

Цыбов Н.Н.

МААЛЫМАТТЫК ОКУТУУЧУ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Цыбов Н.Н.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

N.N. Tsybov

EDUCATIONAL INFORMATION TECHNOLOGY

УДК: 621.391

*Иштин негизги максаты – электр чынжырдагы кубулуштарды электрондук моделдештирилген программалык каражаттарды окуу процессине коддонуу. Көпчүлүк учурларда колдонуучу электрондук моделдештирүүчү программалык каражаттары автор менен каралып алардын арасынан колдонууга ыңгайлуу программалары окуу процессине сунушталды.*

**Негизги сөздөр:** электрондук моделдөө, окуу процесси, виртуалдык лаборатория, өлчөп-текшерүүчү куралдар.

*Цель статьи – анализ и использование в процессе обучения программных продуктов электронного моделирования процессов в электрических цепях. Автором рассмотрены наиболее часто применяемые программные продукты электронного моделирования и выделены наиболее подходящие программы для использования в процессе обучения.*

**Ключевые слова:** электронное моделирование, процесс обучения, виртуальная лаборатория, контрольно-измерительные приборы.

*The purpose of this article - the analysis and the use of electronic learning software process modeling products in electrical circuits. The author describes the most commonly used software products of electronic simulation, and the most suitable programs for use in teaching.*

**Key words:** electronic modeling, learning, virtual laboratory, control and measuring equipment.

Далеко не все учебные эксперименты доступны учебному процессу обучения в реальном режиме ввиду их сложности и большой стоимости. Информационные технологии предоставляют вузам новые возможности в замене дорогостоящего лабораторного оборудования на виртуальные электронные и онлайн-лаборатории.

Основная ценность инновационных технологий в сфере образования в том, что они позволяют создать более эффективную интерактивную среду обучения с широкими возможностями, оказывающимися в распоряжении преподавателей.

Развитие новых информационных технологий открывает возможности для создания информационной обучающей среды нового типа, под которой понимают комплекс организационных и информационных технологий, ориентированный на процесс обучения. Примером таких электронных учебно-методических комплексов могут быть электронные учебники и виртуальные электронные лаборатории. Электронные учебники и виртуальные электронные лаборатории позволяют увеличить степень самостоятельности студента при работе с учебным матери-

алом, повысить наглядность, осуществлять моделирование сложных технических процессов. Создание программно-аппаратных средств для этого ведется в двух направлениях: -создание виртуальных средств моделирования и отображения информации и создание виртуально-реальных систем, позволяющих совмещать виртуальное и реальное моделирование изучаемых процессов.

Сегодня существует достаточно широкий выбор программных продуктов для разработки виртуальных лабораторий, позволяющих моделировать и исследовать процессы в электрических цепях. В настоящее время для этих целей наиболее популярными программными продуктами являются: Lab view, Electronics Workbench, NI Multisim, OrCAD, Proteus VSM, Altium designer, Micro-Cap, Tina, Tina TI, LTspice/Switcher CAD, Simone, Qucs, BNL5 Circuit simulator, DoCircuits, gEDA, EasyEDA, Ideal Circuit, PartSim, Logisim, Simica, Autocad Electrical, DIALux, McCAD, Allegro Cadence, Delta design и др.

Но не все программные продукты для решения профессиональных инженерных задач удовлетворяют требованиям учебных программ. Ряд профессиональных программ моделирования, имея широчайшие функциональные возможности, в процессе обучения показали себя малоэффективными, ввиду больших затрат времени на их освоение. У студента, ввиду большого количества изучаемых дисциплин, недостаточно времени воспользоваться всей широтой функциональных возможностей лучших программ электронного моделирования. Поэтому применительно к процессу обучения необходимо определить оптимальные соотношения между достаточностью функциональных возможностей обучения и разумным временем освоения программного продукта. Для процесса обучения, при выборе программных продуктов моделирования, весьма важными характеристиками являются, в первую очередь, – это функциональная достаточность, наглядность эксперимента и возможность в кратчайшие сроки освоить использование предложенной студенту программы.

Из вышеперечисленных программ моделирования процессов в электрических цепях идеально подходят для организации учебного процесса программные продукты фирмы National Instruments Lab view, Electronics Workbench, NI Multisim. Достаточно понятный графический интуитивный интерфейс этих программ позволяет без особых сложностей в короткие сроки освоить методы моделирования как для научно-исследовательских работ, так и для организа-

ции процесса обучения. Единственным недостатком программных продуктов National Instruments для вузов является их высокая стоимость.

Для процесса обучения хотя и в меньшей степени широко востребованы программные продукты Proteus VSM и Micro-Cap, которые имеют весьма понятный интуитивный интерфейс, большие функциональные возможности моделирования не только для процесса обучения, но и для профессионального использования, а так же достаточно большой объем электронных компонентов для моделирования и достаточное количество контрольно измерительных приборов. Тем не менее эти программные продукты, применительно к процессу обучения, уступают продуктам фирмы National Instruments, имеющим контрольно измерительные приборы. Точно повторяющие промышленно выпускаемые приборы и наиболее понятный интуитивный интерфейс.

В случае совсем ограниченного бюджета вузы могут использовать простые и бесплатные программы, такие как TINA-TI, Logisim, Qucs, gEDA, а так же бесплатные on-line программы – PartSim, DoCircuit, EasyEDA. Но при этом необходимо иметь ввиду, что эти бесплатные программы имеют по сравнению с вышеприведенными программными продуктами весьма малые функциональные возможности и их «интуитивно понятный интерфейс» намного менее понятен студенту по сравнению с такими программными продуктами как Multisim. И конечно же применение таких программ не может оказать существенную помощь в подготовке студентов к реальным исследовательским экспериментам.

Эти бесплатные программы, как правило, представляет собой обычные SPICE-симуляторы с относительно интуитивно понятным графическим интерфейсом и с малым количеством контрольно-измерительных приборов. В этих программах также доступны возможности тестирования и измерения сигналов. Но при таком ограниченном парке приборов появляются сложности в проведения ряда экспериментов и конечно же эти приборы не приближены к промышленным аналогам.

Что касается бесплатных он-лайн сервисов, таких как PartSim, EDA, DoCircuits, то их функциональные возможности крайне ограничены и эти программные продукты могут применяться в процессе обучения для начального знакомства с процессами в электрических цепях. Но для полномасштабных экспериментов они не обладают достаточной функциональностью и необходимым парком контрольно-измерительных приборов.

Исходя из вышеприведенного можно сделать вывод, что в процессе обучения необходимы программные продукты электронного моделирования с достаточными функциональными возможностями как для учебного эксперимента, так и для выполнения реальной инженерной задачи. Интерфейс программного продукта должен позволять осваивать программу в «разумные» реальные сроки. Программная среда моделирования должна имитировать реальные физические промышленные приборы. При этом

далеко не все бесплатные продукты отвечают этим требованиям.

Экспериментальные работы студентов на базе программно-аппаратных средствах электронного моделирования могут осуществляться по следующей схеме: - студент создает в виртуальном поле на экране монитора электрическую схему исследуемого узла или прибора. Для этой цели в распоряжении студента в виртуальной библиотеке имеются необходимые электронные компоненты (резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы, микросхемы малой интеграции, микропроцессоры и другие необходимые компоненты). В этом случае проведение лабораторных занятий уже не зависят от возможности вуза регулярно финансировать приобретение электронных компонентов для макетирования. Кроме обширной элементной базы виртуальная библиотека предоставляет пользователю возможность использования необходимого ряда контрольно-измерительного оборудования. Контрольно-измерительные приборы на экране монитора выглядят как промышленно-выпускаемые приборы известных в мире производителей. В процессе эксперимента студент программирует необходимые режимы измерения контрольно-измерительных приборов, описывает в графической программной среде параметры электронных компонентов или берет из библиотеки уже аналог готового промышленно-выпускаемого компонента. Затем выбирает необходимый вид анализа моделирования («Анализ рабочей точки на DC», «Анализ режима AC», «Одночастотный анализ на AC», «Анализ переходных процессов», «Анализ Фурье», «Анализ шумов», «Анализ коэффициента шума», «Анализ искажений», «Анализ изменений на DC», «Анализ чувствительности», «Анализ на изменение параметров», «Анализ на изменение температуры», «Анализ на нулей и полюсов», «Анализ передаточных функций», «Анализ критических режимов», «Анализ Монте Карло», «Анализ составленный пользователем») и моделирует процесс работы собранного им устройства. В процессе выполнения работы при этом у студента складывается впечатление, что он работает с реальными физическими приборами.

В качестве примера рассмотрим изучение переходных процессов.

Необходимо исследовать переходные процессы в электрической цепи, изображенной на рис.1а, в которой  $R_1 = 20$  и  $R_2 = 30$  Ом;  $R_3 = 10$  Ом и  $C_1 = 50$  пФ, с помощью рубильника S подключается к источнику с  $U = 200$  В. Определить законы изменения токов в ветвях цепи.

Перед моделированием студент производит расчет переходного процесса классическим методом.

Чтобы найти напряжение  $u_C$  и токи в ветвях, составляем систему уравнений Кирхгофа:

$$\left. \begin{aligned} i_1 &= i_2 + i_3 \\ R_1 i_1 + R_2 i_2 &= U \\ R_2 i_2 &= R_3 i_3 + U_C \end{aligned} \right\}$$

Ток в третьей ветви:  $i_3 = C_3 \frac{du_C}{dt}$

Выразив токи  $i_1$  и  $i_2$  через напряжение  $u_C$  и его производную, получим:

$$i_2 = C \frac{R_3}{R_2} \frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{R_2}; \quad i_1 = C_3 \left( \frac{R_2 + R_3}{R_2} \right) \frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{R_2}.$$

Подставим их во второе уравнение системы:

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{R_1 + R_2}{C_3(R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3)} u_C = \frac{R_2}{C_3(R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3)} U,$$

или

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{50 \cdot 10^{12}}{50 \cdot 1100} u_C = \frac{30 \cdot 10^{12}}{50 \cdot 1100} \cdot 200;$$

$$\frac{du_C}{dt} + 9,09 \cdot 10^8 u_C = 1090 \cdot 10^8.$$

Общее решение уравнения:  $u_C = u_{C \text{ пр}} + u_{C \text{ св}}$ .

Принужденная составляющая напряжения:

$$u_{C \text{ св}} = \frac{1090 \cdot 10^8}{9,09 \cdot 10^8} = 120 \text{ В}.$$

Свободная составляющая напряжения:

$$u_{C \text{ св}} = A e^{-9,09 \cdot 10^8 t},$$

где  $p$  – корень характеристического уравнения,  $p = -9,09 \times 10^8$  1/с.

Действительное значение напряжения:

$$u_C = 120 + A e^{-9,09 \cdot 10^8 t}.$$

Постоянная интегрирования  $A$  определяется с помощью начального условия  $u_C(0) = 0 = 120 + A$ ;  $A = -120$ .

Тогда:  $u_C = 120 (1 - e^{-9,09 \cdot 10^8 t})$  В.

Токи в ветвях цепи:

$$i_3 = C_3 \frac{du_C}{dt} = 50 \cdot 10^{-12} (-120)(-9,09 \cdot 10^8) e^{-9,09 \cdot 10^8 t} = 5,45 e^{-9,09 \cdot 10^8 t} \text{ А};$$

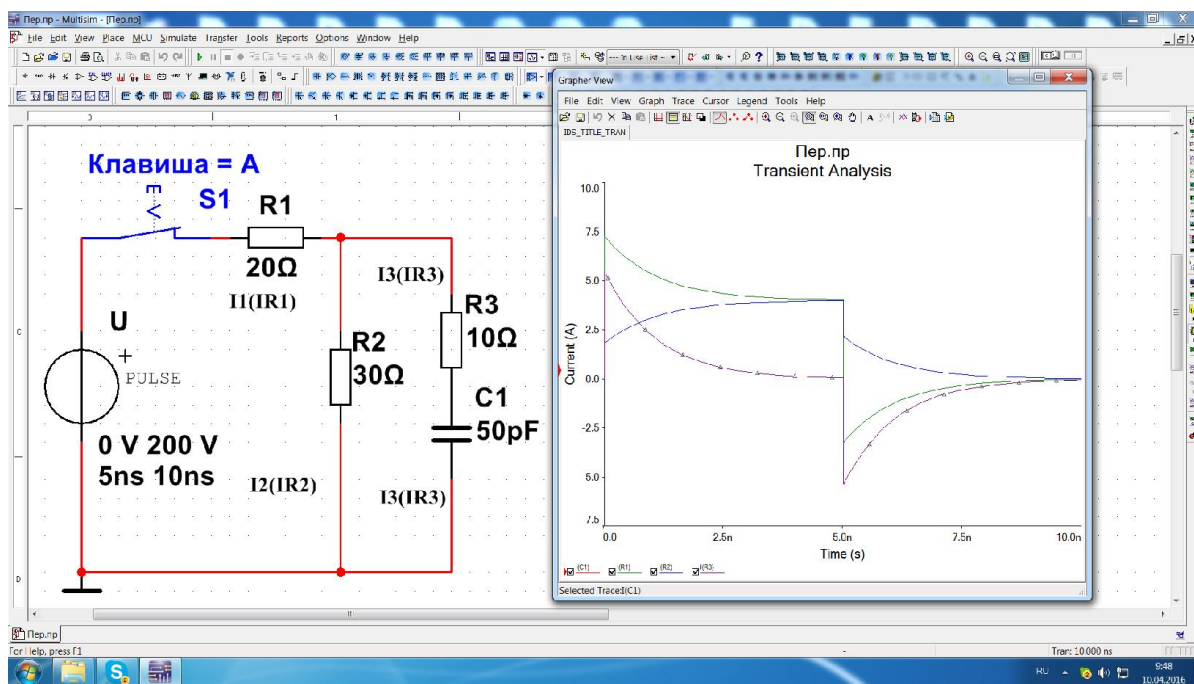
$$i_2 = \frac{R_3}{R_2} C \frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{R_2} = 1,82 e^{-9,09 \cdot 10^8 t} + 4(1 - e^{-9,09 \cdot 10^8 t}) = 4 - 2,18 e^{-9,09 \cdot 10^8 t} \text{ А};$$

$$i_1 = i_2 + i_3 = 4 + 3,27 e^{-9,09 \cdot 10^8 t} \text{ А}.$$

Графики изменения токов в ветвях приведены на рис. 1б.

Далее студент проводит экспериментальное моделирование в программной среде Multisim 12.0, для чего собирает схему эксперимента согласно рис.1а, программирует параметры моделирования и выбирает переменные для анализа: - начало 0 сек; окончание 1e-008; переменные  $I_{R1}$ ,  $I_{R2}$ ,  $I_{R3}$ ,  $I_{C1}$ . Далее производится моделирование переходного процесса. Результаты моделирования приведены на рис.1б.

Из графиков изменения токов видно, что аналитические расчеты подтверждены моделированием.



а) электрическая схема

б) зависимость токов от времени

Рис. 1.

**Литература:**

1. Карлачук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Лабораторный практикум на базе Electronics Workbench и MATLAB. Издание 5-е. - М: СОЛОН - Пресс, 2004. - 800с.
2. Марченко А. Л., Освальд С. В. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде Multisim: учебное пособие для вузов. - М.: ДМК Пресс, 2010. 448 с.
3. Егоров Е.Н., Ремпен И.С. Применение программного прикладного пакета Multisim для моделирования радиофизических схем, 2008, 24с. - URL: <http://www.sgu.ru/files/nodes/30844/MULTISIM.pdf>
4. Златин И. Л. Схемотехническое и системное проектирование радиоэлектронных устройств в OrCAD 10.5 / И. Л. Златин. - М.: Горячая Линия-Телеком, 2008. - 352 с.
5. <http://cxem.net/software/labview.php>.
6. <http://cxem.net/software/multisim.php>.

Рецензент: к.ф.-м.н., доцент Жапаров М.Т.