

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и методики информационных технологий

**Исследование цепей постоянного тока в школьном курсе
физики с помощью электронного конструктора
«Начала ЭЛЕКТРОНИКИ»**

Автореферат

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

студентки 4 курса 461 группы физического факультета
направления 44.03.01 «Педагогическое образование»

Дрегер Юлии Рудольфовны

Научный руководитель:

к. физ.- мат. наук, доцент

 15.06.17

В.Б. Гаманюк

Зав. кафедрой: профессор, д. физ.-мат.н.

 15.06.17

Б.Е. Железовский

Саратов 2017 год

Введение

Не вызывает сомнения тот факт, что процесс получения новых знаний необходимо сопровождать процедурами, позволяющими эти знания закреплять. К таковым, прежде всего, следует отнести эксперимент. Зачастую проведение «натурных» исследований ограничено материальной базой образовательного учреждения. Однако даже наличие в школьном физическом кабинете достаточного числа электроизмерительных приборов не может в полной мере решить проблему. Действительно, при выполнении электрических измерений неизбежно происходит изменение параметров исследуемой цепи. Поэтому для получения объективных данных это воздействие необходимо свести к минимуму. С этой целью, например, следует использовать амперметр, у которого внутреннее сопротивление намного меньше сопротивления той цепи, в которой предполагается проводить измерения. У вольтметра же, наоборот, оно должно быть максимально высоким. Таким требованиям удовлетворяет далеко не каждый прибор. Кроме того, необходимо периодически проводить поверку измерительной аппаратуры в специальной лаборатории, что не под силу школам, прежде всего не городским, и даже многим ВУЗам.

В настоящее время практически во всех школах имеются компьютерные классы, а у большинства школьников – персональные компьютеры дома. К тому же разработан ряд программ, позволяющих осуществлять компьютерное исследование физических явлений и процессов. Среди них следует особо выделить электронный конструктор «Начала ЭЛЕКТРОНИКИ». Данный ресурс доступен в Интернете бесплатно и позволяет проводить моделирование событий, происходящих в «живых» электрических системах, попутно реализуя тем самым принципы преемственности и наглядности в обучении. Очень важным является то обстоятельство, что, в «арсенале» программы есть электроизмерительные приборы, близкие по своим свойствам к идеальным.

Итак, условия для перевода ряда лабораторных исследований в виртуальное пространство существуют. Такая перспектива позволит обойти перечисленные выше трудности.

Целью настоящей выпускной квалификационной работы является создание на основе компьютерной программы «Начала ЭЛЕКТРОНИКИ» методического обеспечения к урокам по некоторым темам из раздела «Электричество» школьного курса физики. С его помощью планируется подтвердить известные положения теории путем компьютерного моделирования процессов, протекающих в цепях постоянного тока.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи дипломного исследования:

- 1) Провести теоретико-методологический обзор соответствующей учебной и методической литературы по выбранной теме.
- 2) Ознакомиться с возможностями электронного конструктора «Начала ЭЛЕКТРОНИКИ».

Работа состоит из введения, основной части из трех разделов, заключения и списка использованных источников.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы.

Основная часть содержит необходимые сведения из теории, описание самой программы и предлагаемого компьютерного практикума.

В заключении подведен итог проделанной работе.

Краткое содержание

В первой главе «Электронный конструктор «Начала ЭЛЕКТРОНИКИ» описывается, из чего состоит программа:

1. Монтажный стол с контактными площадками, на котором производится сборка электрической схемы.

2. Панель деталей (в правой части экрана), содержащая широкий набор элементов.

3. Мусорная корзина (расположена в левом нижнем углу экрана), куда выбрасываются вышедшие из строя или ненужные детали.

4. Панель управления программой (в верхней части экрана слева) с кнопками вызова измерительных приборов и выполнения вспомогательных функций.

Внизу находится строка, комментирующая действия пользователя.

Монтажный стол представляет собой набор из 49 (7×7) контактных площадок, к которым при сборке схемы «припаиваются» её элементы. Они могут располагаться только между двумя ближайшими контактными площадками как вертикально, так и горизонтально. Другой особенностью комплекса является имитация реального физического процесса. Для этой цели предусмотрено, например, следующее:

1. изображения деталей конструктора и измерительных приборов приводятся не схематически, а символом, близким к реальному виду;

2. при превышении номинальной мощности электрического тока, протекающего через резистор, последний начинает чернеть от перегрева и в конце концов «сгорает»;

3. лампочка и электронагревательный прибор при номинальной мощности начинают светиться и «перегорают», если мощность, рассеиваемая на них, превышает рабочее значение;

4. при превышении рабочего напряжения на конденсаторе, последний разрушается;

5. при превышении номинального рабочего тока через предохранитель, тот перегорает;

6. большинство операций и их результаты сопровождаются характерными звуковыми эффектами.

Такая организация программы помогает пользователю наглядно видеть последствия своих ошибок, учиться разбираться в причинах того или иного неудачного эксперимента и вырабатывать навыки предварительного анализа работы схемы.

Измерительные приборы в «Началах ЭЛЕКТРОНИКИ» представлены двумя мультиметрами и двухканальным осциллографом, с помощью которого можно наблюдать не только форму сигнала, но и, что очень важно, сдвиг фаз между переменными напряжениями и токами.

В заключение следует отметить, что кроме своего прямого назначения конструктор «Начала ЭЛЕКТРОНИКИ» после приобретения достаточного опыта работы с ней поможет учителю сэкономить заметное время, как при проверке контрольных работ, так и составлений самих заданий. Действительно, вместо проведения вычислений значительно проще собрать электрическую схему, соответствующую данной задаче, и провести измерение нужных электрических параметров.

Во второй главе **«Основные положения теории электричества»** говорится об электрическом токе и его характеристики. Постоянным электрическим током называют ток неизменных направления и величины. Электрический ток может быть неодинаково распределен по поверхности, через которую он протекает. Более детальной характеристикой процесса прохождения заряда является плотность тока, определяемая как сила тока через расположенную перпендикулярно ему площадку единичной площади. В том случае, когда плотность тока всюду одинакова. Для возникновения тока в данной среде необходимо наличие заряженных частиц, способных перемещаться в её пределах. Такие носители заряда называются свободными.

Чтобы создать направленное движение этих носителей в проводящей среде необходимо в ней создать однородное электрическое поле.

Проводниками называют вещества, хорошо проводящие электрический ток. В настоящей работе ограничимся рассмотрением только металлических проводников. Здесь свободными носителями заряда являются электроны, оторванные от атомов кристаллической решетки за счет теплового возбуждения. В момент «включения» электрического поля все электроны проводника помимо тепловой скорости приобретут некоторую направленную скорость, которую при макроскопическом рассмотрении можно считать равной некоторому среднему значению u . Таким образом, движение свободных электронов становится упорядоченным, что и представляет собой электрический ток в металле. В данной главе говорится о электродвижущей силе. Если в проводнике создать электрическое поле, приложив на его концах напряжение U , и не принять мер для его поддержания, то вследствие перемещения носителей тока поле внутри проводника быстро исчезнет и ток прекратится. Для поддержания тока в течение длительного времени нужно от конца проводника с меньшим потенциалом непрерывно отводить приносимые сюда током заряды, а к концу с большим потенциалом их одновременно подводить. Иными словами, нужно осуществить круговорот зарядов.

В этой замкнутой цепи наряду с участками, на которых положительные носители заряда движутся в сторону убывания потенциала, существуют и такие, где эти же носители должны быть перенесены в направлении возрастания потенциала, то есть против сил электростатического поля. Такое перемещение возможно лишь с помощью сил неэлектрического происхождения. Эти силы принято называть сторонними.

Сторонние силы возникают в результате химических процессов, за счет энергии света, при совершении механической работы и так далее. В качестве

их характеристики выбрана работа, которую совершают сторонние силы по перемещению в замкнутой цепи единичного положительного заряда. Эта величина названа электродвижущей силой (ЭДС). Из определения ЭДС следует, что единицей её измерения является 1 вольт. Также говорится о согласовании источника ЭДС с нагрузкой. Основная задача источника ЭДС состоит в передаче нагрузке некоторой мощности. Наибольшая мощность во внешней цепи достигается при условии, когда ее сопротивление равно внутреннему сопротивлению источника ЭДС. Такая нагрузка называется согласованной. Также в главе говорится о соединении проводников. В радио- или электротехнике широко используются изделия, основное функциональное назначение которых оказывать известное активное сопротивление электрическому току. Их называли резисторами. Резистор характеризуют номинальным значением сопротивления (от долей Ом до 1000 ГОм), допустимым отклонением от него ($\pm 0,001 - 20\%$) и максимальной мощностью рассеяния (от сотых долей Вт до нескольких сотен Вт). Таким образом, каждому проводнику можно привести в соответствие некоторый резистор. Это позволяет говорить о различных соединениях проводников на «языке» резисторов.

Если конец одного проводника (резистора) соединяется с началом другого и так далее, то такое соединение называется последовательным. В этом случае сила тока в любом участке электрической цепи одинакова. Это объясняется тем, что при токе постоянной силы заряды нигде не могут накапливаться. Их накопление привело бы к изменению напряженности электрического поля, и, следовательно, к изменению силы тока.

С целью получения источников электроэнергии с необходимыми параметрами (ЭДС и внутренним сопротивлением) имеющиеся источники тока объединяют в батареи. Также как и в случае резисторов, используют два базовых способа их соединения: последовательное и параллельное. При этом, однако, необходимо следовать определенным правилам:

1. Последовательное соединение производят, присоединяя положительный полюс предыдущего источника к отрицательному полюсу последующего.

2. При параллельном соединении источники тока соединяют одноименными полюсами. Для предотвращения саморазряда батарея должна состоять только из источников с одинаковыми ЭДС.

В третьей главе «Компьютерные исследования цепей постоянного тока» показано тестирование программы, оно сводится к определению напряжений и токов для каждого элемента цепи. Приведены схемы измерения I_1 и U , измерений токов I_2 и I_3 , также схема измерений падений напряжения на элементах схемы и измерение сопротивления. В данной главе определяют напряжение холостого хода и тока короткого замыкания, далее измеряют ток во внешней цепи. В рамках программы «Начала ЭЛЕКТРОНИКИ» способ определения ЭДС источника и его внутреннего сопротивления по напряжению холостого хода и току короткого замыкания можно считать весьма точным. Кроме того, его идею можно положить в основу метода расчета сложных цепей.

В метод эквивалентного генератора допускают, что требуется вычислить ток I в определенном резисторе R , входящем в состав какой-либо электрической схемы. Когда известны номиналы элементов и их соединение в части A , определяют для неё напряжение холостого хода и внутреннее сопротивление можно расчетным путем и после этого определить величину I . Указанная процедура получила название «Метод эквивалентного генератора». Показывают на конкретном примере, как им следует пользоваться. Далее показывают на конкретном примере, как им следует пользоваться.

Соединение источников ЭДС в батарее определяют с помощью программы «Начала ЭЛЕКТРОНИКИ» параметры батареи, собранной тем или иным способом из отдельных элементов. Рассматривают сначала их

последовательное соединение. Ограничиваются случаем трех источников ЭДС. Задают их параметры произвольным образом. Составляют на монтажном столе программы такую батарею и определяют экспериментально её ЭДС и ток короткого замыкания.

Условия согласования источника ЭДС с нагрузкой проводят экспериментальные исследования зависимости выделяющейся в нагрузке мощности от величины сопротивления нагрузки. Вполне понятно, что для подобных исследований нужно иметь какой-нибудь источник электроэнергии. Итак, в результате виртуального эксперимента установлено, что во внешней цепи выделяется наибольшая мощность, когда её сопротивление равно внутреннему сопротивлению источника питания.

Задают сначала значения резисторов в соединении «звезда» и по формулам рассчитывают сопротивления элементов эквивалентного её «треугольника». Собирают на монтажном столе «треугольник» с заданными сопротивлениями ветвей и с помощью мультиметра программы измеряют сопротивления между вершинами треугольника. Таким образом, компьютерное исследование позволяет «забыть» формулы пересчета треугольника в «звезду», но по результатам исследования составить очевидную весьма простую систему уравнений для параметров «звезды». При этом, как мы показали, её решение прекрасно согласуется с точными значениями из теории.

К сожалению, упрощению обратного преобразования «звезды» в «треугольник» программа не поможет.

Заключение

Подведем итог проделанной работе.

Проведено тестирование программы «Начала ЭЛЕКТРОНИКИ»: показано, что мультиметр на всех режимах работы можно считать прибором, характеристики которого близки к идеальным. Такой вывод сделан на базе сравнения результатов измерений со значением соответствующих электрических параметров цепей рассчитанных по формулам из теории. Помимо своего прямого назначения, эта часть работы позволяет получить начальный опыт в использовании программы.

Показано, как обойти трудности, вызванные большим разрывом пределов измерения напряжений и токов. Дан пример использования подобного приема.

Большое внимание уделено «экспериментальному» исследованию источников электроэнергии и их соединений в батарее. Следует отметить, что эти темы недостаточно подробно освещены в учебной литературе. Рассмотрена методика определения ЭДС и внутреннего сопротивления источников в рамках программы. Эти исследования позволили на уровне, доступном для школьников, дать описание метода «Эквивалентного генератора», который можно использовать при расчётах некоторых разветвленных цепей. Проведено компьютерное исследование зависимости полезной мощности, отбираемой от источника ЭДС, от величины сопротивления нагрузки. Подтвержден тот факт, что её максимум достигается, когда сопротивление внешней цепи равно внутреннему сопротивлению источника.

Рассмотрены и такие соединения проводников, как «треугольник» и «звезда». Показано, что с помощью эксперимента можно существенным образом упростить переход от «треугольника» к «звезде». Ознакомление учащихся школ с таким приемом упрощения электрических цепей весьма полезны при решении задач повышенной сложности.

На всех этапах компьютерного моделирования проверяется согласие эксперимента с теорией.

Таким образом, разработан «лабораторный» практикум по некоторым темам школьного курса физики. Остается надеяться, что он окажет реальную помощь учителю при проведении уроков.

Список использованных источников

1. Березкина Т.Ф. Задачник по общей электротехнике с основами электроники./ Т.Ф.Березкина. М.: Высшая школа, 2001. с. 391
2. Гаманюк В.Б., Недогреева Н.Г. Изучение цепей постоянного тока. Учебно-методическое руководство к лабораторной работе. / В.Б.Гаманюк, Н.Г.Недогреева. Саратов: Изд. Цент «Наука», 2012. с. 24.
3. Гаманюк В.Б. Использование виртуальной лаборатории «Начала электроники» в разработке элективных курсов: учебное пособие / В.Б. Гаманюк, Б.Е. Железовский, Н.Г. Недогреева. Саратов: Изд-во Издательский Центр «Наука», 2013. С. 54
4. Замятина О. М. Компьютерное моделирование: Учебное пособие. / О.М.Замятина.Томск: Изд-во ТПУ, 2007. 121 с.
5. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника./А.С.Касаткин, М.В.Немцов. М.:Академия, 2005.544 с.
6. Лабораторный эксперимент по курсу физики базовой школы: учеб. пособие для студентов педагогических спец. физ. фак.в 2 ч. Ч. 2. / Н.Г. Недогреева, В.А. Рачков, Н.В. Романова. Саратов: Изд-во «Научная книга», 2006.
7. Лузина Л.И. Компьютерное моделирование: Учебное пособие./ Л.И.Лузина. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2001. 105 с.
8. Мякишев Г.Я. Физика. Электродинамика. 10-11классы / Г.Я.Мякишев, А.З.Синяков, Б.А.Слободсков. М.: Дрофа, 2010. 476 с.

9. Начала ЭЛЕКТРОНИКИ.[Электронный ресурс]: электронный конструктор. Алма-Ата, 1998.
- 10.Перышкин А.В. Физика. 8 класс. / А.В.Перышкин. М.: Дрофа, 2013. 240 с.
- 11.Подласый И.П. Педагогика. Новый курс: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. В 2 кн. Кн 1. Общие основы. Процесс обучения / Подласый И.П. М.: Гуманит. Изд. центр ВЛАДОС, 2001. 576 с.
- 12.Подласый И.П. Педагогика: Новый курс: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. В 2 кн. Кн. 2: Процесс воспитания / Подласый И.П. М.: Гуманит. Изд. центр ВЛАДОС, 2001. 256 с.
- 13.Савельев И.В. Курс общей физики. В 3 Т. Т. 2. Электричество и магнетизм/ И.В. Савельев. М.: Наука, 2009. 442 с.
- 14.Теория и методика обучения физике в школе: Общие и частные вопросы: учеб. пособие для студентов высших пед. учеб. заведений / Под редакцией С.Е. Каменецкого. М.: Академия, 2000. 368 с.