

Московский государственный технический университет  
им. Н. Э. Баумана  
Калужский филиал

**М. Р. Фишер, Д. В. Мельников, В. И. Червяков**

# **ВВЕДЕНИЕ В ELECTRONICS WORKBENCH**

Методические указания  
по выполнению лабораторных работ  
по курсу «Основы электротехники»

Москва  
Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана  
2012

УДК 621.3  
ББК 31.2  
Ф68

Методические указания издаются в соответствии с учебным планом специальности 211000.65 «Конструирование и технология электронных средств».

Методические указания рассмотрены и одобрены:  
кафедрой ЭИУ7-КФ «Электротехника», протокол № 4 от 1.12.2011 г.  
Зав. кафедрой ЭИУ7-КФ \_\_\_\_\_ Д. В. Мельников

Методической комиссией факультета ЭИУК,  
протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2012 г.  
Председатель методической комиссии факультета ЭИУК  
\_\_\_\_\_ М. Ю. Адкин

Методической комиссией Калужского филиала МГТУ  
им. Н. Э. Баумана, протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2012 г.  
Председатель методической комиссии Калужского филиала МГТУ  
им. Н. Э. Баумана \_\_\_\_\_ О. Л. Перерва

Авторы:  
канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры ЭИУ7-КФ \_\_\_\_\_ М. Р. Фишер;  
канд. техн. наук, доцент кафедры ЭИУ7-КФ \_\_\_\_\_ Д. В. Мельников;  
старший преподаватель кафедры ЭИУ7-КФ \_\_\_\_\_ В. И. Червяков

Рецензент:  
д-р техн. наук, профессор кафедры ЭИУ3-КФ  
\_\_\_\_\_ Ю. П. Корнюшин

Методические указания содержат необходимые теоретические сведения, варианты задания и контрольные вопросы для выполнения лабораторной работы «Введение в Electronics Workbench» по курсу «Основы электротехники» с использованием программы Electronics Workbench.

Методические указания предназначены для студентов специальности 211000.65 «Конструирование и технология электронных средств», а также студентов других специальностей, изучающих электротехнику.

© Фишер М. Р, Мельников Д. В., Червяков В. И., 2012

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Разработка современного радиоэлектронного оборудования требует высокой точности и глубокого анализа. При этом невозможно обойтись без компьютерных методов моделирования из-за сложности и объемности выполняемых работ.

Основными характеристиками при выборе среды моделирования являются минимальное время освоения и максимальные простота и наглядность. Этим критериям в наибольшей степени отвечают программные средства с использованием так называемых виртуальных приборов, имеющих внешний вид и органы управления, полностью имитирующие свой прототип. Одним из таких продуктов является программа Electronics Workbench фирмы Interactive Image Technologies Ltd. Она представляет собой средство программной разработки и имитации электрических цепей и позволяет анализировать весь спектр изучаемых электрических схем: аналоговых, цифровых и смешанных аналого-цифровых.

Electronics Workbench может применяться как на предприятиях, занимающихся проектированием радиоэлектронных устройств, так и в учебном процессе в высших учебных заведениях при изучении электротехнических дисциплин.

Программа Electronics Workbench:

- ◆ применяется в большинстве высших учебных заведений мира;
- ◆ может использоваться как замена дорогостоящего оборудования;
- ◆ способна производить большое количество анализов радиоэлектронных устройств, занимающих достаточно много времени при стандартных методах исследования;

- ◆ включает в себя большое количество моделей радиоэлектронных устройств наиболее известных производителей, таких как Motorola;
- ◆ может работать с большим числом компьютерной периферии, а также имитировать ее работу;
- ◆ проста в обращении и не требует глубоких знаний в компьютерной технике (для освоения Electronics Workbench требуется лишь одно-два вводных занятия).

В процессе внедрения программы Electronics Workbench возникает ряд проблем, связанных с тем, что:

- ◆ во-первых, имеющиеся библиотеки составлены на базе электронных компонентов импортного производства;
- ◆ во-вторых, ограничена номенклатура цифровых интегральных схем;
- ◆ в-третьих, имеющаяся возможность создания новых библиотек компонентов распространяется только на обозначения и не позволяет вводить схемотехнические дополнения и видоизменения в существующие компоненты.

Это создает значительные неудобства при использовании программы в лабораторных практикумах по цифровой электронике и схемотехнике ЭВМ.

При изучении курса электротехнических дисциплин в вузах, как правило, используются традиционные методы проведения лабораторных работ с применением различных аппаратно-технических средств: электроизмерительных приборов (амперметры, вольтметры, осциллографы и т. п.), специальных лабораторных стендов. Для интенсификации и повышения качества учебного процесса за счет сокращения времени на подготовительные операции, которые обычно занимают основную массу времени, и может применяться Electronics Workbench. Опыт ее использования для достижения данной цели показывает, что она обладает наглядностью, широкими возможностями, приучает студентов к самостоятельной работе и позволяет им не только получить представление о современных средствах разработки электронных устройств, но и развить свой творческий потенциал.

## 2. ИНТЕРФЕЙС СРЕДЫ ELECTRONICS WORKBENCH (ЭЛЕМЕНТЫ ДИАЛОВОЙ СРЕДЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ)

Внешний вид рабочего окна программы Electronics Workbench представлен на рис. 1. Интерфейс пользователя состоит из полоски меню, панели инструментов и рабочей области.

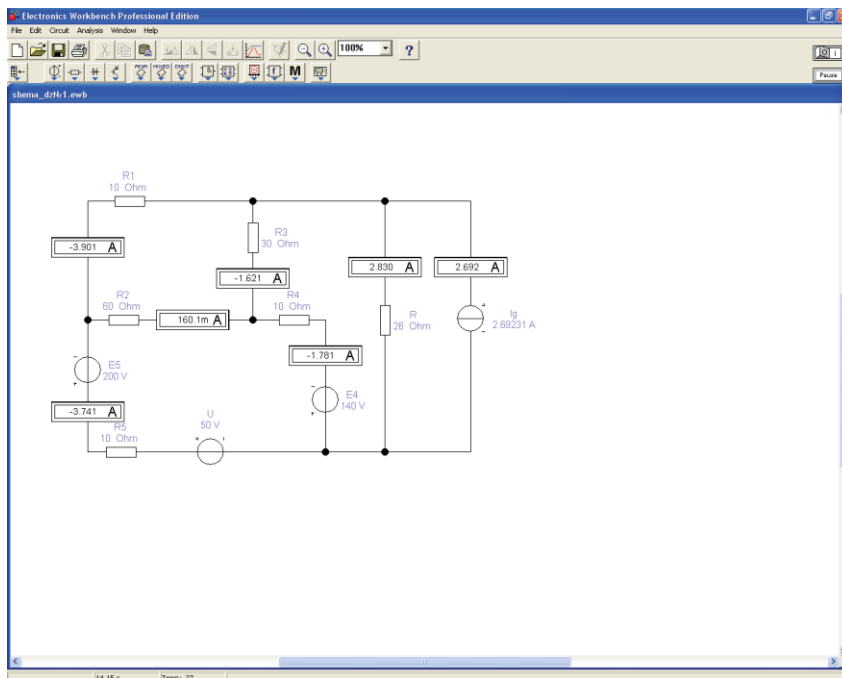


Рис. 1. Интерфейс Electronics Workbench

*Полоса меню* состоит из следующих компонент: меню работы с файлами (*File*), меню редактирования (*Edit*), меню работы с цепями (*Circuit*), меню анализа схем (*Analysis*), меню работы с окнами (*Window*), меню работы с файлами справок (*Help*).

*File* – организация работы с файлами. С помощью этого раздела меню пользователь осуществляет работу с файлами (открытие, создание, распечатку файлов и прочее).

*Edit* – посредством этого раздела осуществляется редактирование текущего документа. Опции раздела позволяют копировать,

удалять, перемещать элементы или блоки схемы. Кроме того возможна настройка визуальных параметров схемы (расположение и ориентация элементов схемы, настройка цветов и шрифта, поиск и другие стандартные функции).

*Circuit* – раздел, позволяющий вращать, менять свойства, приближать и отдалять элементы схемы.

*Analysis* – раздел служит для проведения различного рода анализов схем.

*Window* – раздел предназначен для настройки экранных настроек при работе с документами.

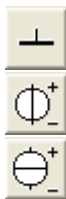
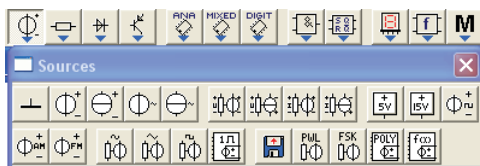
*Help* – раздел служит для доступа к справочной системе пакета Electronics Workbench.

*Панель компонентов* состоит из «быстрых кнопок», имеющих аналоги в меню, кнопок включения и выключения схем, набора радиоэлектронных аналоговых и цифровых деталей, индикаторов, элементов управления и инструментов. Щелчком мыши на пиктограмме компонентов открывается поле, соответствующее этой пиктограмме. Ниже приведены некоторые элементы из полей компонентов.

### **Favorites (настраиваемая панель инструментов)**

Панель своя для каждого файла схемы. Для добавления компонента в панель *Favorites* надо щелкнуть его изображение правой кнопкой и выбрать *Add to Favorites*. Чтобы убрать компонент с панели *Favorites*, необходимо щелкнуть правой кнопкой его изображение на панели *Favorites* и выбрать *Remove from Favorites*.

### **Sources (Источники)**



- компонент «Заземление» имеет нулевой потенциал и служит точкой для отсчета потенциалов.
- источник постоянного напряжения; ЭДС источника определяется числом с указанием размерности (от мкВ до кВ).
- источник постоянного тока; сила тока источника задается числом с указанием размерности (от мкА до кА).



– *источник переменного напряжения*; действующее значение напряжения источника задается числом с указанием размерности (от мкВ до кВ), имеется возможность установки частоты и начальной фазы.

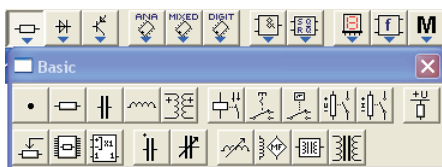


– *источник переменного тока*; действующее значение тока источника задается числом с указанием размерности (от мкА до кА), имеется возможность установки частоты и начальной фазы.



– *генератор* – вырабатывает периодическую последовательность прямоугольных импульсов. Можно регулировать амплитуду импульсов, скважность и частоту следования импульсов.

### Basic (базовые компоненты)



– *узел* – служит для соединения проводников и создания контрольных точек.



– *резистор*; сопротивление резистора может быть задано числом в Ом, кОм, МОм.



– *конденсатор*; емкость конденсатора задается числом с указанием размерности (пФ, нФ, мкФ, мФ, Ф).



– *индуктивность* – задается числом с указанием размерности (мкГн, мГн, Гн).



– *ключ*, управляемый клавишей. Такие ключи могут быть замкнуты или разомкнуты при помощи управляемых клавиш на клавиатуре (имя управляющей клавиши можно ввести с клавиатуры в диалоговом окне, появляющемся после двойного щелчка мышью на изображении ключа).

### Indicators (Приборы из библиотеки индикаторов)





– *вольтметр* – используется для измерения переменного или постоянного напряжения. Выделенная толстой линией сторона прямоугольника соответствует отрицательной клемме. Подключение вольтметра осуществляется параллельно к точкам, в которых измеряется напряжение. Задаваемые параметры: внутреннее сопротивление (по умолчанию 1 МОм), вид измеряемого напряжения (DC – постоянное, AC – переменное). При измерении переменного синусоидального напряжения (AC) вольтметр показывает действующее значение:  $U_d = U_m / \sqrt{2}$ .



– *амперметр* – используется для измерения переменного или постоянного тока. Выделенная толстой линией сторона прямоугольника соответствует отрицательной клемме. Подключение амперметра осуществляется последовательно в разрыв цепи. Задаваемые параметры: величина внутреннего сопротивления (по умолчанию 1 мОм), вид измеряемого напряжения (DC – постоянное, AC – переменное). При измерении переменного синусоидального напряжения (AC) амперметр показывает действующее значение:  $I_d = I_m / \sqrt{2}$ .

## Instruments



– *мультиметр* – прибор для измерения переменного или постоянного напряжения или тока, сопротивления или потери мощности сигнала между двумя точками схемы. Диапазон измерений определяется автоматически. Внутреннее сопротивление вольтметра и амперметра и ток омметра предустановлены к значениям, приближенным к идеальным. Эти значения могут быть изменены при помощи нажатия на кнопку «Settings».



– *функциональный генератор* – является идеальным источником напряжения, вырабатывающего сигналы синусоидального, треугольного и импульсного типа.



соидальной, треугольной или прямоугольной формы. Средний вывод генератора при подключении к схеме обеспечивает общую точку для отсчета амплитуды переменного напряжения. Для отсчета напряжения относительно нуля этот вывод заземляют. Крайний левый и правый выводы служат для подачи сигнала на схему. Напряжение на правом выводе изменяется в положительном направлении относительно общего вывода, на левом выводе – в отрицательном.



– *двухканальный осциллограф* – отображает амплитуду и колебания электронных сигналов. Данный прибор способен отображать интенсивность одного или двух сигналов во времени или же сравнивать одну временную диаграмму с другой.



– *графопостроитель Бодe* – используется для построения амплитудно-частотных (АЧХ) и фазо-частотных (ФЧХ) характеристик схемы. Графопостроитель измеряет отношение амплитуд сигналов в двух точках схемы и фазовый сдвиг между ними. Для измерений графопостроитель генерирует собственный спектр частот, диапазон которого может задаваться при настройке прибора. Частота любого переменного источника в исследуемой схеме игнорируется, однако схема должна включать какой-либо источник переменного тока. Графопостроитель имеет четыре зажима: два входных (IN) и два выходных (OUT). Левые выводы входов IN и OUT подключаются к исследуемым точкам, а правые выводы входов IN и OUT заземляются.



Самая большая центральная область – *рабочее пространство* (workspace), которое является подобием макетной платы, на которой вы собираете и отлаживаете схемы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ

Процедура работы с пакетом сводится к следующим действиям:

- ♦ формируется электрическая схема анализируемого устройства с помощью встроенного редактора. Для этого нужные компоненты перетаскиваются с панели компонентов в рабочую об-


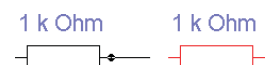
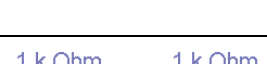

ласть и соединяются друг с другом с помощью проводников, устанавливаются значения параметров компонентов;

- ◆ к схеме подключаются необходимые тестовые инструменты: вольтметр, амперметр, осциллограф, функциональный генератор и др.;
- ◆ работа схемы активируется нажатием на виртуальный выключатель питания , расположенный в правом верхнем углу рабочего окна программы (в случае серьезной ошибки в схеме, например замыкание элемента питания накоротко, будет выдано предупреждение). При необходимости можно воспользоваться кнопкой , расположенной ниже;
- ◆ результаты анализа, например, осциллограммы периодического процесса или амплитудно-частотная характеристика устройства могут быть сохранены для последующего документирования (оформления лабораторной работы).

#### **Порядок проведения работы для разработки принципиальной электрической схемы:**

1. Запустите Electronics Workbench.
2. Подготовьте новый файл для работы. Для этого необходимо выполнить следующие операции из меню: *File/New* и *File/Save as*. При выполнении операции *Save as* будет необходимо указать имя файла и каталог, в котором будет храниться схема.
3. Перенесите необходимые элементы из заданной схемы на рабочую область Electronics Workbench. Для этого необходимо выбрать раздел на панели инструментов (*Sources*, *Basic*, *Diodes*, *Transistors*, *Analog Ics*, *Mixed Ics*, *Digital Ics*, *Logic Gates*, *Digital Indicators*, *Controls*, *Miscellaneous*, *Instruments*), в котором находится нужный вам элемент, затем перенести его на рабочую область (щелкнуть мышью на нужном элементе и, не отпуская кнопки, перенести в нужное место схемы). Для удаления элемента из схемы достаточно выделить его левой клавишей мыши и нажать кнопку *Delete* на клавиатуре.
4. Соедините контакты элементов и расположите элементы в рабочей области для получения необходимой схемы. Для соединения двух контактов необходимо щелкнуть по одному из контактов левой кнопкой мыши и, не отпуская клавишу, довести курсор до второго контакта.

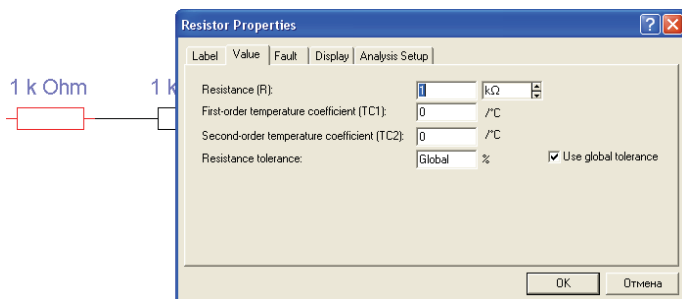
Рассмотрим эти действия в пошаговом режиме.

1.		Навести курсор мыши на вывод элемента так, чтобы появилась черная точка контакта.
2.		Нажать клавишу мыши и, не отпуская ее, провести проводник к элементу, с которым надо наладить соединение.
3.		Когда проводник достигнет вывода другого элемента, появится его точка контакта, тогда клавишу мыши надо отпустить.
4.		Два элемента электрически соединены.

В случае необходимости можно добавить дополнительные узлы (разветвления). Для этого надо просто перетащить соответствующий элемент с панели на место проводника, где надо его разветвить.

Нажатием на элементе правой кнопкой мыши можно получить быстрый доступ к простейшим операциям над положением элемента, таким как вращение (*rotate*), разворот (*flip*), копирование/вырезание (*copy/cut*), вставка (*paste*), удаление (*delete*), а также к его справочной информации (*help*).

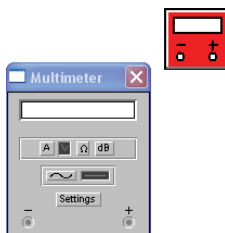
5. Проставьте необходимые номиналы и свойства каждому элементу. Для этого нужно дважды щелкнуть мышью на элементе:



Число в поле закладки *Value* определяет номинал элемента, текст в поле *Label* – его название на схеме.

6. Когда схема собрана и готова к запуску, нажмите кнопку включения питания. Если вы добавили элементы в схему или изменили ее свойства после того, как она была активирована, включите ее снова для получения точных результатов.

7. Произведите анализ схемы, используя инструменты индикации. Вывод окна свойств прибора осуществляется двойным нажатием левой клавиши мыши на элементе:



8. При необходимости произведите доступные анализы в разделе меню *Analysis*.