбиоз) элементов реальных устройств и компьютерных функциональных и измерительных элементов [4,5].

В большинстве случаев выбор диктует наличие в вузах тех или иных устройств и технологий, которые дорабатывают и модернизируют по мере совершенствования и изменения соответствующих курсов. А ограничения в средствах на обновление парка лабораторных устройств вынуждают отстаивать тот или иной вариант.

Виртуальный эксперимент, виртуальная лаборатория актуальны для разных направлений приобретения знаний, формирования вопросов на пути познания закономерностей в различных предметных областях и подготовки специалистов к будущей профессии – к постановке реальных экспериментов и проведению реальных исследований. Современное разнообразие объектов исследований бесконечно, и виртуальные средства аккумулируют это разнообразие в математических моделях процессов и явлений и, не являясь затратными, как реальное оборудование, представляют его адекватное отражение, приоткрывающее будущему специалисту эффективные каналы в мир будущей профессии.

Специфике и проблемам этого направления посвящены ряд исследований и публикаций [6,10,11,12]. Специалисты Академии также вовлечены в этот процесс.

Вызывает интерес позиция, изложенная в диссертации (ктн) Сапрыкина И.И. «Исследование виртуальных технологий лабораторного эксперимента в повышении эффективности обучения в вузах МЧС России» (СПб университет МВД РФ).

Автор отмечает, что все поиски, дискуссии и предложения направлены на повышение качества и конкурентоспособности отечественного образования [6]. В то же время образование в вузах МЧС РФ характеризуется расширением электронных технологий (интернет, учебно-мультимедийные материалы, виртуальные ЛР) – информатизация образования.

Но общую ситуацию с информатизацией образования автор считает неудовлетворительной:

- недостаточная практическая направленность на освоение современных информационных технологий;
- отсутствие у обучающихся навыков использования современной измерительной техники;
- слабое проявление самостоятельности обучающихся при усвоении знаний [6].

А одна из актуальных задач – внедрение в учебный процесс вузов МЧС РФ современных технологий проведения ЛР.

В то же время выпускники вузов МЧС в своей служебной практике встречаются с большим разнообразием оборудования, и применение реальных устройств или их фрагментов в практике ЛР очень проблематично. Обучающихся необходимо ориентировать на приобретение навыков измерения различных электрических параметров (курс электротехники и электроники) и умение оценивать их возможные экстремальные значения (токи, напряжения, мощности и др.) и возможные последствия. В этом случае компьютерная реализация ЛР – один из реальных вариантов.

Такие ЛР позволяют проверить на практике полученные теоретические знания, приобрести навыки подготовки и выполнения работ (разработка плана эксперимента, выбор необходимых измерительных средств, обработка полученных экспериментальных данных, анализ источников погрешностей и их оценка, др.).

К выводу о предпочтении компьютерного моделирования при выполнении ЛР склоняют тенденции развития и совершенствования лабораторного оборудования, методов накопления, обработки и хранения экспериментальных данных; возможность проводить исследования по сложным алгоритмам (изменение входных воздействий, перестройка объема исследования в процессе эксперимента; изменение параметров объекта исследования и др.). ЭВМ или микроконтроллеры в составе лабораторных комплексов расширяют возможности последних по увеличению быстродействия, точности измерений, сохранения результатов в ЗУ и представления их в различной форме (графики, диаграммы, факторограммы и др.) [7,9].

При использовании минимального состава оборудования возможно групповое выполнение ЛР на нескольких рабочих местах, а в перспективе – и дистанционное введение в лабораторный комплекс научного и производственного оборудования. Это непросто, но более реально, чем оснащение вузовских лабораторий таким оборудованием.

ЛРКК по электротехнике, которым располагает Академия, – реализация некоторых возможностей компьютерного моделирования процессов ЭЦ.

Лабораторный комплекс начинается с простых R-C, R-L неразветвленных ЭЦ, которые позволяют исследовать прохождение через них гармонических колебаний и влияние элементов ЭЦ (R, L, C) на этот процесс, а также те последствия, которые обусловлены элементами ЭЦ (сдвиг фаз, распределение напряжения и др.). Исследователи имеют возможность убедиться, что теоретические положения (закон Ома, правила Кирхгофа и др.) действительно «работают» в реальных ЭЦ.

Важной особенностью комплекса является то обстоятельство, что одни и те же наборы элементов в одних и тех же схемах используются для исследования различных процессов: распределения напряжения, фазовые сдвиги, резонансные явления, негармонические периодические воздействия, переходные процессы и др. Таким образом формируется понимание, что даже в простых ЭЦ в зависимости от характера воздействия возникают непростые явления, которые могут быть чреваты аварийными последствиями (резонансные явления, переходные процессы и др.).



Структурная схема ЛРКК.



Рис.1. Блок питания и интегрированная нагрузка

ПК – персональный компьютер;
ИН – интегрированная нагрузка

ЛРКК включает подсистемы:

- управляющая;
- объекты исследования;
- сбор и передача данных;
- измерения;
- формирование отчета.

Управляющая подсистема позволяет просматривать описание (конфигурацию) ОИ и порядок выполнения ЛР, навигацию по ЛР. Подсистема использует браузер Microsoft Internet Explorer с добавлением некоторых функций. Запуск той или иной функции происходит по щелчку мыши соответствующей кнопкой на панели инструментов. К функциям ЛРКК относятся: переход на страницу оглавления, запуск виртуальных инструментов, запуск менеджера работы с отчетами, печать страницы, получение справки и выход из программы.

ИН – комплекс фрагментов электрических схем, достаточных для углубления понимания теоретического курса электротехники для специалистов-электротехников и является этапом перехода от визуализации процессов в ЭЦ к реальным ЭЦ.

Подсистема сбора и передачи данных выполнена на базе фирменных плат ввода-вывода (L-761 фирмы L-Card).

Подсистема измерений реализована в форме программируемых виртуальных приборов и включает управляющий модуль, многоканальный вольтметр, генератор сигналов, коммутатор, осциллограф, анализатор спектра.

На дисплее отображаются, кроме конфигурации ОИ, передние панели виртуальных приборов, настройка и регулировка которых выполняется виртуальными органами управления мышью либо клавиатурой. Клавиатура также позволяет вводить значения варьируемых параметров непосредственно на управляющей панели. Клавиатура выполняет вспомогательную роль, позволяя вводить значения регулируемых параметров непосредственно на цифровые панели.

Каждая ЛР содержит задание на предварительный расчет, программу исследований, контрольные вопросы по содержанию ЛР. Необходимость выделить некоторые аспекты работы, исключить несущественные стороны и другие детали позволяют преподавателю расширить круг вопросов и новых расчетов перед началом или в ходе ЛР.

ЛРКК предоставляет исследователю следующий набор ОИ:

- линейные цепи переменного тока;
- резонансные цепи (напряжения и тока);

- линейные цепи при периодических негармоничных воздействиях;
- совокупность устройств и ЭЦ для спектральных исследований;
- колебательные контуры в режимах переходных процессов.

Учитывая, что в каждой ЛР возможно выбирать варианты нагрузок (R , L , C) или их сочетания, величины номиналов нагрузок, возможности ЛРКК многократно перекрывают плановые нормативы курса электротехники, выделенные для ЛР, что позволяет использовать вариативные возможности ЛРКК для проведения курсантами исследовательских работ.

Например, ЛРКК дает возможность исследовать ЭЦ по методологии математического планирования эксперимента (МПЭ), варьируя ряд воздействий на фрагменты ЭЦ (величину и частоту входного сигнала, номиналы элементов и др.), и по результатам ЛР восстановить математическую модель (ММ) ОИ или исследуемого процесса.

Таким образом, ЛРКК обладает значительным учебным и исследовательским потенциалом для введения курсантов в процесс овладения современными методами и средствами проведения экспериментальных работ и решения инженерных задач, а так как это происходит в виртуальном пространстве с привлечением ММ и компьютерных технологий, можно надеяться, что все связанное с этим будет поглощаться с аппетитом.

Литература

1. Витков М.Г., Смирнов Н.И. Основы теории цепей. Лабораторный практикум – М.: Радиосвязь, 2001.
2. Алехин В.А. Миниатюрная электротехническая лаборатория. Методические указания по выполнению лабораторных работ. – М.: МИРЭА, 2013.
3. Бутырина П.А., Васьковская Т.А. и др. Автоматизация физических исследований и эксперимента: Компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе Lab VIEW7. Учебное пособие для вузов. – М.: ДМК Пресс, 2005.
4. Алиев И.И. Виртуальная электротехника. Компьютерные технологии в электротехнике и электронике. – М.: Радио Софт, 2003.
5. Кошелев А.В., Матуско В.Н. Сборник описаний лабораторных работ по электротехнике и электронике. – Новосиб., СГГА, 2008.
6. Сапрыкин И.И. Исследование виртуальных технологий лабораторного эксперимента в повышении эффективности обучения в вузах МЧС России. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – СПб, 2009.
7. Автоматизированный лабораторный практикум по электротехнике и электронике. Железногорск: СПСА, 2015.
8. Рынкевич Л.Т. и др., Лекционные, семинарские, практические и лабораторные занятия, подготовка к ним. Белгород: БГТУ, 2005.
9. Драйден Г., Вос Д., Революция в обучении. М.: «ПАРВИНЭ», 2003.
10. Дроздов В.А., Дроздова Е.В. Виртуальный лабораторный практикум как одна из эффективных форм урока в инновационной школе: сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Организация довузовской подготовки в условиях проведения Единого государственного экзамена». Омск, 2012.
11. Матлин А.О., Фоменков С.А. Методика построения виртуальной лабораторной работы с помощью автоматизированной системы создания интерактивных тренажеров //Известия Волгоградского государственного технического университета. 2012. № 12.
12. Артюхова И.В. Учебная лаборатория как современная форма организации учебной деятельности в экономическом вузе //Креативная экономика. 2019, №12.