

УДК 378.147:621.3

Е.Б. Башук, Г.Ф. Косова, А.М. Косова

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г.Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Анализируются особенности технологии обучения электротехническим дисциплинам студентов неэлектротехнических специальностей в современных условиях.

Современное общество существует в условиях интенсивного использования научных и технических знаний, как в производственной, так и в непроизводственной среде. Создаются компьютерные инструменты использования научных достижений в виде интегрированных компьютерных технологий. С другой стороны то же общество нуждается в специалистах, способных использовать накопленные знания при создании новой техники. В связи с этим меняются технологии обучения, которые формируют умения и навыки, обеспечивающие получение практических результатов в различных отраслях профессиональной деятельности.

Тема формирования личности будущего ученого, специалиста высокой квалификации является актуальной составляющей исследований государственных образовательных структур, преподавателей высших учебных заведений ряда стран, темой международной научно-практических конференций [1].

В настоящее время ведется серьезная работа по совершенствованию образовательно-профессиональных программ обучения и учебных планов всех образовательно-квалификационных уровней подготовки специалистов высшего образования. В них вводятся элементы стандартов наиболее передовых глобальных систем образования.

В области подготовки по фундаментальным дисциплинам, к которым относятся чаще всего электротехнические дисциплины для студентов неэлектротехнических специальностей, наблюдается снижение объема аудиторных часов на изучение дисциплины. Уменьшается количество видов занятий. Например, исчезают практические занятия, растет объем самостоятельной работы, меняются её виды. Все это делает актуальным совершенствование технологий обучения, выбор круга рассматриваемых задач и проблем, обеспечение простоты и доходчивости изложения основных вопросов, совмещения теоретических знаний и практических умений и навыков.

Авторы поставили перед собой задачу ввести в технологию обучения изменения, использующие современные компьютерные средства и

технологии, которые позволяют изучать дисциплину с помощью компьютерных учебников, компьютерных методических рекомендаций и пособий по проведению лабораторных работ в виртуальной среде, по выполнению индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов.

Многие существующие хорошие учебники не подходят для курсов электротехнических дисциплин, изучаемых студентами неэлектротехнических направлений. Они либо перегружены подробностями, либо собраны из неравномерно составленных частей, имеют слабую практическую основу и не совмещают прагматизм теоретиков и точку зрения инженеров-практиков. Наиболее близка к идее авторов монография [2], однако она написана для специалистов в области электроники. Подобный подход позволяет осуществить ряд принципиально новых дидактических примов [3,4]. Их положительные особенности состоят в следующем:

- введение нескольких уровней сложности изучаемого материала, что позволяет без проблем решать вопрос дифференцированного обучения студентов с разным уровнем подготовки;
- использование интерактивных средств контроля знаний;
- увеличение объема информации, достаточной для усвоения за счет средств визуализации;
- обеспечение студентов информационно-справочной литературой, копирование которой возможно не требует в компьютерной среде значительных финансовых средств.

Авторы являются ведущими преподавателями по электротехническим дисциплинам по направлениям: 6.0708 – Экология, 6.0909 – Приборы, 6.0902 – Инженерная механика. Эти дисциплины в соответствии с современными учебными планами изучаются при получении базового высшего образования по названным направлениям. Аудиторная нагрузка состоит из лекций, лабораторных и практических занятий. Наряду с самостоятельной подготовкой к этим видам занятий студенты выполняют расчетно-графические задания и контрольные работы. Обучение производится как по дневной, так и по заочной форме.

Вместе с традиционными методами проведения лекционных, практических и лабораторных занятий для интенсификации и повышения качества учебного процесса применяются технологии обучения, использующие современные компьютерные средства и интегрированные пакеты компьютерных программ. Они обладают стандартным, интуитивно понятным интерфейсом и обширными возможностями, требуют минимум времени для их освоения, приучают студентов к самостоятельной работе и позволяют не только получить представление о современных средствах разработки

электронных устройств, но и развить творческий потенциал. Современные технологии обучения должны решать основные проблемы профессионального образования:

- давать знания;
- формировать умения;
- развивать творческий потенциал.

Решение проблемы эффективности лекций состоит в изложении теории электротехники в форме, которая основана на основных законах и включает большое количество правил, методов и приемов и является полезной будущему разработчику, практику или преподавателю электротехники, с использованием средств визуальной поддержки. Наиболее полезной является форма электронного учебника, используемого в ходе лекции и позволяющего увеличить пропускную способность системы подачи знаний. Работа в этом направлении активно ведется. Содержание и форма учебника открыты для совершенствования, обновления, применения новых достижений компьютерной техники, т.е. представляет собой постоянно совершенствующийся объект.

Вторая проблема – формирование умений – решается в течение всего времени обучения. Для формирования умений каждый студент должен иметь индивидуальную творческую задачу и соответствующие условия для ее решения. Так, авторами разработан комплекс реальных и виртуальных лабораторных работ. Остановимся на особенностях последних. Эти лабораторные работы используют виртуальные элементы электротехнических цепей и виртуальные измерительные приборы. Все они имеют внешний вид, органы управления, полностью имитирующие реальные прототипы. Примером является пакет ELECTRONICS WORKBENCH (EWB) фирмы INTERACTIVE IMAGE TECHNOLOGIES LTD (CANADA).

Лабораторные работы сопровождаются методическими указаниями в электронной форме. Аудитории для проведения лабораторных работ представляют собой локальные сети, которые содержат компьютерную базу методического обеспечения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов.

При выполнении лабораторных работ студенты получают навыки в описании принципиальных схем, номенклатуры электрических элементов. Учатся собирать схемы с помощью соединительных проводов, тестировать схемы (проводить проверку правильности выбора параметров, точности соединений, устранять обрывы, короткие замыкания). Такая технология обучения улучшает понимание изучаемых физических явлений, повышает эффективность использования времени обучения, как студента, так и преподавателя.

Примером может служить фрагмент методического указания лабораторной работы по исследованию свойств линейных цепей:

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Свойство наложения. При наличии в схеме источников э.д.с. и источников тока, ток в любой ветви равен сумме токов, протекающих в этой ветви под действием каждого источника э.д.с. и тока в отдельности.

Свойство взаимности. Если единственный в схеме источник э.д.с., включенный, например, в k -ю ветвь приводит к возникновению тока (напряжения) в i -й ветви, то тот же источник э.д.с., включенный в i -ю ветвь создает в k -й ветви тот же ток (напряжение).

Свойство линейности. При изменении эдс (тока) источника или сопротивления в одной ветви справедливы линейные соотношения между токами и напряжениями любых ветвей:

$$I_k = a + b \cdot I_n,$$

$$I_k = a_1 + b_1 \cdot U_n,$$

$$U_k = a_2 + b_2 \cdot I_n,$$

$$U_k = a_3 + b_3 \cdot U_n.$$

где a, b – коэффициенты; I_k, I_n, U_n, U_k – токи и напряжения ветвей с номерами k, n .

Теорема компенсации. Ток в электрической цепи не изменится, если сопротивление пассивного элемента в ней заменить источником э.д.с., величина э.д.с. которого равна напряжению на этом элементе, и направлена навстречу току в нем.

Теорема об эквивалентном источнике напряжения (Теорема Гельмгольца-Тевенина). Активный двухполюсник по отношению к рассматриваемой ветви можно заменить эквивалентным источником напряжения, э.д.с. которого равна напряжению холостого хода на зажимах этой ветви, а внутреннее сопротивление – входному сопротивлению пассивного двухполюсника, в котором источники энергии заменены их внутренними сопротивлениями.

Теорема об эквивалентном источнике тока (Теорема Нортон). Активный двухполюсник по отношению к рассматриваемой ветви можно заменить эквивалентным источником тока, ток которого равен току в этой ветви, замкнутой накоротко, а внутренняя проводимость источника – входной проводимости пассивного двухполюсника, в котором источники энергии заменены их внутренними сопротивлениями.

БАЗОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ:

Соединяющий узел. Применяется для соединения проводников (не более четырех) и создания контрольных точек. После сборки схемы можно вставить дополнительные узлы соединения проводников.

Заземление. Имеет нулевое напряжение и обеспечивает исходную точку для отсчета потенциалов.

Источник постоянного напряжения. ЭДС источника (батареи) измеряется в вольтах. Короткой чертой в изображении батареи обозначается вывод, имеющий отрицательный потенциал по отношению к другому выводу. Батарея в EWB имеет внутреннее сопротивление, равное нулю, ее выходное напряжение не зависит от нагрузки.

Источник постоянного тока. Ток источника измеряется в амперах. Источник тока имеет бесконечно большое внутреннее сопротивление (идеальный), поэтому его ток не зависит от сопротивления нагрузки. Стрелка указывает направление тока (от "+" к "-").

Резистор. Сопротивление резистора измеряется в Омах.

Измерительные приборы

Все виды анализа в EWB осуществляются с помощью элементов панели инструментов ***Instruments*** и с помощью приборов в поле индикаторов ***Indicators***. В работе необходимы ***амперметр, вольтметр и мультиметр***, настроенный на измерение сопротивления.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Запустите EWB.
2. Подготовьте новый файл в формате *.ewb для работы.
3. Соберите схему изображенную на рисунке 1 на рабочей области EWB. Для этого соедините контакты элементов для получения схемы, образуя контуры для протекания тока. Задайте номиналы и свойства каждому элементу, совпадающие со схемой на рисунке 1.

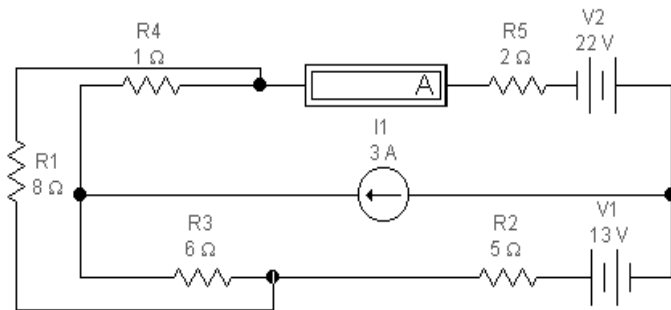


Рисунок 1 – Принципиальная схема для эксперимента

4. Проведите исследование *свойства наложения*. Для этого создайте три копии схемы. В каждой копии должен действовать один источник энергии, другие должны быть исключены. Определите значение тока в резисторе R5 амперметром в каждой схеме. Проверьте справедливость выражения $I_{R5} = I_{R5,V1} + I_{R5,V2} + I_{R5,I1}$, где I_{R5} ; $I_{R5,V1}$; $I_{R5,V2}$; $I_{R5,I1}$ – ток от действия всех источников, токи от действия каждого источника в отдельности.

5. Проведите исследование *свойства взаимности*. Преобразуйте схему на рисунке 1 так, чтобы в ней остался единственный источник напряжения V1. Остальные источники следует устранить. Измерьте ток в резисторе R1. Переместите источник напряжения V1 в ветвь с резистором R1. Измерьте амперметром ток в резисторе R5. Сравните токи

6. Проведите исследование *свойства линейности*. С помощью амперметров измерьте токи в ветвях с резисторами R1 и R5 при работе исходной схемы в двух режимах: холостой ход и короткое замыкание ветви с резистором R2. Рассчитайте коэффициенты a , b линейного соотношения связывающего токи.

7. Проведите проверку справедливости *теоремы компенсации*. Для этого измерьте напряжение на резисторе R5 вольтметром, затем замените резистор R5 источником напряжения величиной и направлением которого определите по теореме компенсации. Сравните токи в ветви с резистором R1 в исходной и в ветви в преобразованной схеме.

8. Проведите проверку справедливости *теоремы об эквивалентном источнике напряжения*. Составьте схему цепи для измерения напряжения холостого хода на участке с резистором R5. Проведите измерения напряжения. Соберите схему для определения внутреннего сопротивления эквивалентного источника напряжения. Измерьте сопротивление мультиметром. Соберите схему, заменив активный двухполюсник эквивалентным источником напряжения. Измерьте значение силы тока в резисторе R5 амперметром. Сравните его показания с амперметром в исходной схеме.

9. Проведите проверку справедливости *теоремы об эквивалентном источнике тока*. Самостоятельно предложите алгоритм проведения экспе-

римента (факультативное задание).

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Файлы с изображением принципиальных схем, соответствующих выполненным измерениям. (Для каждого пункта исследования должен быть отдельный файл).
2. Перечень, описание, значения параметров компонентов принципиальных схем.
3. Подробное изложение выполненных вычислений.
4. Таблица численных результатов экспериментов.
5. Выводы.

Таблица 1 – Численные результаты экспериментов

Схема	Значение неизвестной величины	Формула вычисления	Показания приборов	Примечание

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Каким образом можно изменить параметры компонента схемы?
2. Перечислите измерительные приборы, используемые в эксперименте; как определить их свойства?
3. Как с помощью мультиметра измеряют ток, напряжение, сопротивление?
4. Перечислите основные свойства линейных цепей.
5. Сформулируйте основные теоремы линейных цепей.
6. Перечислите этапы алгоритма формирования принципиальной схемы.
7. Какие характерные режимы работы схем используются в эксперименте?
8. Опишите алгоритм исследования свойства наложения (взаимности, линейности).
9. Опишите алгоритм проверки справедливости теоремы компенсации (теоремы об эквивалентном источнике напряжения, теоремы об эквивалентном источнике тока).
10. Продемонстрируйте ход эксперимента, указанного преподавателем.

При всех видах работ преподаватель оказывает студенту помощь при возникновении проблем. Студенты сохраняют автономность деятельности как при выполнении заданий, так и при выборе методов решения. Результаты выполнения лабораторных работ представляются как на электронных носителях, так и в виде стандартного отчета.

В ходе практических занятий, при выполнении расчетно-графических

заданий, контрольных работ по данной технологии используются не традиционные языки программирования, а специальные интегрированные среды, как разработанные авторами статьи, так и популярные системы компьютерной математики, прививающие студентам культуру формирования математических моделей.

Так для анализа линейных цепей, как в стационарных, так и в нестационарных режимах используется разработанный авторами пакет CRR [5]. Пакет предоставляет следующие возможности:

- визуальное формирование схемы содержащей источники энергии постоянного и переменного тока, активные и реактивные элементы (до 100 элементов) с настраиваемыми параметрами;
- аналитический расчет переходного процесса для напряжения и тока на заданном элементе классическим и операторным методом;
- виртуальный осциллограф, позволяющий визуальное наблюдение за результатом расчета.

Данная среда позволяет строить динамичный процесс обучения, имеет простой легко осваиваемый интерфейс, обеспечивает на начальном этапе решение простейших задач, и позволяет студентам «расти» и совершенствовать свои знания методом от простого к сложному заданию. Авторами накоплена значительная практика использования пакета CRR. Со студентами указанных выше направлений в течение 4 лет проводятся практические и лабораторные занятия, и выдаются расчетно-графические задания [6]. Проведена апробация методики на нескольких конференциях.

Физическое моделирование проводится в традиционной электротехнической лаборатории, оснащенной стендами для фронтального проведения лабораторных занятий.

Мощный математический интегрированный пакет программ MATHCAD рекомендуется студентам для использования при выполнении расчетно-графических заданий студентами дневного отделения и контрольных работ студентами заочного отделения. Он используется для расчета цепей постоянного тока, переменного тока, трехфазных цепей, расчета трансформаторов, двигателей, электронных аналоговых и цифровых схем, для расчета переходных процессов, спектрального анализа сигналов.

Эта технология в дальнейшем используется студентами при работе над выпускными работами бакалавров, дипломными работами специалистов и магистров.

Применение каждого этапа компьютерной технологии обучения обеспечено методическими указаниями, которые прошли тщательное тестирование в учебном процессе, методически обоснованы. Такой комплексный подход к обучению электротехническим дисциплинам соответствует современным требованиям и может быть в дальнейшем использован для органи-

зации заочного обучения.

Выводы и перспективы дальнейших исследований в данном направлении:

1) предложена эффективная технология обучения, прошедшая тестирование и обеспеченная методической литературой;

2) данная технология может быть использована для обучения техническим дисциплинам студентов других направлений;

3) подобный подход к обучению служит для формирования знаний и умений, развития способностей будущих специалистов и достаточно просто учитывает новые научные результаты в электротехнике;

4) в перспективе подобные технологии должны оптимально включать в себя современные достижения компьютерной техники и передовые методы педагогики, например мультимедийность и игровые методы усвоения знаний.

Библиографический список

1. Науково-дослідна робота студентів: аспект формування особистості майбутнього вченого, фахівця високої кваліфікації: Зб. матер. Першої міжнар. наук.-практ. конф. — Запоріжжя: ЗНТУ, 2002. — 625 с.

2. Хоровиц П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл. — М.: Мир, 1983. — Т. 1,2.

3. Карлашук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC/ В.И. Карлашук. — М.: Изд-во "Солон-Р", 2000. — 506 с.

4. Дьяконов В.П. Mathcad 2001. Специальный справочник / В.П. Дьяконов. — СПб.: Изд-во "Питер", 2001. — 412 с.

5. Пряшников Ф.Д. Методические указания к расчетно-графическому заданию «Переходные процессы в линейных электрических цепях» по электротехническим дисциплинам для студентов дневной и заочной форм обучения по направлениям: инженерная механика, приборы, экология / Ф.Д. Пряшников, Е.Б. Башук, Г.Ф. Косова. — Севастополь: Изд-во СевГТУ, 1998. — 11 с.

6. Башук Е.Б. Методические указания для выполнения контрольных заданий по электротехническим дисциплинам / Е.Б. Башук, Г.Ф. Косова. — Севастополь: Изд-во СевГТУ, 2001. — 61с.

Поступила в редакцию 17.11.2003 г.