

Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОУ ВПО "Татарский государственный гуманитарно-педагогический университет"
Институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования
Факультет физико-математического образования
Кафедра вычислительной математики и информатики

**Разработка уроков с использованием программы
Electronics Workbench на уроках физики.**

**Выпускная квалификационная работа
слушателя курсов профессиональной
переподготовки
по специальности "Информатика"
Ефрова Юрия Вячеславовича
Научный руководитель:
доцент к. т. н. Хакимов Р.Г.**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА I. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ .	5
1.1. Роль ИТ в познании окружающего мира	5
1.2. Использование ИТ в образовании	5
1.3. Связь между физикой и информатикой	6
1.4. Методологическая и дидактическая составляющие виртуального эксперимента	8
ГЛАВА II СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СХЕМ ELECTRONICS WORKBENCH	10
2.1. Знакомство с виртуальной лабораторией ELECTRONICS WORKBENCH	10
2.2. Основные принципы создания схемы в ELECTRONICS WORKBENCH	10
2.3. Описание основных компонентов	15
2.4. Анализ схем	32
ГЛАВА III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ELECTRONICS WORKBENCH НА УРОКАХ ФИЗИКИ	37
3.1. Виды учебной деятельности с применением ELECTRONICS WORKBENCH	37
3.2. Примерный перечень тем по физике в которых можно применить программу ELECTRONICS WORKBENCH	38
3.3. Лабораторные работы по физике с применением электронной системы моделирования ELECTRONICS WORKBENCH	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	54
ПРИЛОЖЕНИЯ	55

Введение

При изучении курса физики имеется необходимость проведения физических экспериментов. К сожалению не все физические лаборатории оснащены электрическими приборами в достаточной мере. В некоторых случаях нецелесообразно проводить реальные физические эксперименты в связи с существующей опасностью поражения электрическим током. В таких случаях виртуальная лаборатория Electronics Workbench оказывается незаменимым помощником учителя и учащихся. Поэтому изучение и использование этой программы в школах считаем особенно актуальным.

Целью данной работы является разработка учебного материала для применения системы компьютерного моделирования схем Electronics Workbench на уроках физики.

Задачи исследования:

1. Изучить вопросы компьютерного моделирования физических экспериментов.
2. Разработка учебного материала по изучению системы компьютерного моделирования Electronics Workbench.
3. Разработка практического материала по применению системы компьютерного моделирования Electronics Workbench.
4. Разработка интерактивных тестов для изучения программы Electronics Workbench.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. В первой главе исследуются вопросы посвященные компьютерному моделированию, виртуальным лабораториям. Вторая глава посвящена истории возникновения и развития программы

Electronics Workbench. В работе также изучается структура программы, назначение основных электронных компонентов. Большое внимание уделяется основным принципам построения электрических схем и проведения электронных экспериментов. В третьей главе приведена часть разработанных лабораторных работ по физике для средней школы. Большинство лабораторных работ относятся к лабораторным работам по электрическим явлениям для 8 класса обучающихся по программе А.В.Перышкина. Имеющийся подход по составлению и изучению электрических схем можно применить учителями для разработки других лабораторных работ или практикумов. В заключении даны основные выводы по проведенному исследованию, перспективы применения и развития программ семейства Electronics Workbench.

Глава I. Компьютерное моделирование в образовании

1.1. Роль ИТ в познании окружающего мира

Цель естественно- научного образования состоит в познании явлений окружающей действительности, построении ее теоретической модели — *научной картины мира*. Часть объективной реальности, взаимодействующая с *субъектом познания* (человеком) и противостоящая ему в его предметно— практической и познавательной деятельности называется *объектом познания*. В силу раздвоения мира на внешнюю (открытую) и внутреннюю (сокрытую) стороны в теории познания выделяют два аспекта объекта: *явление*, то есть внешний аспект, и *сущность* — внутренний аспект. Формирование научной картины мира осуществляется следующими способами:

- 1) умозрительное изучение результатов исследований ученых, осуществляемое по книгам, изложению учителя и т.п.;
- 2) выполнение реальных учебных наблюдений и экспериментов;
- 3) вычислительный эксперимент, использование информационных технологий (ИТ) с целью создания виртуальной модели изучаемых явлений.

1.2. Использование ИТ в образовании

Информатизация образования требует повышения качества учебного процесса, осуществление соответствующих исследований и разработок современных методов обучения, основанных на использовании информационных технологий, до уровня требований постиндустриального общества. Это предусматривает приобщение учащихся к информационной культуре, построение в их сознании научной картины мира, овладение современными методами обработки информации.

В информатике под *информационной (компьютерной) технологией* понимают технологию переработки информации на ЭВМ, в результате которых получается новый информационный продукт (текстовый, графический, звуковой или видео- файл). Цель использования компьютеров в педагогической деятельности состоит в оказании педагогического воздействия на ученика, связанного с сообщением ему новых знаний, формированием умений, созданием оптимальных условий развития существенных сторон его личности, а также тестировании, оценки знаний и умений учащихся. Система виртуальной реальности погружает обучаемого в воображаемую трехмерную модель реального мира. Она обеспечивают "непосредственное" взаимодействие с различными объектами этого мира и манипулирование ими. Это качественно изменяет механизм восприятия и осмысления получаемой информации, способствует формированию чувственно—наглядного образа изучаемого явления. Мультимедийные средства обучения должны соответствовать дидактическим требованиям научности, доступности, проблемности, наглядности, сознательности, систематичности и последовательности обучения.

1.3.Связь между физикой и информатикой

Как уже отмечалось, преподавание физики, в первую очередь электродинамики, связано с изучением вычислительной техники и современных технологий сбора, хранения, обработки и передачи информации. Это обусловлено объективными причинами: развитие компьютерной техники и средств телекоммуникации стало возможным благодаря достижениям микроэлектроники, развитие которой опирается на физические законы. На примере этих устройств может быть показано значение физики для развития современной техники, ее роль в практической деятельности человека.

Физика – наука экспериментальная. Современные информационные технологии позволяют создавать модели различных физических объектов, явлений и процессов и отображать их на экране ПК с возможностью варьировать параметры. С помощью интерфейсных блоков и датчиков физических величин можно выполнять и реальный эксперимент, а также дистанционно управлять реальными объектами, осуществлять автоматизированный контроль, обрабатывать результаты исследований и т.д. В связи с этим под учебным физическим экспериментом сейчас понимается не только традиционный натурный (демонстрационный и лабораторный) эксперимент, но и чисто компьютерный, виртуальный. Особенно эффективен последний в случае невозможности проведения натурального эксперимента из-за отсутствия оборудования, опасности для здоровья, продолжительности выполнения, сложности математического обсчета результатов и т.д. Кроме того, компьютерный эксперимент, как уже было сказано, предоставляет широкие возможности варьирования параметров процесса, что просто невозможно сделать в натуре. Компьютерные виртуальные лабораторные работы являются современными учебными пособиями. Физика, электроника, электротехника, автоматика и электропривод принадлежат к тем наукам, изучение которых, должно сопровождаться экспериментальными исследованиями.

Виртуальные эксперименты значительно ускоряют процесс освоения изучаемого материала. Никакое количество решенных задач по физике или электротехнике не может заменить опыта, приобретаемого при проведении экспериментальных исследований. Компьютер можно рассматривать как универсальный лабораторный стенд.

Виртуальные эксперименты на компьютере намного дешевле, чем эксперименты с реальными элементами, приборами и оборудованием и абсолютно безопасны.

Виртуальные лабораторные работы являются своеобразной аналогией, но только не заменой, лабораторного оборудования школьных предметных кабинетов, т.е. физическое и виртуальное лаборатории должны сосуществовать вместе и дополнять друг друга.

1.4. Методологическая и дидактическая составляющие виртуального эксперимента

Уникальные особенности виртуальной информационной среды (мультимедиа, интеллектуальность, моделинг, интерактив, коммуникативность, производительность) определяют бесспорную эффективность ее применения в любой сфере познавательной деятельности, в том числе и в проведении лабораторных физических экспериментов.

Отметим достоинства виртуального физического эксперимента. Такой эксперимент позволяет:

- изучать сложные физические явления на уровне, доступном пониманию, исключая обращение к их нередко громоздкому математическому описанию;
- «исследовать» явление даже в тех случаях, когда проведение реального эксперимента затруднено или нецелесообразно (например, движение космических объектов, изучение поведения тел при больших давлениях, исследование микроскопических объектов, работа ядерного реактора и т.д.);
- останавливать и возобновлять эксперимент с целью анализа промежуточных результатов и возможного изменения его хода;
- изучать явление в динамике (т.е. наблюдать его развитие в пространстве и времени);
- осуществить операцию, невозможную в натурном эксперименте – изменять пространственно-временные масштабы протекания явления;
- задавать необходимые условия проведения эксперимента и параметры исследуемой системы объектов, не опасаясь за ее состояние, а также безопасность и сохранность компонентов экспериментальной установки;

- сопровождать модельный эксперимент визуальной интерпретацией закономерных связей между параметрами исследуемой системы (в форме динамичных графиков, диаграмм, схем и пр.);
- исследовать явление в «чистом» виде, точно воспроизводя требуемые условия его протекания;
- акцентировать, благодаря эффектам мультимедиа, внимание учащихся на главном в изучаемом явлении и способствовать тем самым более глубокому пониманию его сущности.

При использовании интерактива как функции новой среды обучения к ранее указанным преимуществам виртуального эксперимента добавляются новые:

- обеспечение деятельностного подхода к обучению, ориентированного на развитие ключевых компонентов учебной активности школьников: ее мотивационно- потребностной сферы (в частности интереса к учению), умения планировать свои действия, выполнять и контролировать качество их исполнения;
- развитие познавательной самостоятельности учащихся, определяющей успех в реализации их учебной активности;
- создание условий для творческой деятельности учащихся.

Глава II Система электронного моделирования схем Electronics Workbench

2.1. Знакомство с виртуальной лабораторией Electronics Workbench

Одной из виртуальных лабораторий, удовлетворяющих всем вышеизложенным требованиям является виртуальная лаборатория Electronics Workbench. Она является системой схемотехнического моделирования и предназначена для моделирования и анализа электрических схем.

История создания программы Electronics Workbench (EWB) начинается с 1989 г. Ранние версии программы состояли из двух независимых частей. С помощью одной половины программы можно было моделировать аналоговые устройства, с помощью другой — цифровые. Такое "раздвоенное" состояние создавало определенные неудобства, особенно при моделировании смешанных аналого-цифровых устройств. В 1996 г. в версии 4.1 эти части были объединены и через полгода выпущена пятая версия программы. Она дополнена средствами анализа примерно в объеме программы Micro-Cap V, переработана и несколько расширена библиотека компонентов. Средства анализа цепей выполнены в типичном для всей программы ключе — минимум усилий со стороны пользователя. Дальнейшим развитием Electronics Workbench является программа Electronics Workbench Layout, предназначенная для разработки печатных плат. На сегодняшний день имеется десятая версия программы.

2.2. Основные принципы создания схемы в Electronics Workbench

Работа с электронной системой моделирования Electronics Workbench включает в себя три основных этапа: создание схемы, выбор и подключение

измерительных приборов, и, наконец, активация схемы – расчет процессов, протекающих в исследуемом устройстве.

В общем случае процесс создания схемы начинается с размещения на рабочем поле Electronics Workbench компонентов из библиотеки программы. Четырнадцать разделов библиотеки программы Electronics Workbench поочередно могут быть вызваны с помощью иконок, расположенных на панели инструментов (рис. 1). Каталог выбранного раздела библиотеки располагается в вертикальном окне справа или слева от рабочего поля (устанавливается в любое место перетаскиванием стандартным способом – за шапку заголовка). Для открытия каталога нужного раздела библиотеки необходимо подвести курсор мыши к соответствующей иконке и нажать один раз ее левую кнопку, после чего серый фон иконки меняется на светло-серый. Необходимый для создания схемы значок (символ) компонента переносится из каталога на рабочее поле программы движением мыши при нажатой левой кнопке, после чего кнопка отпускается (для фиксирования символа). При размещении компонентов схемы на рабочем поле программы можно также воспользоваться контекстным меню, возникающим при нажатии на правую клавишу мыши на свободном месте рабочего поля. На этом этапе необходимо предусмотреть место для размещения контрольных точек и иконок контрольно-измерительных приборов.

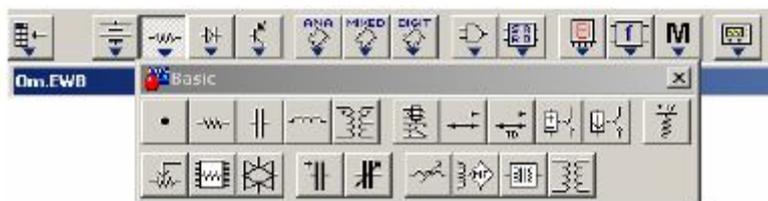


Рис. 1. Каталоги библиотеки компонентов Electronics Workbench
Выделенный компонент схемы (отображается красным цветом) можно повернуть (с помощью сочетания клавиш Ctrl+R, контекстного меню, кнопок на панели инструментов или пункта меню Circuit>Rotate) или зеркально отразить относительно вертикальной (горизонтальной) оси (команда меню Circuit>Flip Vertical Horizontal), контекстное меню, кнопки на панели

инструментов). При повороте большинство компонентов поворачиваются на 90° против часовой стрелки при каждом выполнении команды, для измерительных приборов (амперметр, вольтметр и др.) меняются местами клеммы подключения.

В готовой схеме пользоваться поворотом и отражением элементов нецелесообразно, поскольку это чаще всего приводит к путанице соединительных проводов – в этом случае компонент нужно отключить от цепи, и только потом вращать (отражать).

С помощью двойного щелчка по значку компонента можно изменить его свойства. В раскрывающемся диалоговом окне устанавливаются требуемые параметры (цвет проводника, сопротивление резистора, тип транзистора и т.д.) и выбор подтверждается нажатием кнопки «Ok» или клавиши «Enter» на клавиатуре.

Для большого числа компонентов можно выбрать параметры, соответствующие реальным элементам (диодам, транзисторам и т.п.) различных производителей.

Если в схеме используются компоненты одинакового номинала (например, резисторы с одинаковым сопротивлением), то номинал такого компонента рекомендуется задать непосредственно в каталоге библиотеки, и затем переносить компоненты в нужном количестве на рабочее поле. Для изменения номинала компонента необходимо два раза щелкнуть мышью по символу его графического изображения и в раскрывающемся после этого окне внести изменения.

При создании схем удобно также пользоваться динамическим меню, которое вызывается нажатием правой кнопки мыши. Меню содержит команды Help (помощь), Paste (вставить), Zoom In (увеличить), Zoom Out (уменьшить), Schematic Options (параметры схемы), а также команды Add <Название компонента>. Эта команда позволяет добавить на рабочее поле компоненты, не обращаясь к каталогам библиотеки. Количество команд Add <Название

компонента> в списке меню определяется количеством типов компонент (резисторов, знака заземления и т.д.), уже имеющихся на рабочем поле. После размещения компонентов производится соединение их выводов проводниками. При этом необходимо учитывать, что к выводу компонента можно подключить только один проводник. Для выполнения подключения курсор мыши подводится к выводу компонента и после появления площадки нажимается левая кнопка и появляющийся при этом проводник протягивается к выводу другого компонента до появления на нем такой же площадки, после чего кнопка мыши отпускается, и соединение готово. При необходимости подключения к этим выводам других проводников в библиотеке Basic выбирается точка (символ соединения) и переносится на ранее установленный проводник. Чтобы точка почернела (первоначально она имеет красный цвет), необходимо щелкнуть мышью по свободному месту рабочего поля. Если эта точка действительно имеет электрическое соединение с проводником, то она полностью окрашивается черным цветом. Если на ней виден след от пересекающего проводника, то электрического соединения нет и точку необходимо установить заново. После удачной установки к точке соединения можно подключить еще два проводника. Если соединение нужно разорвать, курсор подводится к одному из выводов компонентов или точке соединения и при появлении площадки нажимается левая кнопка, проводник отводится на свободное место рабочего поля, после чего кнопка отпускается.

Если при отключении проводника от точки соединения к ней остаются присоединенными только два проводника, то она автоматически удаляется из схемы, что иногда бывает неудобным.

Отключить данный тип поведения можно, сбросив флажок с опции «Auto-delete connectors» (Circuit>Schematic Options...>Wiring). Если необходимо подключить вывод к имеющемуся на схеме проводнику, то проводник от вывода компонента курсором подводится к указанному проводнику и после появления точки соединения кнопка мыши отпускается. Следует отметить,

что прокладка соединительных проводников производится автоматически, причем препятствия – компоненты и другие проводники – огибаются по ортогональным направлениям (по горизонтали или вертикали). Точка соединения может быть использована не только для подключения проводников, но и для введения надписей (например, указания величины тока в проводнике, его функционального назначения и т.п.). Для этого необходимо дважды щелкнуть по точке и в раскрывшемся окне ввести необходимую надпись. При обозначении компонентов необходимо придерживаться рекомендаций и правил, предусмотренных ЕСКД (единой системой конструкторской документации). Подключение к схеме контрольно-измерительных приборов производится аналогично. Для таких приборов, как осциллограф или логический анализатор, соединения целесообразно проводить цветными проводниками, поскольку их цвет определяет цвет соответствующей осциллограммы.

Каждый элемент может быть передвинут на новое место. Для этого он должен быть выделен и перетащен с помощью мышки. При этом расположение соединительных проводов изменится автоматически. Можно также переместить целую группу элементов: для этого их нужно последовательно выделять мышкой при нажатой клавише Ctrl, а затем перетащить их в новое место. Если необходимо переместить отдельный сегмент проводника, к нему подводится курсор, нажимается левая кнопка и, после появления в вертикальной или горизонтальной плоскости двойного курсора, производятся нужные перемещения.

После подготовки схемы рекомендуется составить ее описание (соответствующее окно вызывается из меню Window > Description или с помощью сочетания клавиш Ctrl+D).

2.3. Описание основных компонентов

Как уже говорилось, в электронной системе Electronic Workbench имеется четырнадцать разделов библиотеки компонентов, которые могут быть использованы при моделировании. Ниже приводится краткая справка по основным (естественно, не всем) компонентам. После названия в скобках приведены параметры компонента, которые могут быть изменены пользователем.

Favorites

В этом разделе библиотеки размещаются подсхемы, если они имеются в данной схеме (в исходном состоянии раздел пуст). В Electronics Workbench участок большой схемы может быть преобразован в подсхему, которая обозначается как небольшой прямоугольник с выводами. Для создания подсхемы нужно выделить участок схемы, причем линии выделения должны пересекать те проводники, которые в дальнейшем станут выводами подсхемы. Не относящиеся к будущей подсхеме проводники и компоненты не должны попадать в выделенную область. После этого вызывается диалоговое окно создания подсхемы (Circuit > Create Subcircuit или клавиатурное сокращение Ctrl+B), в котором в строке Name вводится имя подсхемы, после чего возможны следующие варианты:

- Copy from Circuit – подсхема копируется с указанным названием в раздел библиотеки Favorites без внесения изменений в исходную схему;
- Move from Circuit – выделенная часть вырезается из общей схемы и в виде подсхемы с присвоенным ей именем копируется в раздел библиотеки Favorites;
- Replace in Circuit – выделенная часть заменяется в исходной схеме подсхемой с присвоенным ей именем с одновременным копированием ее в раздел библиотеки Favorites.

Для просмотра или редактирования подсхемы нужно дважды щелкнуть мышью по ее значку. Редактирование подсхемы производится по общим правилам редактирования схем. При создании дополнительного вывода подсхемы необходимо из соответствующей точки подсхемы курсором мыши протянуть проводник к краю окна подсхемы до появления контактной площадки, после чего отпустить левую кнопку мыши. Для удаления вывода необходимо курсором мыши ухватиться за его контактную площадку у края окна подсхемы и вынести ее за пределы окна.

Введение в подсхему «земли» нецелесообразно, поскольку при большом количестве таких подсхем замедляется процесс моделирования. Лучше предусмотреть в подсхеме отдельный вывод, который затем будет заземлен. После этого в разделе библиотеки Favorites появляется изображение созданной подсхемы, которая затем может быть использована точно также как и любые другие элементы, содержащиеся в разделах библиотеки Electronics Workbench. Использование подсхем позволяет получить компактную схему сложного устройства.

Sources

Источники сигналов. Следует отметить, что под источниками сигналов подразумеваются не только источники питания, но и управляемые источники.



Батарея (напряжение). Длинная полоска соответствует положительной клемме.



Заземление (метка).



Источник постоянного тока (ток).



Источник переменного синусоидального напряжения (эффективное значение напряжения, частота, фаза).



Источник переменного синусоидального тока (эффективное значение тока, частота, фаза).



Источник напряжения, управляемый током или напряжением (коэффициент передачи).



Источник тока, управляемый током или напряжением (коэффициент передачи).



Источники фиксированного напряжения +5 и +15 В,
Соответственно



Генератор однополярных прямоугольных импульсов (амплитуда, частота, коэффициент заполнения)



Генератор амплитудно-модулированных колебаний (напряжение и частота несущей, коэффициент и частота модуляции)



Генератор фазомодулированных колебаний (напряжение и частота несущей, индекс и частота модуляции).



Источник напряжения синусоидальной формы, управляемый напряжением.



Источник напряжения треугольной формы, управляемый напряжением.



Источник напряжения прямоугольной формы, управляемый напряжением.



Ждущий мультивибратор



Источник напряжения с кусочно-линейной зависимостью генерируемого сигнала от времени, определяемой внешним файлом (имя файла)



Кусочно-линейный источник напряжения, управляемый напряжением.



Источник синусоидальных колебаний в двумя predetermined частотами, выбор одной из которых определяется внешним сигналом (амплитуда, частота, частота).



Полиномиальный источник напряжения (коэффициенты полинома)



Нелинейный источник напряжения (вид нелинейной зависимости).

Basic

Библиотека, в которой собраны все пассивные компоненты, а также коммуникационные устройства



Точка соединения. К ней может быть подключено не более четырех проводников.



Резистор (сопротивление).



Конденсатор (емкость).



Катушка индуктивности (индуктивность).



Трансформатор



Реле



Переключатель, управляемый нажатием заданной клавиши (по умолчанию – пробел).



Переключатель, автоматически срабатывающий через заданное время на включение и выключение (время включения и выключения, с).



Выключатели, срабатывающие в заданном диапазоне входных напряжений или токов (напряжение или ток включения и выключения).



Источник постоянного напряжения с последовательно включенным резистором (напряжение, сопротивление).



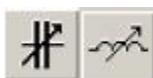
Потенциометр (реостат). Параметр «Key» определяет символ клавиши клавиатуры (по умолчанию R), при нажатии на которую сопротивление уменьшается на заданную в процентах величину (параметр «Increment», по умолчанию 5%) или увеличивается на такую же величину при нажатии клавиш Shift+«Key». Параметр «Setting» задает начальную установку сопротивления в процентах (по умолчанию – 50%), параметр «Resistance» задает номинальное значение сопротивления.



Сборка из восьми независимых резисторов одинакового номинала (сопротивление).



Электролитический конденсатор (емкость).



Конденсатор и катушка индуктивности переменной емкости. Действуют аналогично потенциометру.

Diodes

Диоды.



Полупроводниковый диод



Диод Шоттки



Стабилитрон



Светодиод



Тиристор или динистор



Выпрямительный мост



Симметричный динистор



Симметричный тринистор
или диак или триак .

Transistors

Транзисторы



Биполярные n-p-n и p-n-p транзисторы, соответственно.



Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом .



Полевые МОП-транзисторы с изолированным затвором (n-канальные с обогащенной подложкой и p-канальные с обедненной подложкой), с отдельными или соединенными выводами подложки и истока .



Полевые МОП-транзисторы с изолированным затвором (n- канальные с обогащенным затвором и p-канальные с обедненным затвором), с отдельными или соединенными выводами подложки и истока .



Арсенид-галлиевые n- и p-канальный полевые транзисторы.

Indicators

Индикаторные устройства.



Вольтметр с цифровым отсчетом (внутреннее сопротивление, режим измерения постоянного или переменного тока). Отрицательная клемма показана утолщенной черной линией.



Амперметр с цифровым отсчетом (внутреннее сопротивление, режим измерения постоянного или переменного тока). Отрицательная клемма показана утолщенной черной линией.



Лампа накаливания (напряжение, мощность).



Светоиндикатор (цвет свечения).



Звуковой индикатор (частота звукового сигнала, напряжение и ток срабатывания).



Семисегментный индикатор.

Miscellaneous

компоненты смешанного типа



Плавкий предохранитель.



Электровакuumный триод.



Линия передачи с потерями.



Линия передачи без потерь.



Коллекторный электродвигатель.



Импульсный постоянного тока
стабилизатор напряжения.



Текстовый блок.



Блок заголовка.

Instruments

Контрольно-измерительные приборы.



Мультиметр.



Осциллограф.



Функциональный генератор.



Измеритель АЧХ и ФЧХ.

Панель контрольно-измерительных приборов содержит цифровой мультиметр, функциональный генератор, двухканальный осциллограф, измеритель амплитудно-частотных и частотных характеристик и другие приборы. Общий порядок работы с приборами такой: иконка прибора курсором мыши переносится на рабочее поле и подключается проводниками к исследуемой схеме. Для приведения прибора в рабочее (развернутое) состояние необходимо дважды щелкнуть курсором по его иконке.

Мультиметр. На лицевой панели мультиметра расположен дисплей для отображения результатов измерения, клеммы для подключения к схеме, и кнопки управления:

- выбор режима измерения тока, напряжения, сопротивления и ослабления (затухания);
- выбор режима измерения переменного или постоянного тока;
- режим установки параметров мультиметра.



Рис. 2. Мультиметр.

После нажатия на кнопку установки параметров мультиметра открывается диалоговое окно, в котором можно выставить следующие параметры:

- Ammeter resistance — внутреннее сопротивление амперметра;
- Voltmeter resistance — входное сопротивление вольтметра;
- Ohmmeter current — ток через контролируемый объект;
- Decibel standard — установка эталонного напряжения V_1 при измерении ослабления или усиления в децибелах (по умолчанию $V_1=1\text{В}$). При этом для коэффициента передачи используется формула: $K=20 \log(V_2/V_1)$, где V_2 — напряжение в контролируемой точке, K измеряется в децибелах.

Функциональный генератор. Лицевая панель функционального генератора показана на рис. 3. Управление генератором осуществляется следующими органами управления:

- выбор формы выходного сигнала: синусоидальной (установлен по умолчанию), треугольной и прямоугольной;
- установка частоты выходного сигнала;
- установка коэффициента заполнения в %: для импульсных сигналов это отношение длительности импульса к периоду повторения — величина, обратная скважности, для треугольных сигналов — соотношение между длительностями переднего и заднего фронта;
- установка амплитуды выходного сигнала;
- установка смещения (постоянной составляющей) выходного сигнала;

- выходные зажимы; при заземлении клеммы COM (общий) клеммах "-" и "+" получается парафазный сигнал.

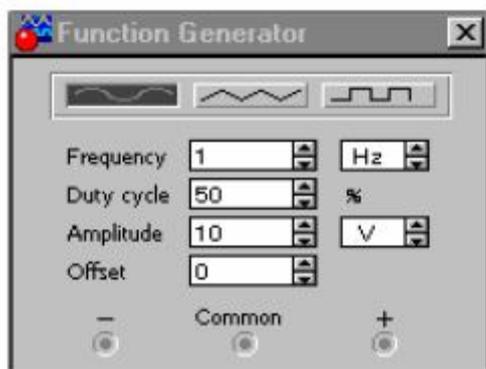


Рис. 3. Функциональный генератор.

Осциллограф. Лицевая панель осциллографа показана на рис. 4. Осциллограф имеет два канала (CHANNEL) А и В с отдельной регулировкой чувствительности в диапазоне от 10 мкВ/дел (mV/Div) до 5 кВ/дел (kV/Div) и регулировкой смещения по вертикали (Y POS). Выбор режима по входу осуществляется нажатием кнопок AC, 0, DC. Режим AC предназначен для наблюдения только сигналов переменного тока (его еще называют режимом «закрытого входа», поскольку в этом режиме на входе усилителя включается разделительный конденсатор, не пропускающий постоянную составляющую). В режиме 0 входной зажим замыкается на землю. В режиме DC (включен по умолчанию) можно проводить осциллографические измерения как постоянного, так и переменного тока. Этот режим еще называют режимом «открытого входа», поскольку входной сигнал поступает на вход вертикального усилителя непосредственно. С правой стороны от кнопки DC расположен входной зажим. Режим развертки выбирается кнопками Y/T, V/A, A/V. В режиме Y/T (обычный режим, включен по умолчанию) реализуются следующие режимы развертки: по вертикали – напряжение сигнала, по горизонтали – время; в режиме V/A: по вертикали – сигнал канала В, по горизонтали – сигнал канала А; в режиме A/V: по вертикали – сигнал канала А, по горизонтали – сигнал канала В.

В режиме развертки Y/T длительность развертки (TIME BASE) может быть задана в диапазоне от 0,1 нс/дел (ns/div) до 1 с/дел (s/div) с возможностью установки смещения в тех же единицах по горизонтали, т.е. по оси X (X POS).

В режиме Y/T предусмотрен также ждущий режим (TRIGGER) с запуском развертки (EDGE) по переднему или заднему фронту запускающего сигнала (выбирается нажатием соответствующих кнопок) при регулируемом уровне (LEVEL) запуска, а также в режиме AUTO (от канала A или B), от канала A, от канала B или от внешнего источника (EXT), подключаемого к зажиму в блоке управления TRIGGER.

Названные режимы запуска развертки выбираются кнопками AUTO, A, B, EXT.

Заземление осциллографа осуществляется с помощью клеммы GROUND в правом верхнем углу прибора.

При нажатии на кнопку ZOOM лицевая панель осциллографа существенно изменяется – увеличивается размер экрана, появляется возможность прокрутки изображения по горизонтали и его сканирования с помощью вертикальных визирных линий (синего и красного цвета), которые за треугольные ушки (они обозначены также цифрами 1 и 2) могут быть курсором установлены в любое место экрана. При этом в индикаторных окошках под экраном приводятся результаты измерения напряжения, временных интервалов и их приращений (между визирными линиями).

Изображение можно инвертировать нажатием кнопки REVERSE, а также можно записать данные в текстовый файл с помощью кнопки SAVE. Возврат к исходному состоянию осциллографа осуществляется с помощью кнопки REDUCE.

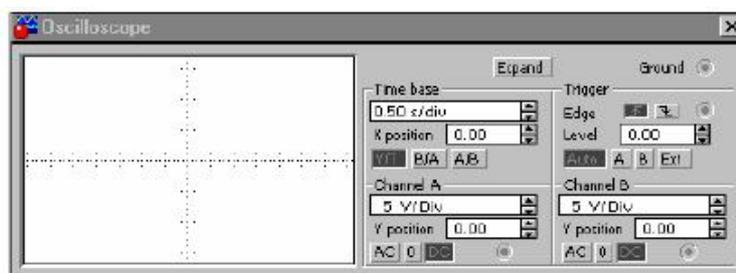


Рис. 4. Осциллограф

Измеритель АЧХ и ФЧХ.

Лицевая панель измерителя АЧХ-ФЧХ показана на рис. 5. Измеритель предназначен для анализа амплитудно-частотных (при нажатой кнопке MAGNITUDE, включена по умолчанию) и фазо- частотных (при нажатой кнопке PHASE) характеристик при логарифмической (кнопка LOG, включена по умолчанию) или линейной (кнопка LIN) шкале по осям Y (VERTICAL) и X (HORIZONTAL).

Настройка измерителя заключается в выборе пределов измерения коэффициента передачи и вариации частоты с помощью кнопок в окошках F – максимальное и I – минимальное значение. Значение частоты и соответствующее ей значение коэффициента передачи или фазы индицируются в окошках в правом нижнем углу измерителя. Значения указанных величин в отдельных точках АЧХ или ФЧХ можно получить с помощью вертикальной визирной линии, находящейся в исходном состоянии в начале координат и перемещаемой по графику мышью или кнопками ←, →. Результаты измерения можно записать также в текстовый файл. Для этого необходимо нажать кнопку SAVE и в диалоговом окне указать имя файла (по умолчанию предлагается имя схемного файла). В полученном таким образом текстовом файле «*.bod» АЧХ и ФЧХ представляются в табличном виде. Подключение прибора к исследуемой схеме осуществляется с помощью зажимов IN (вход) и OUT (выход). Левые клеммы зажимов подключаются соответственно к входу и выходу исследуемого устройства, а правые – к общей шине. Ко входу устройства необходимо подключить функциональный

генератор или другой источник переменного напряжения, при этом каких-либо настроек в этих устройствах не требуется.

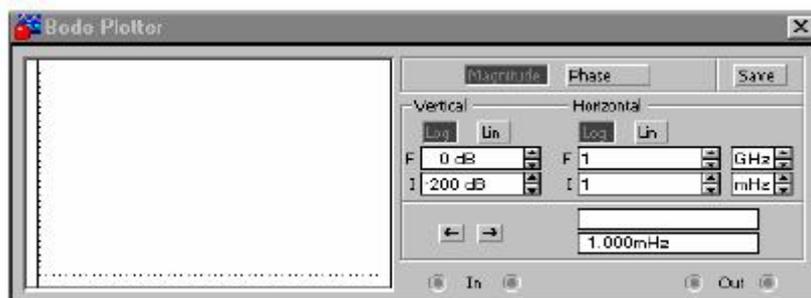


Рис. 5. Измеритель АЧХ ФЧХ.

2.4. Анализ схем

Концепция электронной лаборатории с виртуальными измерительными приборами, заложенная в систему моделирования Electronics Workbench, существенно облегчает проведение самого сложного этапа – расчета процессов, протекающих в радиоэлектронном устройстве. После составления схемы и подключения к схеме измерительных приборов для начала анализа цепи достаточно нажать кнопку *Activate/Stop*, находящуюся в левом углу панели инструментов. Рассчитанные значения токов, напряжений или сопротивлений показываются на экранах измерительных приборов. Аналогичный порядок работы имеет место в реальной лаборатории с реальными измерительными приборами. Процесс моделирования можно временно приостановить, нажав кнопку *Pause*. Для запуска, прекращения или временного приостановления процесса моделирования можно также воспользоваться соответствующими командами пункта меню *Analysis >* (*Activate, Stop, Pause*) или «горячими» клавишами *Ctrl+G, F9, Ctrl+T*, соответственно.

На втором этапе моделирования можно изменить параметры элементов, удалить или добавить радиоэлементы, подключить приборы к другим контрольным точкам схемы и т.п. После таких изменений, как правило, требуется снова активизировать цепь, нажимая кнопку *Activate/Stop*. При использовании переменных резисторов, конденсаторов или катушек изменение процессов в цепи можно наблюдать, как правило, не прекращая моделирование. Однако при этом увеличивается погрешность получаемых результатов. Поэтому для получения надежных результатов расчет рекомендуется повторить при фиксированных параметрах.

В зависимости от типа подключенного прибора программа Electronics Workbench автоматически настраивается на выполнение следующих основных видов анализа:

- DC Operating Point – расчет режима по постоянному току, при включении мультиметра, амперметров и вольтметров для измерения постоянных токов и напряжений;
- AC Frequency – расчет частотных характеристик, при включении измерителя АЧХ и ФЧХ, а также мультиметра, амперметров и вольтметров для измерения гармонических токов и напряжений;
- Transient – расчет переходных процессов, при использовании осциллографа.

В программе Electronics Workbench предусмотрен также другой порядок анализа схемы – выбор режимов анализа с помощью меню Analysis.

Указанные выше режимы анализа электрической цепи можно получить, выбирая соответствующие команды пункта меню Analysis.

Кроме этого, с помощью команды Analysis > Analysis Options (клавиатурное сокращение Ctrl+Y) можно установить параметры моделирования. После выбора данной команды появляется диалоговое окно, содержащее пять закладок:

Закладка «Global» – настройки общего характера, задаются с помощью следующих параметров:

- ABSTOL – абсолютная ошибка расчета токов;
- GMIN – минимальная проводимость ветви цепи (проводимость ветви, меньшая GMIN, считается равной нулю);
- PIVREL, PIVTOL – относительная и абсолютная величины элемента строки матрицы узловых проводимостей (например, при расчете по методу узловых потенциалов), необходимые для его выделения в качестве ведущего элемента;
- RELTOL – допустимая относительная ошибка расчета напряжений и токов;
- TEMP – температура, при которой проводится моделирование;
- VNTOL – допустимая ошибка расчета напряжений в режиме Transient (анализ несходных процессов);
- CHGTOL – допустимая ошибка расчета зарядов;

- RAMPTIME – начальная точка отсчета времени при анализе переходных процессов
- CONVSTEP – относительный размер шага итерации при расчете режима по постоянному току;
- CONVABSTEP – абсолютный размер шага итерации при расчете режима по постоянному току;
- CONVLIMIT – включение или выключение дополнительных средств для обеспечения сходимости итерационного процесса;
- RSHUNT – допустимое сопротивление утечки для всех узлов относительно общей шины (заземления).
- Temporgary... – объем дисковой памяти для хранения временных файлов (в Мбайт).

Закладка «DC» – настройка для расчета режима по постоянному току (статический режим):

- ITL1 – максимальное количество итераций приближенных расчетов;
- GMINSTEPS – размер приращения проводимости в процентах от GMIN (используется при слабой сходимости итерационного процесса);
- SRCSTEPS – размер приращения напряжения питания в процентах от его номинального значения при вариации напряжения питания (используется при слабой сходимости итерационного процесса).

Кнопка Reset Defaults предназначена для установки по умолчанию параметров и используется в том случае, если после редактирования необходимо вернуться к исходным данным.

Закладка «Transient» – настройка параметров режима анализа переходных процессов:

- ITL4 – максимальное количество итераций за время анализа переходных процессов;
- MAXORD – максимальный порядок (от 2 до 6) метода интегрирования дифференциального уравнения;
- TRTOL – допуск на погрешность вычисления переменной;

- METHOD – метод приближенного интегрирования дифференциального уравнения: TRAPEZOIDAL – метод трапеций, GEAR – метод Гира;
- ACCT – разрешение на вывод статистических сообщений о процессе моделирования.

Закладка «Device» – выбор параметров МОП-транзисторов:

- DEFAD – площадь диффузионной области стока, м²;
- DEFAS – площадь диффузионной области истока, м²;
- DEFL – длина канала полевого транзистора, м;
- DEFW – ширина канала, м;
- TNOM – номинальная температура компонента;
- BYPASS – включение или выключение нелинейной части модели компонента;
- TRYTOCOMPACT – включение или выключение линейной части модели компонента.

Закладка «Instruments» – настройка параметров контрольно-измерительных приборов.

- Pause after each screen – пауза (временная остановка моделирования) после заполнения экрана осциллографа по горизонтали (Oscilloscope);
- Generate time steps automatically – автоматическая установка временного шага (интервала) вывода информации на экран;
- Minimum number of time points – минимальное количество отображаемых точек за период наблюдения (регистрации);
- TMAX – промежуток времени от начала до конца моделирования;
- Set to Zero – установка в нулевое (исходное) состояние контрольно-измерительных приборов перед началом моделирования;
- User-defined – управление процессом моделирования проводится пользователем (ручной пуск и остановка);
- Calculate DC operating point – выполнение расчета режима по постоянному току;

- Points per cycle – количество отображаемых точек при выводе амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик (Bode plotter);
- use engineering notation – использование инженерной системы обозначений единиц измерения (например, напряжения будут выводиться в милливольтмах (mV), микровольтмах (µV), нановольтах (nV) и т.д.).

В электронной системе моделирования ELECTRONICS WORKBENCH по умолчанию установлен достаточно большой шаг численного интегрирования. Для повышения точности и корректности результатов анализа переходных процессов, особенно в узкополосных цепях, в цепях с нелинейными элементами и в других сложных цепях, рекомендуется выбрать пункт меню Analysis>Analysis Option> Transient и установить следующие значения параметров: ITL4 = 100...1000 и TRTOL= 1 ... 0.1

Глава III. Использование Electronics Workbench на уроках физики

3.1. Виды учебной деятельности с применением Electronics Workbench

Идея виртуальной физической лаборатории неоригинальна, однако полноценных, профессиональных реализаций на русском языке практически не существует. Основная масса прикладных программ, имеющихся в настоящее время на российском рынке, ориентирована на квалифицированного пользователя, и в учебных целях могут быть использованы исключительно в технических ВУЗах. Для средней школы преобладают компьютерные учебники с возможностями элементарных моделирующих систем. Такое состояние вопроса дало возможность реализовать идею виртуальной школьной лаборатории. Все лабораторные работы выполняются учащимися непосредственно в компьютерном классе, после предварительного знакомства с предметом исследования и целью лабораторной работы. Результаты исследований оформляются в виде отчетов, включающих в себя компьютерные распечатки. Однако использование виртуальной лаборатории на базе программы Electronics Workbench не ограничивается только проведением лабораторных работ — компьютер будет полезен учащимся и при решении задач. Возможность моделировать на ПЭВМ схемы любой степени сложности позволяют построить урок физики, посвященный решению задач, следующим образом: ученики, получив задание, самостоятельно проводят расчеты, после чего моделируют заданную схему на экране компьютера. Показания приборов, установленных в схеме позволят судить: правильно или нет, рассчитана схема. Интерфейс программы Electronics Workbench интуитивно понятен. Поэтому учителям физики не составит труда для разработки учебных материалов по практическому применению данной программы на своих уроках.

В школьном курсе физики электронная система моделирования Electronics Workbench может использоваться для:

- демонстрации принципиальных электрических схем
- условных обозначений электронных компонентов
- объяснения принципа действия, как отдельных электрических компонентов, так и сложных схем
- анализа полученных измерений
- тренировки навыков и умений по построению электрических схем
- контроля знаний
- проведения лабораторных работ
- проведения практикумов
- проведения игровых занятий и конкурсов

3.2. Примерный перечень тем по физике в которых можно применить программу Electronics Workbench

№	Название темы	Классы
1	Электрическая цепь.	8
2	Сила тока. Амперметр.	8
3	Электрическое напряжение. Вольтметр.	8
4	Электрическое сопротивление.	8
5	Закон Ома для участка цепи.	8,10
6	Удельное сопротивление. Реостаты.	8
7	Виды соединений проводников.	8,10
8	Работа электрического тока. Мощность тока.	8,10
9	Короткое замыкание. Предохранители.	8
10	Электрическая ёмкость.	10
11	Закон Ома для полной цепи	10
12	Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников	10

13	Полупроводниковые диоды	10
14	Полупроводниковые транзисторы	10
15	Колебательный контур	11
16	Активное и реактивное сопротивление	11
17	Мощность переменного тока	11
18	Автогенератор на транзисторе	11
19	Амплитудная и частотная модуляция	11
20	Детекторный приемник	11
21	Переменный ток	9,11
22	Мгновенное, действующее, амплитудное значения силы тока и напряжения.	11
23	Трансформатор переменного тока	11
24	Фотоэлектрический эффект	11

3.3. Лабораторные работы по физике с применением электронной системы моделирования Electronics Workbench

Лабораторная работа №1.

Исследование простейшей электрической цепи.

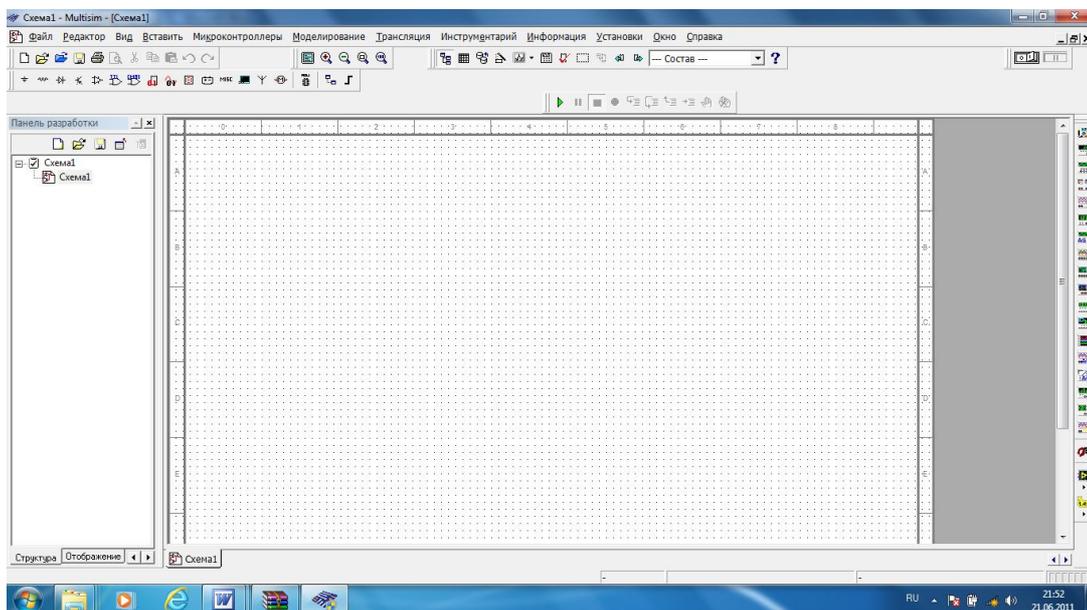
Цель работы: Собрать простейшую электрическую цепь в электронной системе моделирования Electronics Workbench и исследовать её работу.

Виртуальные компоненты: источник постоянного тока, лампа накаливания, ключ, соединительные провода.

Ход работы:

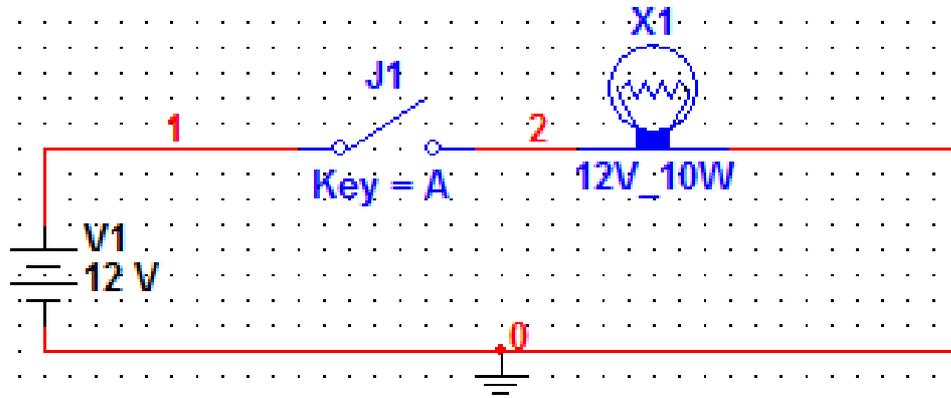
Для исследования простейшей электрической цепи с помощью электронной системы моделирования необходимо:

1. Запустить программу Electronics Workbench.

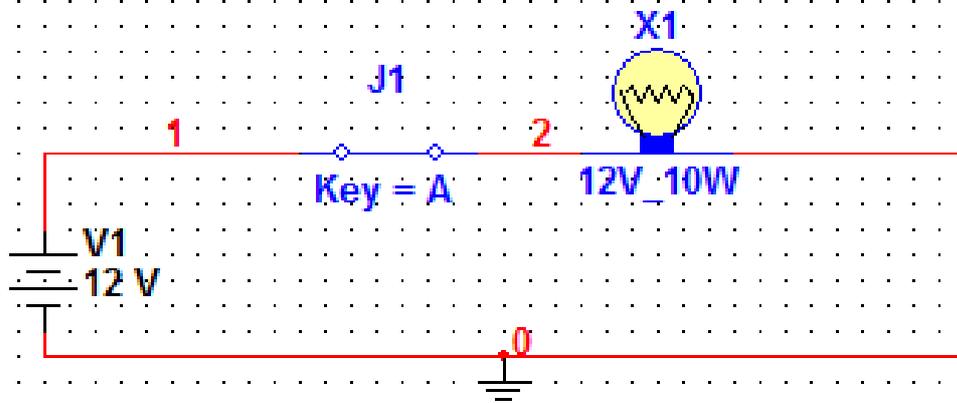


2. На панели компонентов найдите условные обозначения источника постоянного тока, ключа, лампы накаливания и разместите их на рабочем поле программы.
3. С помощью мыши(стилуса, если используется интерактивная доска) произведите соединение компонентов проводниками.

- К минусовому проводу(можно и к плюсовому) источника тока подключите компонент «Заземление».
- Включите питание схемы.



- Замкните ключ и наблюдайте загорание лампы.



Контрольные вопросы:

- Из каких элементов состоит электрическая цепь?
- Какую роль играет источник питания в электрической цепи?
- Какую роль играет ключ?
- Что случится, если поменять полярность источника тока?
- Что случится, если увеличить напряжение источника тока?

б) Что случится, если заменить лампу накаливания на 5v? На 30v?

Проверьте свои предположения на опыте.

Лабораторная работа №2.

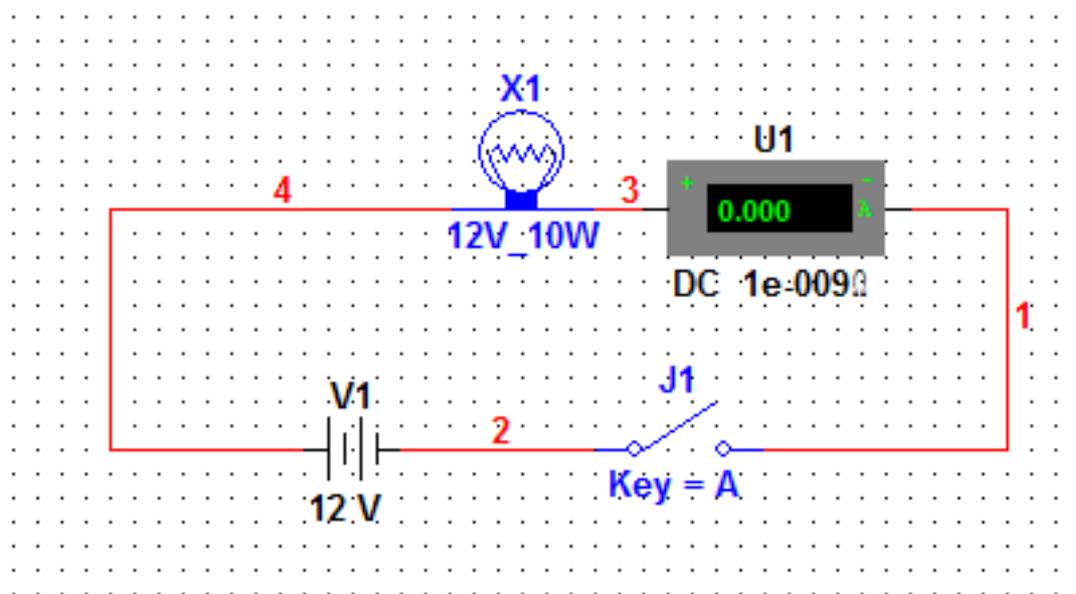
Измерение силы тока в электрической цепи.

Цель работы: научиться измерять силу тока в электрической цепи.

Виртуальные компоненты: источник постоянного тока, ключ, лампа накаливания, амперметр, соединительные провода.

Ход работы:

1. Запустите программу Electronics Workbench.
2. На панели компонентов найдите условные обозначения источник а тока, ключа, лампы накаливания, амперметра и разместите их на рабочем поле.
3. Произведите с помощью мыши соединение проводниками компонентов цепи.



4. Замкните ключ и наблюдайте за показанием амперметра.

Контрольные вопросы.

- 1) Как подключается амперметр в электрическую цепь?
- 2) Какое значение силы тока зафиксировал амперметр?

- 3) Какое значение силы тока покажет второй амперметр, подключенный к цепи?
- 4) Что случится если включить амперметр в электрическую цепь без нагрузки?
- 5) Что случится если амперметр включить в цепь параллельно?

Лабораторная работа №3.

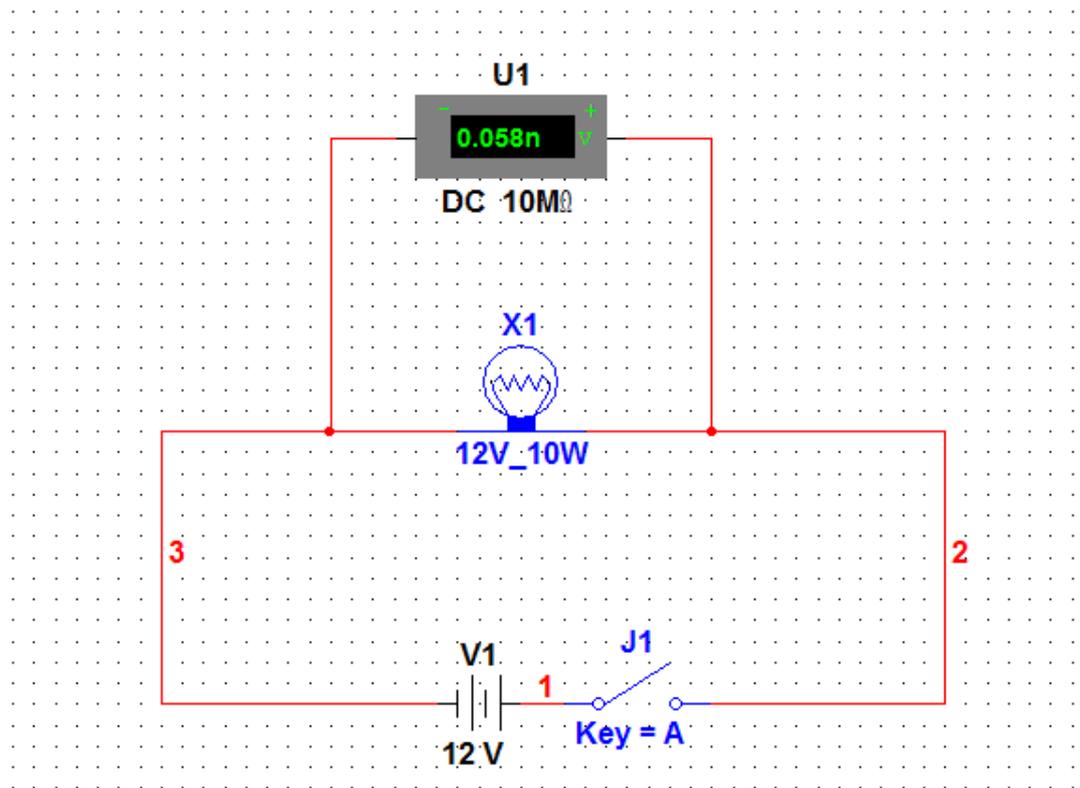
Измерение напряжения на различных участках цепи.

Цель работы: научиться измерять напряжение на участке цепи.

Виртуальные компоненты: источник постоянного тока, ключ, лампа накаливания, вольтметр, соединительные провода.

Ход работы:

1. Запустите программу Electronics Workbench.
2. На панели компонентов найдите условные обозначения источника тока, лампы накаливания, вольтметра, ключа, заземления и разместите их на рабочем поле программы.
3. Произведите соединение компонентов проводниками при помощи компьютерной мыши.



4. Включите питание схемы.

5. Замкните ключ и измерьте напряжение на лампочке накаливания.

Контрольные вопросы.

- 1) Какое значение напряжения зафиксировал вольтметр?
- 2) Как подключается вольтметр в электрическую цепь?
- 3) Что случится если вольтметр включить в цепь последовательно?

Лабораторная работа №4.

Электрическое сопротивление.

Цель работы: исследовать зависимость силы тока от сопротивления резистора.

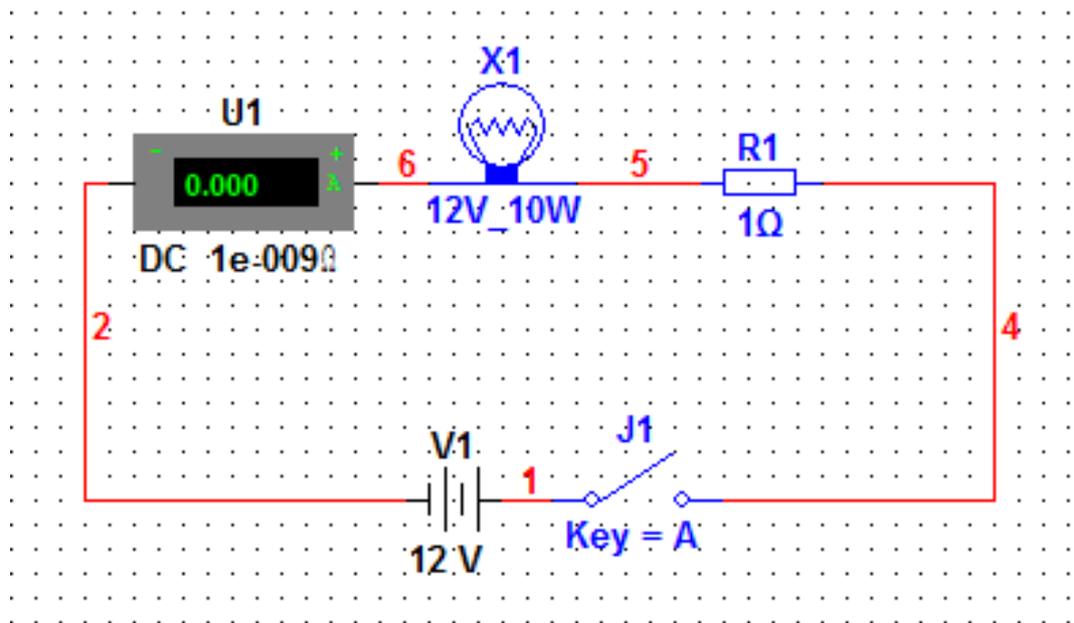
Виртуальные компоненты: источник постоянного тока, ключ, резистор, лампа накаливания, амперметр, соединительные провода.

Ход работы:

1. Запустите программу Electronics Workbench.

2. Найдите на панели компонентов условные обозначения источника тока, лампы накаливания, резистора, ключа, амперметра и разместите их на рабочем поле программы.

3. Произведите соединение компонентов проводниками при помощи компьютерной мыши.



4. Включите питание схемы.

5. Замкните ключ и произведите измерение силы тока.

6. Выключите питание схемы.

7. Замените сопротивление резистора R_1 на 5 Ом.

8. Снова произведем измерение силы тока.

На основании полученных данных сделайте соответствующие выводы.

Контрольные вопросы.

- 1) Что такое резистор?
- 2) От чего зависела сила тока в собранной электрической цепи?
- 3) Какова природа электрического сопротивления?

Лабораторная работа №5.

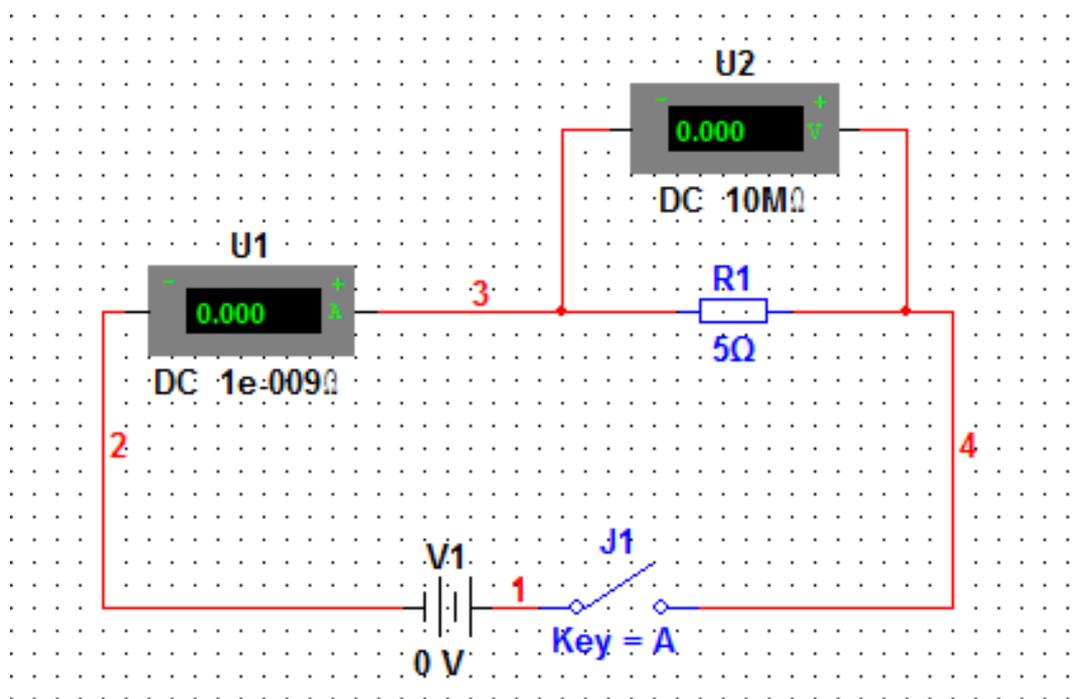
Исследование закона Ома для участка цепи.

Цель работы: исследовать зависимость силы тока от приложенного напряжения, подтвердить опытным путем справедливость закона Ома для участка цепи.

Виртуальные компоненты: источник постоянного тока, ключ, резистор, вольтметр, амперметр, соединительные провода.

Ход работы:

1. Запустите программу Electronics Workbench.
2. Найдите на панели компонентов условные обозначения источника тока, ключа, резистора, вольтметра, амперметра и разместите их на рабочем поле программы.
3. Произведите соединение проводников при помощи мыши.
4. Установите напряжение источника тока равным 0В.



5. Включите питание схемы.
6. Замкните ключ.
7. Произведите измерение силы тока и напряжения.
8. Запишите результаты измерений в таблицу 1.

Таблица 1.

Напряжение U, В	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сила тока I, А										

9. Увеличивайте напряжение источника питания на 1 В и измеряйте значения силы тока.

10. По результатам таблицы постройте график зависимости.

Контрольные вопросы.

1. Как зависит сила тока в резисторе от приложенного напряжения?
2. Во сколько раз увеличивается значение силы тока при увеличении приложенного напряжения в два раза? В четыре раза?
3. Найдите по построенному графику отношение приложенного напряжения к значению силы тока в разных точках. Сделайте вывод.
4. Как называется последняя вычисленная Вами величина?
5. Сформулируйте вывод (Закон Ома для участка цепи).

Лабораторная работа №6.

Исследование реостата.

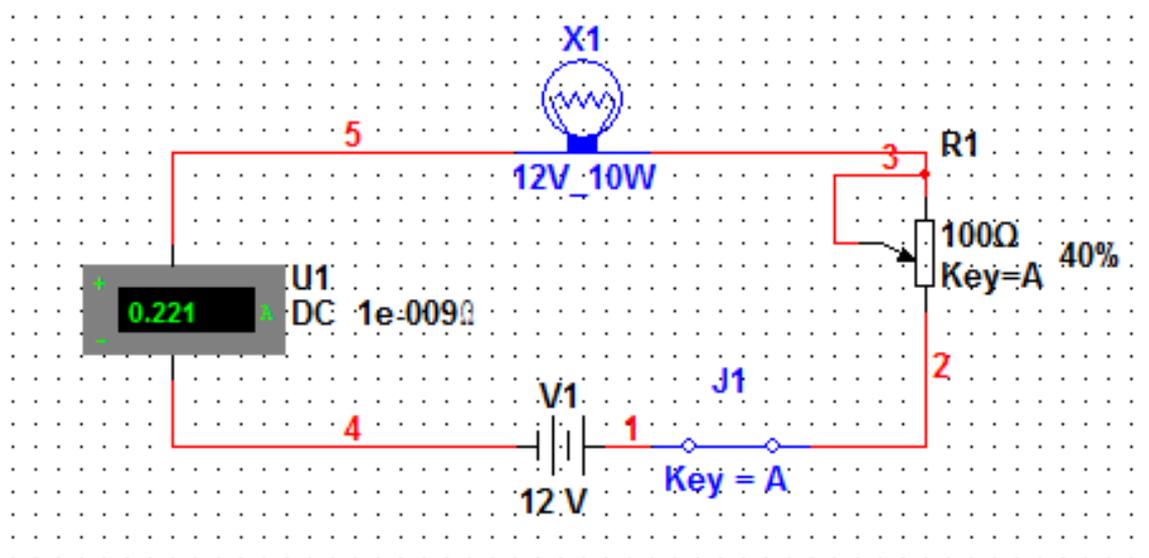
Цель работы: исследовать работу реостата.

Виртуальные компоненты: источник постоянного тока, ключ, реостат, лампа накаливания, амперметр, соединительные провода.

Ход работы:

1. Запустите программу Electronics Workbench.

- Найдите на панели компонентов условные обозначения источника тока, реостата, лампы накаливания, амперметра, ключа и разместите их на рабочей панели программы.
- Произведите соединение компонентов проводниками при помощи мыши.



- Подведите курсор мыши к реостату.
- Перемещайте плавно ползунок реостатата, наблюдая за изменениями силы тока.

Контрольные вопросы.

- Что такое реостат?
- От чего зависит сопротивление реостата?
- Где применяются реостаты?

Лабораторная работа №7.

Последовательное соединение проводников.

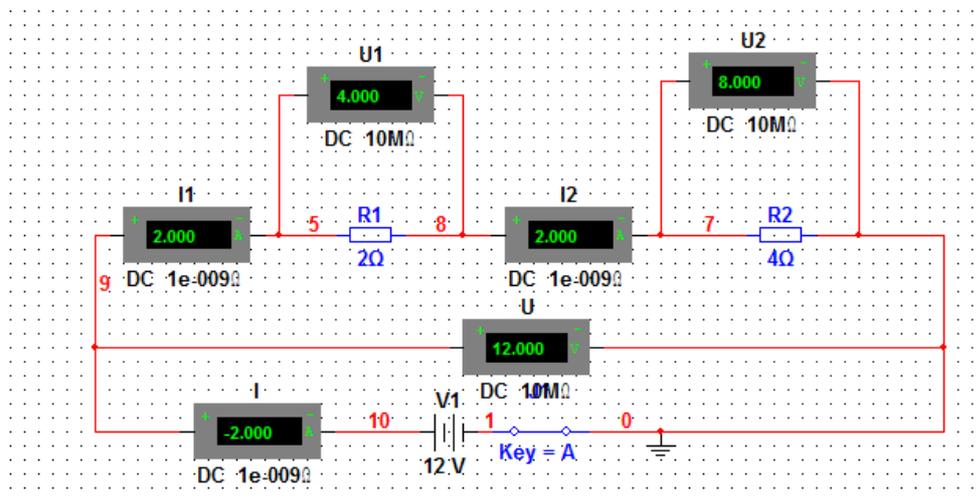
Цель работы: исследовать последовательное соединение проводников.

Виртуальные компоненты: источник постоянного тока, ключ, два резистора сопротивлениями 2 и 4 Ом, три вольтметра, три амперметра, соединительные провода.

Ход работы:

- Запустите программу Electronics Workbench.

- На панели инструментов найдите условные обозначения источника тока, резистора, ключа, вольтметра, амперметра и разместите их на рабочем поле программы.
- Соедините компоненты с помощью мыши, как показано на рисунке.



- Включите питание схемы.
- Замкните ключ и произведите измерения.
- Запишите результаты измерений в таблицу 1.
- Используя полученные результаты измерения силы тока и напряжения, определите значения сопротивлений R_1 и R_2
- Определите общее сопротивление цепи.
- Сделайте выводы

Таблица 1.

Сила тока I_1, A	Сила тока I_2, A	Сила тока I, A	Напряжение U_1, B	Напряжение U_2, B	Напряжение U, B	Сопротивление $R_1, Ом$	Сопротивление $R_2, Ом$	Сопротивление $R, Ом$

Лабораторная работа №8

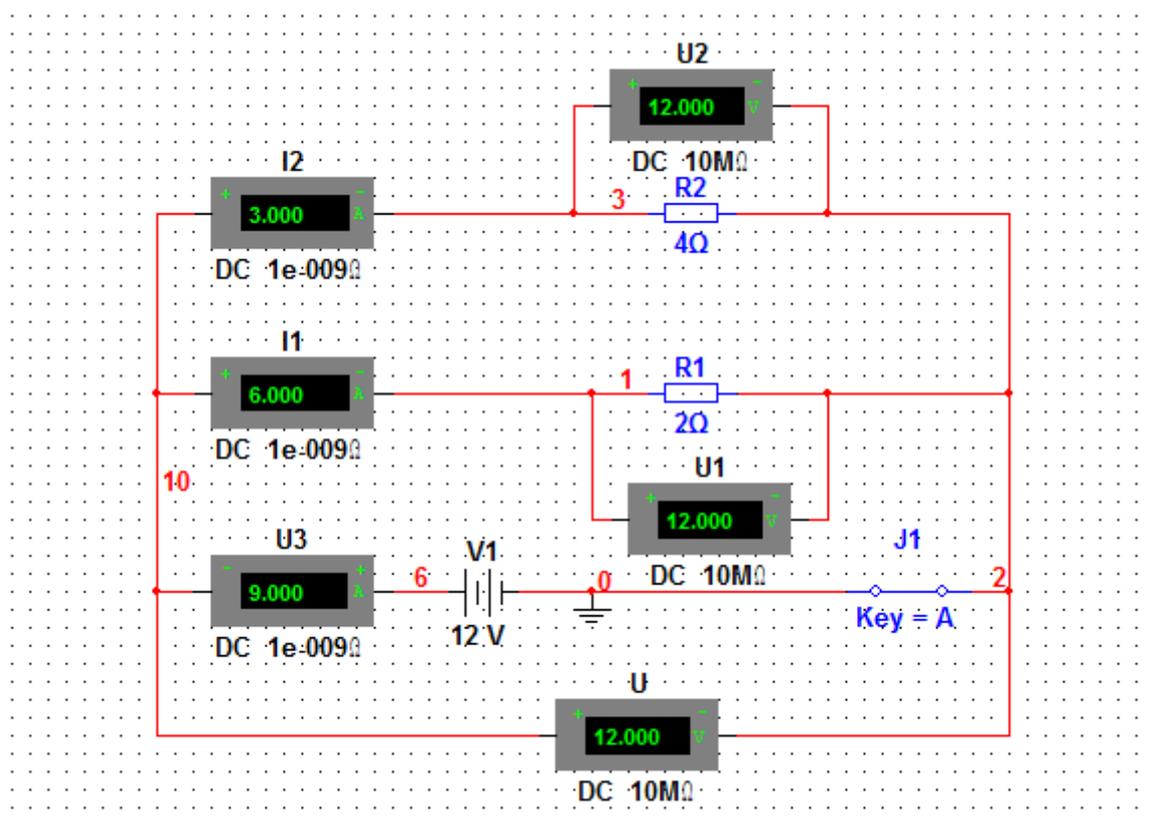
Исследование параллельного соединения проводников

Цель работы: исследовать параллельное соединение проводников.

Виртуальные компоненты: источник постоянного тока, ключ, два резистора сопротивлениями 2 и 4 Ома, три вольтметра, три амперметра, заземление, соединительные провода.

Ход работы:

1. Запустите программу Electronics Workbench.
2. На панели инструментов найдите условные обозначения источника тока, резистора, ключа, вольтметра, амперметра и разместите их на рабочем поле программы.
3. Соедините компоненты с помощью мыши, как показано на рисунке.



4. Включите питание схемы.
5. Замкните ключ и произведите измерения.

6. Запишите результаты измерений в таблицу 1.

7. Используя полученные результаты измерения силы тока и напряжения определите значения сопротивлений R_1 и R_2 .

8. Определите общее сопротивление цепи.

9. Сделайте выводы.

Таблица 1.

Сила тока I_1, A	Сила тока I_2, A	Сила тока I, A	Напряжение U_1, B	Напряжение U_2, B	Напряжение U, B	Сопротивление $R_1, Ом$	Сопротивление $R_2, Ом$	Сопротивление $R, Ом$

Лабораторная работа №9.

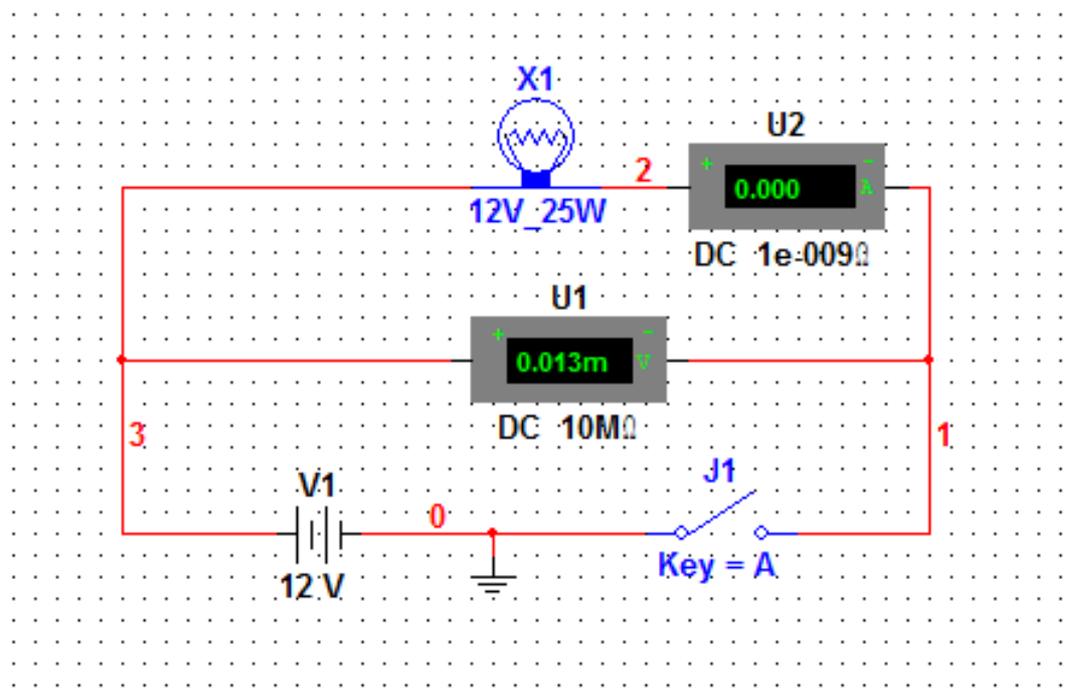
Определение работы и мощности электрического тока.

Цель работы: определить работу и мощность тока на участке цепи.

Виртуальные компоненты: источник постоянного тока, ключ, лампа накаливания, вольтметр, амперметр, заземление, соединительные провода.

Ход работы:

1. Запустите программу Electronics Workbench.
2. На панели компонентов найдите условные обозначения источника тока, ключа, лампы накаливания, вольтметра, амперметра и разместите их на рабочей панели программы.
3. Соедините компоненты при помощи мыши проводниками как показано на рисунке.



4. Включите питание схемы.
5. Замкните ключ и произведите измерения.
6. Результаты измерений занесите в таблицу 1.
7. Вычислите работу тока за 30 мин.
8. Вычислите мощность тока.

Таблица 1.

Напряжение U, В	Сила тока I, А	Работа тока А, Дж	Мощность тока P, Вт

Заключение

Цель данной работы – разработка учебного материала для использования системы электронного моделирования Electronics Workbench на уроках физики.

При разработке ВКР были решены следующие задачи:

- 1) Определение роли компьютерного моделирования в проведении физических экспериментов.
- 2) Разработка учебного материала по изучению системы компьютерного моделирования Electronics Workbench.
- 3) Разработка практических заданий по применению системы компьютерного моделирования Electronics Workbench на уроках физики.
- 4) Разработка тестовых заданий по проверке знаний и умений программы Electronics Workbench.

Можно считать, что задачи, поставленные в данной квалификационной работе решены, цели достигнуты.

Результаты работы над ВКР позволили сделать следующие выводы:

Виртуальные лаборатории, наряду с физическими, займут достойное место в физическом эксперименте.

Система электронного моделирования с большой точностью моделирует процессы в реальных электрических цепях. Поэтому у учащихся пользующихся данной программой окажется достаточно точный инструмент для изучения электротехники.

Навыки, полученные при работе с программой, могут пригодиться при выборе будущей профессии.

Система электронного моделирования Electronics Workbench может быть с успехом применена в школах для изучения основ электротехники.

Список литературы

1. Карлашук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение.- М.: Солон-Р, 1999, 507 с.
2. Разевиг В.Д. Применение программ P-CAD и P-Spice для схемотехнического моделирования на ПЭВМ: В 4 выпусках М.: Радио и связь, 1989.
3. Разевиг В.Д. Система схемотехнического моделирования Micro-Cap V.M.: «Солон», 1997, 273 с.
4. Нефедов А.В., Гордеева В.И. Отечественные полупроводниковые приборы и их зарубежные аналоги. Справочник. -М.: Радио и связь, 1990, 490 с.
5. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. - М.: Сов. радио, 1980, 423 с.
6. Справочник по полупроводниковым приборам и их аналогам./Под ред. А.М Пыжевского. М.: АО «Роби», 1992, 316 с.
7. Токхейм Р. Основы цифровой техники. /Пер. с англ. под ред. Е.К. Масловского. М.: «Мир», 1998, 383 с.
8. А. С. Серебряков. Электротехника и электроника. Лабораторный практикум на Electronics Workbench и Multisim.-М.: Высшая школа, 2009, 336 с.
9. Уваров А. С. Программа P-CAD. Электронное моделирование.-М.: Диалог-МИФИ, 2008, 192 с.
10. Горшков Б.И. Радиоэлектронные устройства. Справочник. М.: Радио и связь, 1984, 399 с.
11. Федорков Б.Г., Телец В.А., Дегтяренко В.П. Микроэлектронные цифро-аналоговые и аналогово-цифровые преобразователи. М.: Радио и связь. 120 с.
12. Панфилов Д.И. Электроника и электротехника. Практикум на Electronics Workbench. - М.: Додэка, 2001.
13. Хольм Р. Электрические контакты./Пер. с англ. под ред. Д.Э. Брускина и А.А. Рудницкого. М.: ИЛ, 1961, 464 с.
14. Коммутационные устройства радиоэлектронной аппаратуры./Под ред. Г.Я. Рыбина. М.: Радио и связь, 1985, 263 с.
15. Ходяков И. А. Mathcad 6.0 и Electronics Workbench 5.12 в средней школе // Информатика и образование. 1999. №7.
16. Electronics Workbench Professional Edition. Technical Reference. Ver.5. Interactive Image Technologies Ltd. Toronto, Ontario, Canada, 1996
18. Ведилин, В. Г. Программа Electronics workbench в лабораторном практикуме / В. Г. Ведилин // Физика в школе. - 2008. - N 8.
19. Справочник радиолюбителя- конструктора. М.: Радио и связь, 1983, 560 с.

Приложения

Приложение 1.

Сценарий урока физики с использованием системы электронного моделирования Electronics Workbench.

Тема урока: Выпрямление переменного тока.

Тип урока: Комбинированный

Вид урока: Урок-практикум

Цели урока:

Образовательные:

- Сформировать понятия о преобразовании переменного тока в постоянный ток.

Развивающие:

- Развивать интеллектуальные способности учащихся.
- Формировать умение выделять главное, сравнивать и анализировать.

Воспитательные:

1. Развивать у учащихся самостоятельность мышления.

Ход занятия:

- I. Организационный момент (3 минуты)
- II. Проверка домашнего задания (7 минут)
- III. Проверка знания теории по теме “Переменный ток” (7 минут)
- IV. Практическая работа:
 - а) всем классом – фронтальная работа (8 минут),
 - б) в парах – парная работа (9 минут)
- V. Краткий разбор домашнего задания на следующее занятие (3-5 минуты)
- VI. Подведение итогов урока (3 минуты)

Организационный момент.

Повторение тем прошлых занятий по темам: “Переменный ток”, и “Полупроводниковый диод” в форме устного опроса.

Фронтальный опрос:

- 1. Какой ток называется переменным?**
- 2. Как получают переменный ток?**
- 3. Назовите основные характеристики переменного тока.**
- 4. Какова связь между действующим значением силы тока и максимальным?**
- 5. Какова связь между действующим значением напряжения тока и максимальным?**
- 6. Где применяется переменный электрический ток?**
- 7. Можно ли применить переменный электрический ток для питания калькулятора, радиоприемника, лампы накаливания, нагревательного элемента?**
- 8. Какие вещества называют полупроводниками.**

9. Что представляет из себя полупроводник р типа?

10. Что представляет из себя полупроводник n типа?

11. Что представляет из себя полупроводниковый диод?

Проверка домашнего задания.

Два ученика оформляют на доске решения домашних задач

1. Найти действующее значение силы тока из графика переменного тока.
2. Найти из графика переменного тока частоту, амплитуду, действующее значение и мгновенное напряжение в момент времени $t=5$ мс

Пока ребята оформляют свои решения, остальные учащиеся выполняют задания по карточкам.

(Карточки раздаются каждому ученику).

Карточка “Задачи по теме “Переменный электрический ток”

Задача № 1: Изменение силы тока от времени задано уравнением

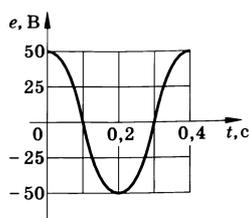
$i = 5 \cos 200\pi t$. Найти частоту и период колебаний, амплитуду силы тока, а также значение силы тока при фазе $\pi/3$ рад.

Задача № 2: Каково значение напряжения через 10,15,30 мс если амплитуда напряжения 200 В и период 60 мс.

Задача № 3: Через 1/6 периода мгновенное значение ЭДС равно 50 В. Каково значение ЭДС при фазе $\pi/4$ рад?

Задача № 4: На какое напряжение надо рассчитывать изоляторы линии передачи, если действующее значение напряжения равно 430 кВ.

Задача № 5: По графику найти амплитудное значение переменной ЭДС, ее период и частоту. Записать формулу изменения ЭДС со временем.



Задача № 6: Написать уравнения $u = u(t)$ и $i = i(t)$ в цепи электроплитки сопротивлением 50 Ом, включенной в сеть переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 220 В.

Задача № 7: Частоту вращения проволочной рамки в однородном магнитном поле увеличили в 3 раза. Во сколько раз изменится частота переменного тока в рамке и ЭДС индукции?

Изучение нового материала

Актуализация знаний. Акцентируем внимание учащихся на следующем факте. При фронтальном опросе выяснилось, что не все потребители могут работать с переменным током. Для питания многих потребителей необходим источник постоянного тока. Вспомните, какие источники тока вырабатывают постоянный ток? (*Постоянный ток вырабатывают следующие источники тока: гальванические элементы, аккумуляторы, термопара, солнечная батарея и др.*)

Но у них есть основной недостаток. Какой? (*Ограниченное время службы*).

Какие источники вырабатывают переменный ток? (*Генераторы переменного тока*.) Какой ток в нашей розетке (*Переменный*).

Обладает ли он таким же недостатком как и источники постоянного тока? (*Нет. Ток в розетке есть всегда*).

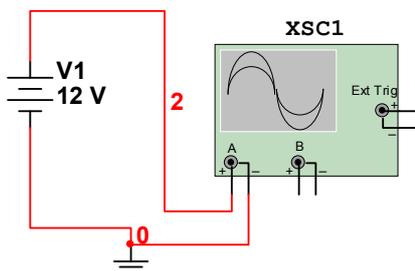
Формулировка проблемы: Можно ли получить постоянный ток из переменного тока?

Практическая работа.

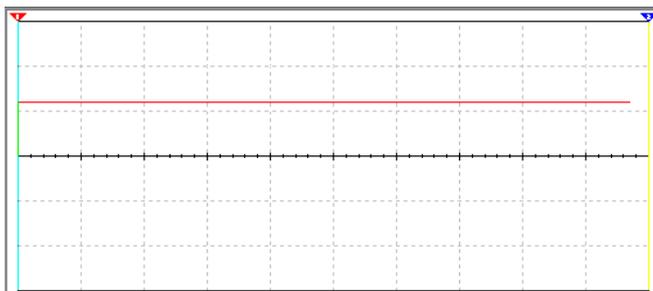
Для ответа на наш вопрос воспользуемся системой электронного моделирования Electronics Workbench. Итак, запускаем программу.

Задание 1.

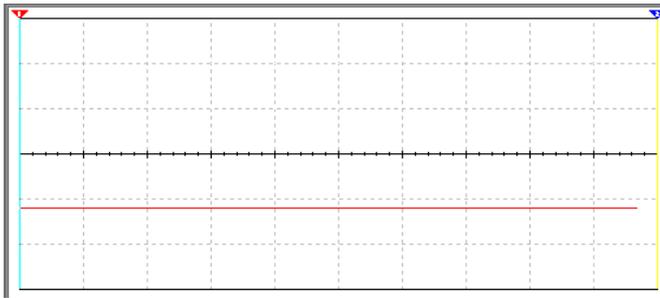
1. Соберите цепь, состоящую из следующих компонентов: источника постоянного тока с ЭДС 12 В, осциллографа, и заземления.



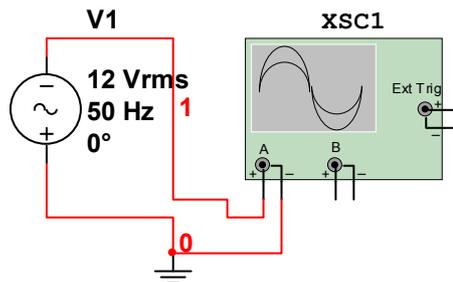
2. Включаем питание схемы и получим следующую осциллограмму (Для получения осциллограммы нужно сделать двойной щелчок на изображении осциллографа).



3. Что представляет из себя график зависимости напряжения от времени для источника постоянного тока? (*Прямая*)
4. Измените полярность включения источника тока. Что изменилось? (*Расположение прямой, относительно начала отсчета*).

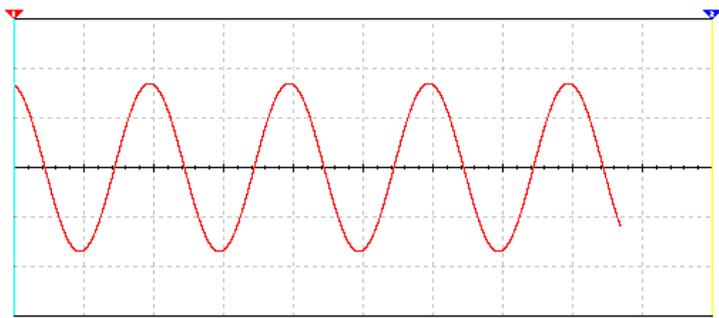


5. Теперь заменим источник постоянного тока на переменный с ЭДС 12 В



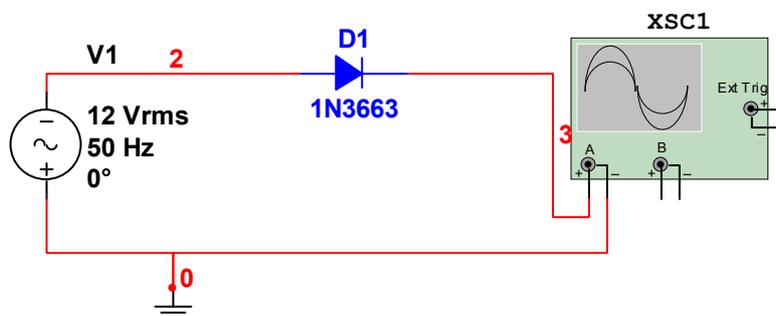
и частотой 50 Гц.

6. Включаем питание схемы и получим осциллограмму.

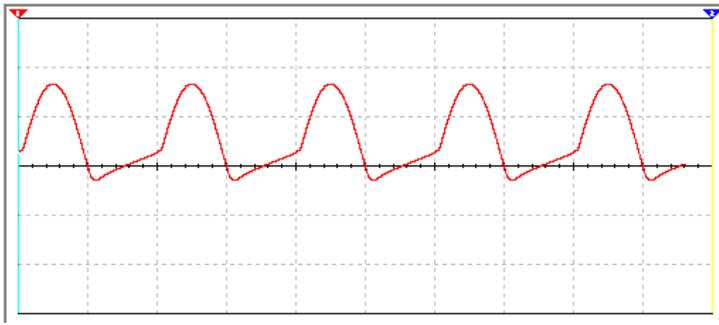


7. Что представляет из себя график зависимости напряжения от времени источника переменного тока? (Синусоида).

8. Включаем в электрическую цепь полупроводниковый диод.

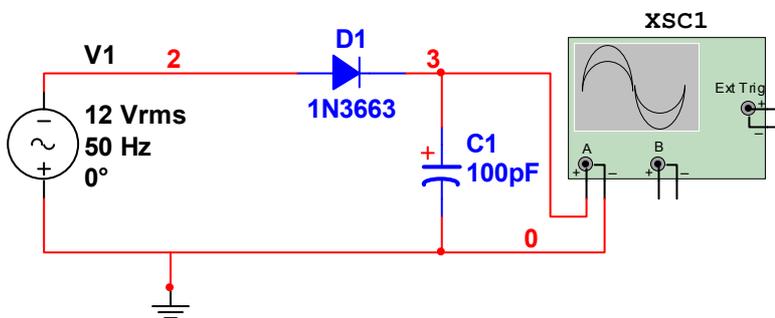


9. Получаем следующую осциллограмму.

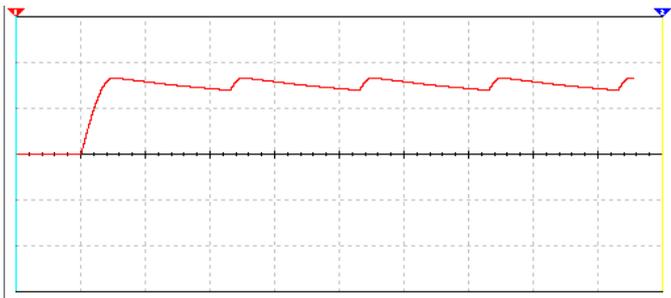


10. Что изменилось? Можно ли этот ток назвать постоянным? Почему?

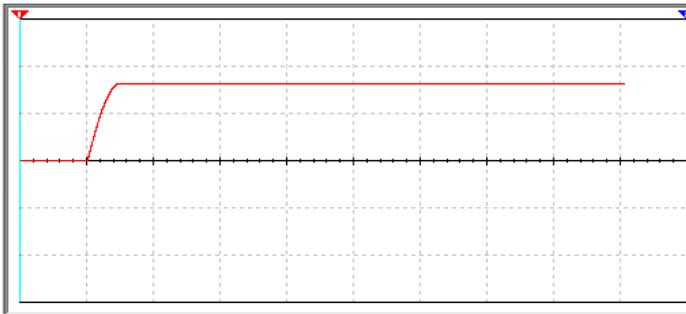
11. Добавим в электрическую цепь электролитический конденсатор емкостью 100 пФ.



12. Получим следующую осциллограмму.



13. Будем увеличивать емкость конденсатора, и наблюдать, как изменяется вид осциллограммы. При емкости конденсатора 50 мкФ осциллограммы имеет вид:



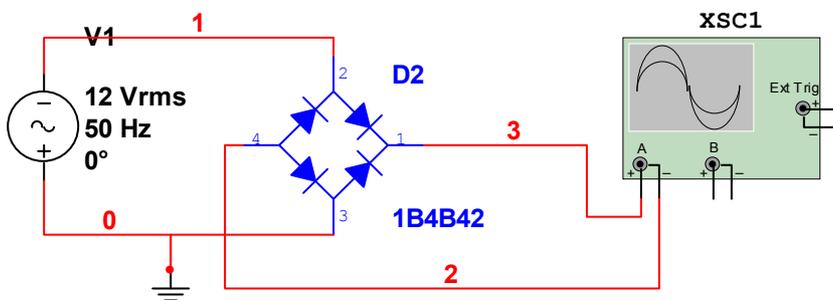
14. Можно ли этот ток назвать постоянным?(Да). Почему?(Прямая, как в случае с источником постоянного тока. Полученное устройство для преобразования переменного тока в постоянный ток назовем выпрямителем тока).

15. Можно ли указать полярность(+и -) этого источника тока?

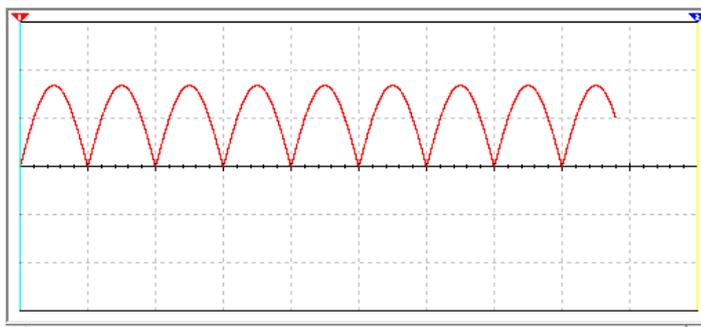
16. Можно ли изменить полярность этого источника тока?

Задание 2.

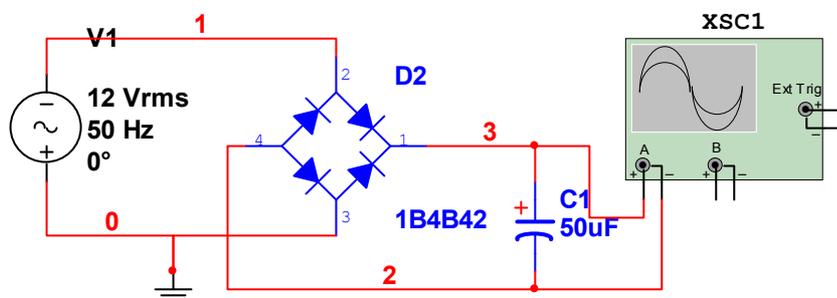
1. Соберите цепь состоящую из источника переменного тока, диодной сборки, и осциллографа.



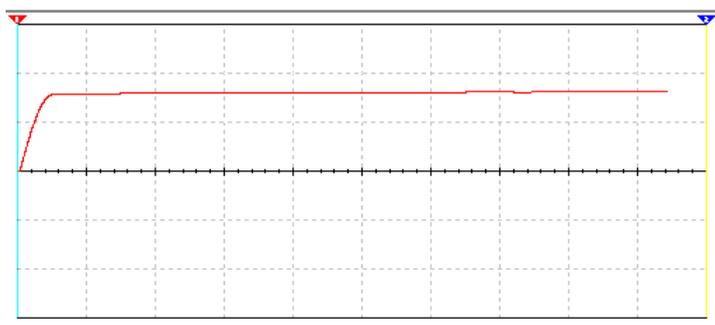
2. Получим осциллограмму:



3. Чем отличается осциллограмма от осциллограммы полученной с одним полупроводниковым диодом?
4. Включаем в цепь электролитический конденсатор емкостью 50 пФ (как и в предыдущем задании).



5. Получим осциллограмму:



6. Какой вывод из этого можно сделать? (Получили постоянный ток при меньшем значении емкости конденсатора).
7. Какую схему выпрямителя предпочтительно использовать- с одним полупроводниковым диодом или с четырьмя?

Закрепление пройденного материала.

Вопросы для закрепления:

1. В чем состояла суть проведенных нами экспериментов?
2. Каким образом мы добились поставленной цели?
3. Как называется смоделированное нами устройство?
4. Где его можно применить?

Подведение итогов занятия.

Разбираем вопросы учащихся. Оцениваем ответы учащихся. Оценка работ учащихся комментируется, объясняются допущенные оценки. Завершается занятие.