

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный Федеральный университет имени
М.К.Аммосова»
Физико-технический институт
Кафедра методики преподавания физики

**ЭЛЕКТИВНЫЙ КУРС «ПОСТОЯННЫЙ ТОК» С
ПРИМЕНЕНИЕМ МАКЕТНОЙ ПЛАТЫ NI ELVIS II**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Специальность: 44.03.05 «Педагогическое образование» профиль
«Физика и информатика»

Выполнила: студентка 5-го курса
группы ФП-15, ФТИ СВФУ
Литвинцева Ольга Алексеевна
Руководитель:
к.т.н., доцент КМПФ ФТИ
Петрова Раиса Иннокентьевна

Якутск - 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
1.1 Организация внеурочной деятельности в условиях введения ФГОС.....	9
1.2 Элективный курс «Постоянный ток» на макетной плате станции NI ELVIS II.....	15
ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Методика проведения элективного курса «Постоянный ток».....	20
2.2 Лабораторная работа: Закон Ома.....	28
2.3 Лабораторная работа: Закон Кирхгофа.....	39
2.4 Лабораторная работа: Последовательное соединение резисторов.....	49
2.5 Лабораторная работа: Параллельное соединение резисторов.....	55
2.6 Лабораторная работа: Смешанное соединение резисторов.....	61
2.7. Результаты элективного курса «Постоянный ток».....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	75

ВВЕДЕНИЕ

В век научного прогресса развивается не только наука, но и требования общества в профессионалах своего дела. Таким образом, чтобы соответствовать современным тенденциям, учебные заведения должны подготовить людей мобильных, конкурентно способных, готовых самостоятельно принимать решения и просто специалистов в своей области.

На рубеже XX–XXI веков актуальным вопросом российского образования стал вопрос модернизации образовательной сферы, и создания механизма устойчивого развития данной системы с целью повышения качества обучения. Одним из составляющих модернизации является введение предпрофильного и профильного обучения. Профильное обучение предназначено для создания образовательного пространства, способствующего самоопределению учащегося старшего класса, через организацию курсов по выбору, информационную работу и профильную ориентацию.

При переходе к профильному обучению на старшей ступени в средней школе выявляются проблемы, одна из которых – выбор учащимися своего профиля. Ученику старшего класса сложно выбрать цикл школьных предметов, которые будут необходимы для дальнейшего поступления в ВУЗ или другие образовательные учреждения. Это связано с тем, что в этом возрасте у большинства учащихся пока не сформировались устойчивые интересы к какой-то определённой профессии.

Для решения данной проблемы предлагается проводить в старших классах в течение всего учебного года профильную подготовку, которая осуществляется посредством организации внеурочной деятельности.

Таким образом, нужно организовать такую деятельность учащихся, при выполнении которой у учащегося возникнет познавательный интерес к техническим профессиям и проводится подготовка к обучению в высших учебных заведениях.

Деятельностный подход органически вписывается в такой метод научного познания, как эксперимент. Изречение древнего восточного философа Конфуция: «Скажи мне – и я забуду, покажи мне – и я запомню, дай мне сделать – и я пойму» как нельзя подходит к эксперименту. Эксперимент по физике — это воспроизведение изучаемого явления в лабораторных условиях. Если ученик самостоятельно проведет эксперимент, возможно лучше будет понимать суть изучаемого явления, а может и появится интерес у него к самому предмету и профессии.

Чтобы заинтересовать современного ученика и подготовить к обучению в технических вузах, на наш взгляд, нужно ему предложить современные средства обучения с использованием технологии виртуальных приборов. Одним из таких средств является программно-аппаратное обеспечение National Instruments в виде учебной станции NI ELVIS II +, работающей со специально разработанной макетной платой для проведения лабораторных работ.

В школьной программе по физике с каждым годом все меньше становится часов для лабораторных работ, тем более на практике в школе не используют программно-аппаратные средства National Instruments в процессе обучения.

Изучение разных видов внеурочной деятельности показало, что в наших условиях наиболее подходит элективный курс. В связи с этим, нами были выбраны внеучебные занятия, в частности элективные курсы, где учащиеся могли бы получить необходимый опыт в измерениях различных физических величин, используя платформу NI ELVIS.

Актуальность внедрения внеурочной деятельности (элективный курс) с использованием технологий виртуальных приборов в среднюю школу заключается в том, что ФГОС для средней школы требует освоение современных способов получения, обработки и представления информации на основе ИКТ. Поэтому внедрение виртуальных приборов в подготовку, проведение экспериментальных работ и в обработку полученных

экспериментальных данных является актуальной задачей развития лабораторного практикума.

Противоречие исследования заключается в том, что с одной стороны, в последние годы цифровые средства широко внедряются в учебный процесс, а с другой стороны, на сегодняшний день элективные курсы с использованием графической среды программирования Lab VIEW недостаточно разработаны.

Возникает проблема исследования: как проводить в школе элективный курс с использованием модульных программных платформ.

При разработке методики проведения элективных курсов нами был выбран деятельностный подход, основанный на теории деятельности. При деятельностном подходе в обучении выделяют действия, которые являются общими для частных видов деятельности, их называют обобщенными приемами. Формирование обобщенного приема занимает значительно меньше времени, чем формирование умений решать конкретные экспериментальные задачи, так как спектр таких задач обширный.

В нашем исследовании к обобщенным приемам относятся разработанные нами общая логическая схема деятельности по выполнению лабораторных работ и общая логическая схема действий по составлению отчета, которые оказались приемлемыми для программных платформ.

Целью исследования является разработка элективного курса «Постоянный ток» с использованием макетной платы NI ELVIS II.

Задача исследования:

1. Проанализировать учебно-методическую литературу по теме исследования.
2. Изучить возможности программного и аппаратного обеспечения NI ELVIS II и NI LabVIEW, поставить все варианты лабораторных работ по теме «Постоянный ток» на макетной плате станции NI ELVIS II.
3. Разработать программу элективного курса «Постоянный ток» для учащихся средней образовательной школы по техническому профилю.

4. Разработать методику выполнения лабораторных работ с использованием программных платформ.

5. Проверить эффективность разработанной методики в ходе проведения элективного курса «Постоянный ток».

Объектом исследования является процесс выполнения лабораторных работ по теме «Постоянный ток» на макетной плате рабочей станции NI ELVIS II в рамках элективного курса.

Предметом исследования является обобщенные приемы при выполнении лабораторных работ с использованием программной платформы.

Гипотеза исследования: если у учащихся сформировать обобщенные приемы деятельности, то они успешно выполняют лабораторные работы на макетной плате станции NI ELVIS II.

Методы исследования:

- теоретические (анализ литературы, сравнение, анализ, выводы из полученных данных);
- практические (постановка лабораторных работ, составление программы элективного курса, написание конспектов уроков, составление методических рекомендаций).

Элементами новизны являются общая логическая схема деятельности по выполнению лабораторных работ по теме «Постоянный ток» и общая система действий по составлению отчета.

Практическая значимость заключается в том, что разработанный элективный курс с использованием макетной станции NI ELVIS II может быть применен в учебном процессе в средней образовательной школе.

Из всех лабораторных практикумов для технических вузов на макетной плате станции NI ELVIS II фирмы «National Instruments» нами выбран практикум по теоретической основе электротехники, который наиболее подходит для учащихся технического профиля. Из практикума выбраны и поставлены лабораторные работы по теме «Постоянный ток»: «Закон Ома», «Законы Кирхгофа», «Последовательное соединение резисторов»,

«Параллельное соединение резисторов», «Смешанные соединения резисторов». Из этих работ лабораторные работы «Законы Кирхгофа» и «Смешанные соединения резисторов» традиционно в средних образовательных школах не проводятся. При постановке работ нами выполнены 50 вариантов работ, определены недостатки и достоинства всех вариантов работ, выбраны варианты, дающие наиболее правильные результаты.

Разработана программа элективного курса, содержащая пояснительную записку, требования к уровню подготовки, тематический план, перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения. Разработана методика проведения лабораторных работ на макетной плате INT-EE рабочей станции NI ELVIS II, основанная на обобщенных приемах деятельности по выполнению работ.

Элективный курс апробирован среди учеников 11 класса физико-математического профиля ГБНОУ Республиканского интерната-лицея в 2018/2019 и 2019/2020 учебных годах, всего охвачено 22 учащихся. Результаты работ учащихся были сравнены с результатами работ бакалавров 4-го курса по специальности 44.03.05 «Педагогическое образование» профиль «Физика и информатика» (16 студентов). Проведен качественный, количественный анализ и обобщение всех результатов, полученных в ходе апробации элективного курса. Критерии оценки полноты выполнения лабораторных работ К учащимися и студентами были определены методом поэлементного анализа.

В элективном курсе учащиеся овладели современным подходом к выполнению лабораторного практикума, заключающегося в применении виртуальных измерительных приборов и компонентов системы сбора данных измерений. Учащиеся убедились, что компьютер можно применять как измерительную станцию, которая может накапливать результаты измерений, сохранять их, производить математические операции над результатами измерений, помогает формировать отчеты.

Результаты исследования апробированы на следующих конференциях: XV Научно-практической конференция ИМИ и ФТИ СВФУ «Преподавание предметов физико-математического цикла в современной школе», посвященной памяти Народного Учителя СССР М. А. Алексеева и Общеуниверситетские научные конференции студентов «АММОСОВ-2019», «АММОСОВ-2019», а также во Всероссийской студенческой олимпиаде по теории и методике обучения физике имени А. В. Усовой в номинации «Лучший научный доклад» (2019 г.).

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав, заключения и списка литературы. Во введении обоснована актуальность исследования, определены объект, предмет, цель, задачи и методы исследования, выдвинута гипотеза, указана практическая значимость работы.

В первой главе сделан обзор литературы по теме исследования, приведено описание макетной платы учебной станции «**NI ELVIS II+**» для проведения лабораторных работ в рамках элективного курса.

Во второй главе описаны методика проведения элективного курса «Постоянный ток» и результаты проведения лабораторных работ учащимися и студентами.

В конце работы сделаны выводы и приведен список литературы.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Организация внеурочной деятельности в условиях введения ФГОС

Внеурочная деятельность - образовательная деятельность, осуществляемая в формах, отличных от классно-урочной, и направленная на достижение планируемых результатов освоения основной образовательной программы [9].

Внеурочная деятельность - понятие, объединяющее все виды деятельности школьников (кроме учебной), в которых возможно и целесообразно решение задач их воспитания и социализации [9].

Цель внеурочной деятельности - способствовать достижению результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования.

Задачи внеурочной деятельности:

- обеспечить благоприятную адаптацию ребенка в школе;
- оптимизировать учебную нагрузку обучающихся;
- улучшить условия для развития ребенка;
- учесть возрастные и индивидуальные особенности обучающегося.

Нормативная основа внеурочной деятельности

- Приоритетный национальный проект «Образование» (объявлен 5 сентября 2005 г.);
- Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа» (Пр- 271 от 04 февраля 2010 г.);
- Федеральная целевая программа развития образования на 2016 - 2015 годы (пост. Правительства РФ № 497 от 23 мая 2015 г.);
- Национальная стратегии действий в интересах детей на 2012 - 2017 годы (Указ Президента РФ от 01.06.2012 N 761);
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 N 996-р);

- Программа развития воспитательной компоненты в общеобразовательных учреждениях (Письмо Минобрнауки России от 13.05.2013 N ИР-352/09);
- Закон ФЗ №273 «Об образовании в Российской Федерации» (2013 г.)
- ФГОС НОО (утверждены приказом МОиН РФ от 6 октября 2009 г. № 373) с изменениями (утверждены приказом Минобрнауки России от 26 ноября 2010 г. № 1241);
- ФГОС ООО (утверждены приказом МОиН РФ от 17 декабря 2010 г. № 1897) с изм. (Приказ Минобрнауки России от 29.12.2014 N 1644);
- Примерная основная образовательная программа основного общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию, Протокол 8 апреля 2015 г. № 1/15)
- Федеральные требования к образовательным учреждениям в части минимальной оснащенности учебного процесса и оборудования учебных помещений (утверждены приказом Минобрнауки России от 4 октября 2010 г. № 986);
- СанПиН 2.4.2. 2821 – 10 (утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 29 декабря 2010 г. № 189);
- Федеральные требования к образовательным учреждениям в части охраны здоровья обучающихся, воспитанников (утверждены приказом Минобрнауки России от 28 декабря 2010 г. № 2106).

В рисунке 1 представлена концепция духовно- нравственного развития и воспитания личности гражданина РФ [3].



Рисунок 1. Концепция духовно- нравственного развития и воспитания личности гражданина РФ.

Сравнительный анализ факультатива и элективного курса

Факультативы и элективные курсы имеют сходства по цели: углубление знаний, развитие интересов, способностей и склонностей учащихся, их профессиональное самоопределение, по выбору учащихся: выбираются на основе собственных интересов. А также у них отсутствует стандарты и ЕГЭ. Сравнение между этими курсами приведено в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение факультативного и элективного курса.

Факультативные курсы	Элективные курсы
Выбираются лишь частью учащихся	Выбираются каждым учеником
Занятия вынесены за сетку часов в расписании занятий (7-8-е уроки)	Указаны в расписании, как и остальные уроки
Необязательны для посещения	Обязательны для посещения

Длительность минимум 34ч. Занятия планируются на весь учебный год	Длительность от 6-8 до 72 ч, могут быть рассчитаны на 1-2 месяца, на четверть, полугодие
Может быть предложен один курс по одному предмету	Должно быть предложено избыточное по отношению к возможному выбору количество курсов по каждому предмету

Сравнение показало, что для нашего учебного процесса наиболее подходит элективные курсы. В связи с этим рассмотрим более подробно элективные курсы.

Элективные курсы - обязательные курсы по выбору учащихся из компонента образовательного учреждения, входящие в состав профиля обучения. В зависимости от способностей и интересов, учащихся элективные курсы позволяют:

- внести дополнения в содержание образования, т.е. учащиеся получают возможность более эффективно подготовиться к освоению программ профессионального, специального или высшего образования;

- учащиеся имеют равный доступ к полноценному образованию, т.к. ввести элективные курсы технически легче, чем организовать профильный класс или класс с углубленным изучением предмета;

- учащиеся получают возможность широкого выбора в выстраивании индивидуальной образовательной траектории, что повышает их уровень самообразовательной деятельности;

- учитель может реализовать индивидуальный интерес, творческие способности и проявить личностные качества;

- школа может использовать свой имеющийся творческий опыт.

Элективные курсы в старших классах являются пропедевтическими и выполняют задачи практикоориентированной помощи в приобретении

личного опыта выбора собственного содержания образования. Основная функция курсов по выбору – профориентационная. Причем профориентация здесь понимается более широко, нежели раньше. Это и ориентация на профиль обучения, и одновременно ориентация на определенную сферу деятельности, с которой связано успешное освоение содержания образования в рамках того или иного профиля, и ориентация на выбор будущей профессии [16].

Рассмотрим общие требования к элективным курсам

Реализация курсов по выбору в предпрофильной и профильной подготовке предполагает использование следующих потенциальных возможностей повышения готовности учащихся к самообразовательной деятельности: самостоятельное изучение основной и дополнительной учебной литературы, а также иных источников информации; сочетание обзорных и установочных лекций с лабораторными работами, семинарами, дискуссиями, творческими встречами; информационная поддержка образовательной деятельности учащегося с помощью учебных видеофильмов, электронных тестов, телекоммуникационных средств; проведение творческих конкурсов, публичных защит проектов, эвристических контрольных работ; включение в учебную деятельность экскурсий на предприятия и специализированные выставки; социальные и профессиональные практики на адаптационных рабочих местах; работу в третьем секторе экономики, волонтерство и другие [17].

Требования к элективным курсам по выбору:

- Одно из важных требований - полнота. Курсы по выбору в пределах конкретной образовательной территории должны быть представлены по всем имеющимся профилям.

- Набор предлагаемых курсов должен носить вариативный характер, то есть по каждому профилю их количество должно быть избыточным для обеспечения реальной свободы выбора курсов учащимися.

- Содержание курсов также должно быть привлекательным для учащихся. Это не значит, что курсы должны превращаться в шоу, но научный по содержанию материал надо стремиться подать в интересной, занимательной форме с включением оригинальных, важных и интересных для учащихся сведений.

- Курсы не должны быть длительными. Их продолжительность может варьироваться, но оптимальная находится в пределах 8-16 часов. Таким образом, создаются условия в организации учебного процесса, которые позволяли бы ученику менять «пакет курсов», по крайней мере, два раза за учебный год. (Однако не исключается и возможность проведения достаточно длительных курсов в течение полугодия объемом 34 часа).

- Подготовка программ и проведение занятий в рамках курсов по выбору должны быть обеспечены учительскими кадрами высокой квалификации.

- Содержание курсов предпрофильной подготовки должно не только включать информацию, расширяющую сведения по учебным предметам, но и знакомить учеников со способами деятельности, связанными с обучением по программе того или иного профиля.

- Учебные занятия в рамках курсов по выбору должны проводиться преимущественно в активной форме.

- Курсы по выбору должны быть предложены учащимся в конце учебного года, чтобы к следующему учебному году можно было дать информацию для учащихся о предлагаемых им курсах и сформировать муниципальную образовательную сеть.

1.2 Элективный курс «Постоянный ток» на макетной плате станции NI EVIS II

Проведение лабораторного практикума по теме «Постоянный ток» при традиционном обучении требует использования реальных электротехнических устройств, таких как: вольтметр, амперметр, ваттметр, трансформатор, соединительные провода, которые в свою очередь используются для монтажа электрических схем, дающих возможность подключиться к источнику тока. Также требуются конденсаторы, диоды, резисторы, реостаты, элементы которых могли быть в монтируемых электрических схемах. Параметры таких элементов схемы измерялись стационарными и переносными приборами. Полученные данные записывались в таблицы и использовались для расчета требуемых параметров по формулам при помощи калькуляторов. При таком объеме работ при наблюдении и исследовании электрических схем остаётся малое количество времени для анализа и обработки полученных данных.

Но на данный момент информационные технологии позволяют использовать компьютер, как вычислительную станцию. Помимо этого, компьютер позволяет накапливать результаты измерений и сохранять их, в любой удобной форме (таблица, текст, график) и производить различные математические расчеты. Поэтому, применение макетной станции виртуальных приборов и системы сбора и обработки результатов является эффективным и современным подходом в лабораторном практикуме.

В Санкт-Петербургском государственном политехническом университете, Армавирском машиностроительном техникуме, Казанском национальном исследовательском техническом институте [5] макетная станция NI EVIS II широко применяется при обучении студентов по техническим направлениям. Данная станция является компактной версией всех электротехнических манипуляций, что позволяет обширнее изучить студенту дисциплины по физике. Программа выполнения лабораторного

практикума для студента включает в себя технику безопасности, описание виртуальных приборов и список возможных или готовых заданий по разделам изучения физики. К макетной плате в комплект оборудования входит «Руководство пользователя», одинаковое и для студента и преподавателя. Руководство пользователя в большей мере написано, как описание, а не конкретные действия. Отсутствуют методические рекомендации для преподавателей, что затрудняет процесс обучения в высшей школе.

А также в 2018 году была написана выпускная квалификационная работа «Разработка лабораторных работ с использованием рабочей станции NI ELVIS II, по изучению простейших электрических цепей на внеурочных занятиях по физике в старших классах» Черновым Юрием Александровичем. В данной работе был разработан план факультативных занятий, но не был применен в практике [19].

Несмотря на положительные результаты использования виртуальных приборов в лабораторном практикуме в высших учебных заведениях, в обучении учащихся средних образовательных учреждений такие лабораторные практикумы не проводятся. Причину можно связать с дорогостоящей ценой оборудования и сложной технической поддержкой.

Руководство пользователя также, на наш взгляд, не подходит для учащихся средних образовательных учреждений. В связи с этим нами рассмотрены возможности обобщенных приемов действий, то есть общих логических действий.

Под общими логическими действиями понимаются общеучебные умения, которые обеспечивают четкую схему содержания и выполнения отдельных действий. Внутри общей системы действий есть структурированная последовательность, одно действие строится за другом на основании первого действия. Перед началом выполнения лабораторного

практикума с помощью системы общих действий необходимо провести комплекс различных мероприятий. Во-первых, вводная лекция, в которой учащиеся смогут ознакомиться со структурой макетной платы, сформировать представление об обобщенной системе действий, которая необходима для успешного выполнения лабораторного практикума. Кроме того, формирование общих логических действий должно быть системным и происходить неотрывно от каждого учащегося, то есть, все должны быть вовлечены в процесс выполнения действий.

Элективный курс «Постоянный ток» разработан, используя методику обобщённых действий. Чтобы увеличить эффективность восприятия информации очень важно систематизировать действия. В связи с этим, нами разработаны общие логические схемы деятельности по выполнению работ, которая имеет единую форму для каждой работы. При выполнении лабораторных работ учащимся предоставлены вместе с «Руководством пользователя» эти системы общих логических действий по выполнению работ и составлению отчетов. Общая логическая схема кратко и наглядно отражает содержание основных действий и пунктов выполнения лабораторных работ, логику курса в целом и методику его изложения. Таким образом, учащийся работает с конкретными и описанными действиями, создавая логическую последовательность действий при выполнении работ.

На основании выше указанного изложения можно сделать вывод, что обобщенная система логических действий позволяет представить информацию в более доступной форме и систематизировать логику мышления учащегося.

Макетная плата INT-EE для рабочей станции NI-ELVIS II

Элективный курс проводился с использованием технологии виртуальных приборов и включать практические занятия по основным разделам теоретических основ электротехники. Система разработана в

графической среде программирования NI LabVIEW и работает на аппаратной основе учебной станции «NI ELVIS II+» (или «NI ELVIS II»), работающей со специально разработанной макетной платой для проведения лабораторных работ. Ученик имеет возможность собирать на плате электрические схемы, подключать необходимые источники питания и измерители, проводить эксперименты с изучаемыми схемами, собирать, отображать и сохранять необходимую информацию в виде таблиц, графиков, осциллограмм и векторных диаграмм. При проведении каждой лабораторной работы на монитор выводится соответствующая электрическая схема, необходимые измерительные приборы и инструменты. Параллельно с выполнением практического занятия ученик имеет прямой доступ к теоретическому материалу и пошаговым инструкциям по проведению лабораторной работы. Программа обладает простым и интуитивно понятным пользовательским интерфейсом. Нами разработаны инструкции к лабораторным работам, шаг за шагом, описаны действия, которые необходимо выполнить при проведении лабораторной работы [15].

При проведении данного типа лабораторных работ ученики пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы, контрольные вопросы, учебная и специальная литература. В руководстве пользователя приведено подробное описание экспериментов по всем лабораторным работам курса. Перед началом работы учащийся должен зарегистрироваться. Зарегистрированные пользователи входят в систему, набирая имя пользователя и пароль. Выбор конкретной лабораторной работы осуществляется из главного меню. На лицевой панели каждой лабораторной работы приведены соответствующие электрические схемы. Полученные в результате лабораторной работы данные в реальном масштабе времени могут отображаться на мониторе в виде численных значений, осциллограмм,

графиков и векторных диаграмм. Результаты измерений сохраняются в файл в формате MS Excel, при этом сохраняются также регистрационные данные ученика, и дата проведения опыта.

Макетная плата условно разделена на зоны: контактные зоны, на которые подается постоянное или переменное напряжения (с программной регулировкой), контактные зоны, на которых производится измерение напряжений и токов, зоны с установленными электронными компонентами. Выполнение всевозможных электрических соединений, в соответствии с требованиями лабораторных работ, производится при помощи соединительных проводов [20].

Для проведения лабораторной работы необходимо: 1. Запустить программу. 2. Зарегистрироваться или ввести имя пользователя и пароль. 3. Открыть лицевую панель лабораторной работы двойным щелчком из главного меню, после чего на лицевой панели будет выведена электрическая схема соответствующей лабораторной работы. 4. В рабочем поле инициализировать принципиальную электрическую схему. 5. Собрать на плате цепь в соответствии с инициализированной электрической схемой. Монтаж электрической схемы производится с помощью входящих в комплект поставки соединительных проводов. Контактные штекеры на проводах позволяют подключать несколько проводов к одному гнезду, последовательно вставляя их друг в друга.

На этой установке можно провести следующие лабораторные работы: по постоянному току имеются 5 работ, по переходным процессам в цепи - 3 работы, по переменному току - 12 работ. Каждая лабораторная работа имеет по 10 вариантов на каждое задание, каждая работа имеет минимум 2 задания.

Таким образом, учащиеся выполняя лабораторные работы на учебной станции «**NI ELVIS II+**» не только рассматривают теоретические материалы по теме, но и изучают методику проведения лабораторных работ и учатся понимать принцип работы электрических схем.

ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Методика проведения элективного курса «Постоянный ток»

ФГОС для средней школы требует освоения современных способов получения, обработки и представления информации на основе ИКТ. Поэтому внедрение виртуальных приборов в подготовку, проведение экспериментальных работ и в обработку полученных экспериментальных данных является актуальной задачей развития лабораторного практикума.

Противоречие исследования заключается в том, что с одной стороны, в последние годы цифровые средства широко внедряются в учебный процесс, а с другой стороны, на сегодняшний день элективные курсы с использованием графической среды программирования Lab VIEW недостаточно разработаны.

Возникает проблема исследования: как проводить в школе элективный курс с использованием модульных программных платформ.

Целью исследования является разработка элективного курса «Постоянный ток» с использованием макетной платы NI ELVIS II в рамках элективного курса.

Задачи исследования:

1. Проанализировать учебно-методическую литературу;
2. Изучить все возможности программно-аппаратного обеспечения и поставить все варианты лабораторной работы;
3. Разработать программу элективного курса «Постоянный ток»;
4. Разработать методику выполнения лабораторных работ с использованием технологии виртуальных приборов;
5. Проверить эффективность разработанной методики в ходе педагогического эксперимента.

Объектом исследования является процесс выполнения лабораторных работ по теме «Постоянный ток» на рабочей станции NI ELVIS II в рамках элективного курса.

Предметом исследования является обобщенные приемы при выполнении лабораторных работ с использованием технологии виртуальных приборов.

При разработке методики проведения элективных курсов нами был выбран деятельностный подход, основанный на теории деятельности. При деятельностном подходе в обучении выделяют действия, которые являются общими для частных видов деятельности, их называют обобщенными приемами. Формирование обобщенного приема занимает значительно меньше времени, чем формирование умений решать конкретные экспериментальные задачи, так как спектр таких задач обширный.

Гипотеза исследования: если у учащихся сформировать обобщенные приемы деятельности, то они успешно выполнят лабораторные работы на макетной плате станции NI ELVIS II.

Методы исследования:

- теоретические (анализ литературы, сравнение, анализ, выводы из полученных данных);
- практические (постановка лабораторных работ, составление программы элективного курса, написание конспектов уроков, составление методических рекомендаций).

Практическая значимость заключается в том, что разработанный элективный курс с использованием макетной станции NI ELVIS II может быть применен в учебном процессе в средней образовательной школе.

Из всех лабораторных практикумов для технических вузов на макетной плате станции NI ELVIS II фирмы «National Instruments» нами выбран практикум по теоретической основе электротехники, который наиболее подходит для учащихся технического профиля. Из практикума выбраны и поставлены лабораторные работы по теме «Постоянный ток»: «Закон Ома», «Законы Кирхгофа», «Последовательное соединение резисторов», «Параллельное соединение резисторов», «Смешанные соединения резисторов». Из этих работ лабораторные работы «Законы Кирхгофа» и

«Смешанные соединения резисторов» традиционно в средних образовательных школах не проводятся. При постановке работ нами выполнены по 10 вариантов работ, определены недостатки и достоинства всех вариантов работ, выбраны варианты, дающие наиболее правильные результаты.

Так же разработана общая логическая схема действий при выполнении всех работ и инструкции к каждой лабораторной работе и действия при оформлении отчета.

Программа элективного курса

Пояснительная записка

Программа элективного курса «Постоянный ток» составлена на основе Федерального компонента государственного стандарта среднего (основного) общего образования в профильном обучении, обязательного минимума содержания физического образования и рабочих программ для общеобразовательных школ.

Элективный курс предназначен для старших классов профильного уровня и способствует углублению знаний по теме «Постоянный ток». Курс проводится в виде лабораторных работ с использованием технологии виртуальных приборов. Курс опирается на знания, полученные на уроках физики. Курс нацелен на систематизацию учащимися теоретических и практических знаний по предмету, обеспечение отработки практических знаний, умений и навыков по предмету

Основные цели курса:

1. Углубление знаний и умений у учащихся по теме «Постоянный ток».
2. Научить учащихся:
 - работать с интерфейсом программирования Lab VIEW;

- использовать технологии виртуальных приборов на учебной станции «NI ELVIS II +»;
- работать с программой Microsoft Excel.

Вся программа делится на несколько разделов. 1-ый раздел знакомит учащихся с графической средой программирования NI Lab VIEW, Microsoft Excel и с учебной станцией «NI ELVIS II +». Остальные разделы посвящены практическим занятиям (лабораторным работам).

Общая характеристика учебного предмета

Физика как наука о наиболее общих законах природы, выступая в качестве учебного предмета в школе, вносит существенный вклад в систему знаний об окружающем мире. Она раскрывает роль науки в экономическом и культурном развитии общества, способствует формированию современного научного мировоззрения. Для решения задач формирования основ научного мировоззрения, развития интеллектуальных способностей и познавательных интересов школьников в процессе изучения физики основное внимание следует уделять не передаче суммы готовых знаний, а знакомству с методами научного познания окружающего мира, постановке проблем, требующих от учащихся самостоятельной деятельности по их разрешению.

Гуманитарное значение физики как составной части общего образования состоит в том, что она вооружает школьника научным методом познания, позволяющим получать объективные знания об окружающем мире.

Знание физических законов необходимо для изучения химии, биологии, физической географии, технологии, ОБЖ.

Место элективного курса в учебном плане

Программа элективного курса рассчитана на один учебный семестр. Количество часов – 13 академических часов. Количество часов в неделю: один час, что соответствует школьному учебному плану.

Таблица 2. Содержание программы элективного курса.

№	Тема	Содержание	Кол-во часов
1	Вводное занятие	Организационные вопросы, техника безопасности, изучение интерфейса устройства, архитектуры системы.	1
2	Методика выполнения лабораторных работ	Изучение общей логической схемы деятельности при выполнении лабораторной работы и системы действий по оформлению отчета.	1
3	Изучение программы Microsoft Excel	Ввод данных, формул, построение графиков, самостоятельное выполнение задач на Excel.	1
4	Лабораторная работа 1. Закон Ома.		2
5	Лабораторная работа 2. Закон Кирхгофа		2
6	Лабораторная работа 3. Последовательное соединение резисторов		2
7	Лабораторная работа 4. Параллельное соединение резисторов		2
8	Лабораторная работа 5. Смешанное соединение резисторов		2
	ИТОГО		13

Требования к уровню подготовки

В результате обучения учащиеся должны уметь:

1. Работать в группах;
2. Выполнять лабораторные работы на учебной станции «NI ELVIS II +»;
3. Пользоваться программой Microsoft Excel;

Перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения

1. Учебная станция «NI ELVIS II +» со специальной макетной платой для проведения лабораторных работ;
2. Программное обеспечение, поддерживающее работу платформы NI ELVIS II;
3. Программное обеспечение для проведения лабораторных работ;
4. Установленная программа Microsoft Excel;
5. «Руководство пользователя» NI ELVIS II;
6. Методика выполнения лабораторных работ.

Лабораторные работы:

1. Закон Ома.
2. Законы Кирхгофа.
3. Последовательное соединение резисторов.
4. Параллельное соединение резисторов.
5. Смешанное соединение резисторов.

Нами разработаны общая логическая схема деятельности по выполнению работ, которая подходит всем и система действий по оформлению отчета лабораторной работы, которые приведены ниже.

Общая логическая схема деятельности по выполнению работ:

1. Прочитайте теоретические основы работы.
2. Сформулируйте цель работы.
3. Определите используемые формулы по данной работе.
4. Установите переключатель PROTOTYPING BOARD POWER на рабочей станции NI ELVIS II в положение I (включен). Загорятся светодиод «Питание» на плате и индикатор включения питания на панели NI ELVIS II.
5. Запустите программу «Electronics Engineering Board 2», которая находится на панели задач.
6. Иницируйте «Вход».
7. Выберите лабораторную работу.

8. Установите исходные данные, следуя варианту.
9. Соберите цепь по данной схеме на плате.
10. Проведите проверку цепи.
11. Нажмите кнопку «Старт» на панели управления.
12. Зафиксируйте данные на таблице Excel с помощью кнопки «Запись» на панели управления.
13. Проверьте файл данных Excel.
14. Постройте график, используя кнопки «Графопостроитель» или «Осциллограмма».
15. Постройте векторную диаграмму, используя кнопку «Векторная диаграмма».
16. Выполните 3 варианта по пунктам.
17. Сохраняйте файл данных и график (осциллограмму, векторную диаграмму).
18. Заполните таблицу, которая находится в Excel на листе «Студент».
19. Выполните расчеты.
20. Ответьте на контрольные вопросы.
21. Оформите отчет.

Для сравнения всех работ учащихся и студентов нами разработана система действий по оформлению отчета, по которой были подведены результаты элективного курса.

Система действий по оформлению отчета лабораторной работы:

1. Дата, ФИО исполнителей, название работы, фотография установки с исполнителями.
2. Цель работы.
3. Перечень виртуальных приборов.
4. Изображение схемы с виртуальными приборами и без них (2 схемы).
5. Таблица с исходными данными.

6. Используемые формулы.
7. Таблица с установленными, измеренными и рассчитанными данными.
8. Расчет погрешностей.
9. Анализ данных таблицы.
10. График зависимости одной величины от другой.
11. Анализ графика зависимости.
12. Ответы на контрольные вопросы.
13. Общий вывод.

Для выявления эффективности разработанной методики результаты выполнения работ учащихся сравнили с результатами лабораторных работ, выполненных студентами 4 курса ФТИ в рамках спецкурса «Электротехника». В 2018/2019 и 2019/2020 уч. годах в эксперименте было задействовано контрольная группа - студенты (16 человек) и экспериментальная группа – учащиеся (22 человек). Студентами было выполнено две работы из списка предложенных учащимся работ: «Закон Ома» и «Закон Кирхгофа», пользуясь лишь руководством пользователя.

После завершения каждой работы учащиеся и студенты сдали отчет по проделанной работе в единой форме по обобщенной системе действий. Результаты педагогического эксперимента обработаны с помощью метода поэлементного анализа. По отчетам выполняется проверка и анализ данных и выводится коэффициент полноты выполнения работ K .

Коэффициент полноты выполнения лабораторных работ K вычислили, используя формулу:

$$k = \frac{n+}{N} * 100\% \quad (1)$$

Где, $n+$ - количество правильно выполненных действий;

N – количество всех действий;

k – коэффициент успешности выполнения действий в %.

По данному коэффициенту составляется вывод и уровень эффективности методики проведения элективного курса.

2.2 Лабораторная работа «Закон Ома»

Цель работы: Измеряя токи и напряжения в цепи, экспериментально убедиться в верности закона Ома и построить графики зависимости тока от напряжения: $I = f U ()$ при $R = const$

Изменяя сопротивление, при неизменном напряжении, постройте график зависимости тока от сопротивления: $I = f R ()$ при $U = const$

Данную работу выполнили 22 учащихся, 16 студентов в 2018/2019 и 2019/2020 учебных годах по парам за 2 часа и подготовили отчет.

Нами разработана инструкция по выполнению работы.

Инструкция по выполнению лабораторной работы «Закон Ома»

1. Прочитайте теоретические основы работы.
2. Сформулируйте цель работы. В данной работе имеются две цели.
3. Найдите используемые формулы, исходя из цели работы.
4. Установите переключатель PROTOTYPING BOARD POWER на рабочей станции NI ELVIS II в положение I (включен). Загорятся светодиод «Питание» на плате и индикатор включения питания на панели NI ELVIS II.
5. Запустите программу «Electronics Engineering Board 2», которая находится на панели задач.
6. Произведите «Вход».
7. Выберите лабораторную работу «Закон Ома».

8. Перейдите на следующую схему (где видны виртуальные приборы) с помощью стрелки на панели инструментов.
9. Установите исходные данные на пассивном элементе, источнике. Значение сопротивления постоянное (по вариантам), напряжение меняется от 1 В до 10 В.
10. Соберите цепь на плате, следуя схеме. Выберите те резисторы, которые вам даны по варианту.
11. Проверьте цепь, покажите учителю. Если правильно, то можете переходить к следующему пункту.
12. Нажмите кнопку «Старт/Стоп» на панели управления. Кнопка должна поменять цвет из красного в зеленый.
13. Зафиксируйте данные, нажав на кнопку «Запись» из панели управления.
14. Нажмите кнопку «Старт/Стоп».
15. Откройте файл данных, нажав на кнопку «MS Excel» и проверьте данные. Если правильно, то переходите к следующему пункту.
16. Пошагово увеличивайте напряжение (от 1 В до 10 В, с шагом 1 В) и, нажимая «Запись», фиксируйте показания.
17. По окончании установите значение напряжения VPS+ равным 0.
18. Проверьте файл данных «MS Excel».
19. Откройте окно графопостроителя с помощью кнопки «Графопостроитель» на панели управления.
20. Выберите из окна «Переменные» измерители и установите значения оси абсцисс и оси ординат. Проследите, чтобы «глаз» был открыт.

21. Регулируйте масштаб, чтобы все 10 точек были видны на графике.
22. Закройте окно графопостроителя и нажмите кнопку «Новый график».
23. Точно также выполните еще 2 варианта.
24. После выполнения 3-х вариантов проверьте график и файл данных.
25. Сохраните график и файл данных.
26. Приступайте к заполнению таблицы на листе «Студент». Если есть блокировка, то снимайте его и только после этого начинайте заполнять таблицу.
27. Произведите расчеты. Для первого задания рассчитываем сопротивление, погрешность и среднее значение сопротивления. Для второго задания рассчитываем сопротивление.
28. Выполните второе задание.
29. Оформите отчет, следуя указаниям.

К общей системе действий по выполнению отчета добавляются специфические действия конкретной лабораторной работы.

Приводим ниже отчет лабораторной работы, выполненный учащимися.

Отчет по лабораторной работе «Закон Ома»

1. Дата: 17.12.2018 г.

Исполнители: Стручков.А.И., Черноградский А.П.

Название работы: Закон Ома



2. Цель работы:

Измеряя токи и напряжения в цепи, экспериментально убедиться в верности закона Ома и построить графики зависимости тока от напряжения:

$$I = f(U) \text{ при } R = \text{const}$$

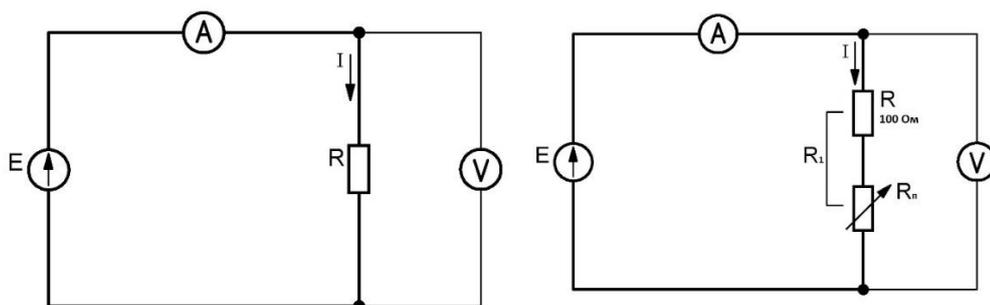
Измеряя сопротивление, при неизменном напряжении, построить графики зависимости тока от сопротивления:

$$I = f(R) \text{ при } U = \text{const}$$

3. Перечень виртуальных приборов:

- Амперметр (A1),
- Вольтметр (V1),
- Источник напряжения (+E),
- Сопротивления (зона резисторов на плате),
- Потенциометр (x100 Ом)

4. Изображения схемы с виртуальными приборами:



А) Задание 1

Б) Задание 2

5. Таблица с исходными данными:

А) Задание 1

N	3	4	6
R[Ом]	300	400	600
+E[B]	0 ÷ 10		

Б) Задание 2

N	3	4	6
R[Ом]	100 ÷ 1000		
+E[B]	3	4	6

N – номер варианта

6. Используемые формулы:

$R = (U/I)$ – сопротивление

U – напряжение [В], I – сила тока [А]

$R(\text{среднее}) = (R_1+R_2+R_3+\dots)/n$ – среднее значение сопротивления

$(R_1+R_2+R_3+\dots)$ – сумма всех сопротивлений от 0 до n

n – количество всех сопротивлений

$d = (R - R_0)/R_0 \cdot 100\%$ - погрешность

R – Измеренное сопротивление

R₀ – Указанное сопротивление

7. Таблица с установленными, измеренными и рассчитанными данными:

Задание 1: Вариант 4

I=f(U) при R=Const.		R=	400	[Ом]	
N	Измерить	Измерить	Рассчитать	Рассчитать	Рассчитать
	V1	A1	R	Погрешность σ	Среднее значение R
	[В]	[мА]	[Ом]	[%]	[Ом]
1	0,977	2,482	393,6	1,59	397,8
2	1,988	5,012	396,6	0,84	
3	2,986	7,513	397,4	0,64	

4	3,982	10	398,2	0,45	
5	4,981	12,502	398,4	0,40	
6	5,973	14,987	398,5	0,36	
7	6,967	17,476	398,7	0,33	
8	7,956	19,953	398,7	0,32	
9	8,95	22,442	398,8	0,30	
10	9,941	24,927	398,8	0,30	

Данное сопротивление $R = 400 \text{ Ом}$. Напряжение U менялось от 0.977 В до 9.941 В , сила тока I - от $2,482 \text{ мА}$ до $24,927 \text{ мА}$. Погрешности колеблются от 0.3% до $1,59\%$. $R_{\text{ср.}} = 397,8 \text{ Ом}$

Задание 2: Вариант 3

$I=f(R)$ при $U=\text{Const.}$	$E=$	z	[В]	
N	Установить	Измерить	Измерить	Рассчитать
	R1	V1	A1	R
	[Ом]	[В]	[мА]	[Ом]
1	100	2,94	29,457	99,81
2	200	2,971	14,9	199,40
3	300	2,981	9,983	298,61
4	400	2,986	7,513	397,44
5	500	2,989	6,027	495,93
6	600	2,991	5,033	594,28
7	700	2,992	4,325	691,79
8	800	2,993	3,791	789,50
9	900	2,994	3,377	886,59
10	1000	2,995	3,045	983,58

Мы сняли измерения 10 раз при напряжении 3В. Сопротивление от 100 до 1000 с шагом в 100 ом. Напряжение изменялось от 2,94 до 2,995, а сила тока от 29,457 до 3,045.

8. Расчет погрешностей:

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{x}$$

Где, ΔX разница табличного и экспериментального значений сопротивления, x – табличное значение.

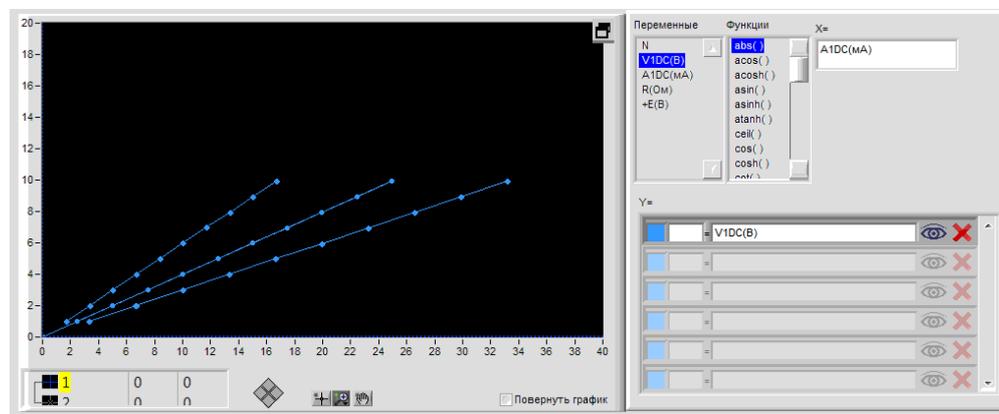
В первом задании погрешность получилась в диапазоне от $0,1\%$ до 1% . Во втором задании погрешность выше 1% .

9. Анализ таблицы:

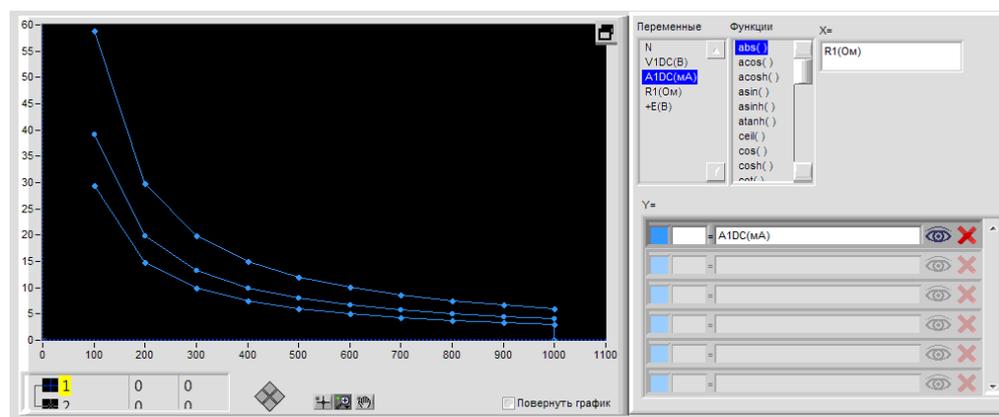
Смотри пункт 7

10. Графики зависимости:

Задание 1



Задание 2



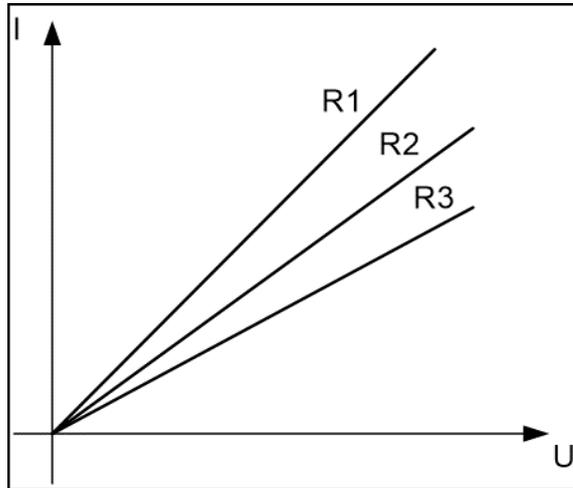
11. Анализ графика:

1) График линейной зависимости. Действительно: $I = E / (R + r)$, где $(R + r) = \text{const}$, E -переменная. График вида: $y = kx$. При разных начальных значениях сопротивления резисторов R графики имеют разный угол наклона. То есть чем больше R , тем меньше коэффициент K . Тогда угол наклона графика меньше.

2) График обратной зависимости: гипербола. Действительно: $I = E / (R + r)$, где $(R + r)$ -переменная, $E = \text{const}$. График вида $y = k/x$. При разных начальных значениях напряжения U графики расположились друг над другом. То есть чем больше начальное значение U , тем выше располагается график зависимости.

12. Ответы на контрольные вопросы

1. Какое соотношение между значениями сопротивлений правильно?



а) $R_1 > R_2 > R_3$

б) $R_1 < R_2 < R_3$

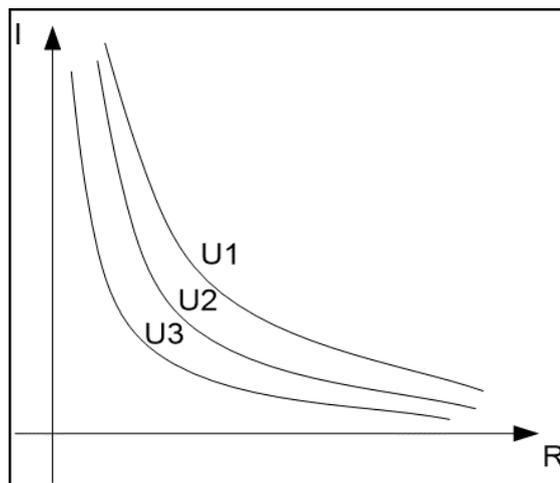
в) $R_1 = R_2 = R_3$

 -

 +

 -

2. Какое соотношение между значениями напряжений правильно?



а)

б)

в)

$$U_1 > U_2 > U_3$$

$$U_1 < U_2 < U_3$$

$$U_1 = U_2 = U_3$$

+

-

-

13. Общий вывод

Используя установку ELVIS, мы вывели зависимость $E(R)$, то есть экспериментально убедились в верности формулы $I = E / (R + r)$, то есть закона Ома.

Рассмотрим коэффициент полноты выполнения лабораторной работы K , определенного методом поэлементного анализа. На рисунке 2 приведены результаты выполнения работы «Закон Ома» учащимися и студентами в 2018/2019 уч. году.

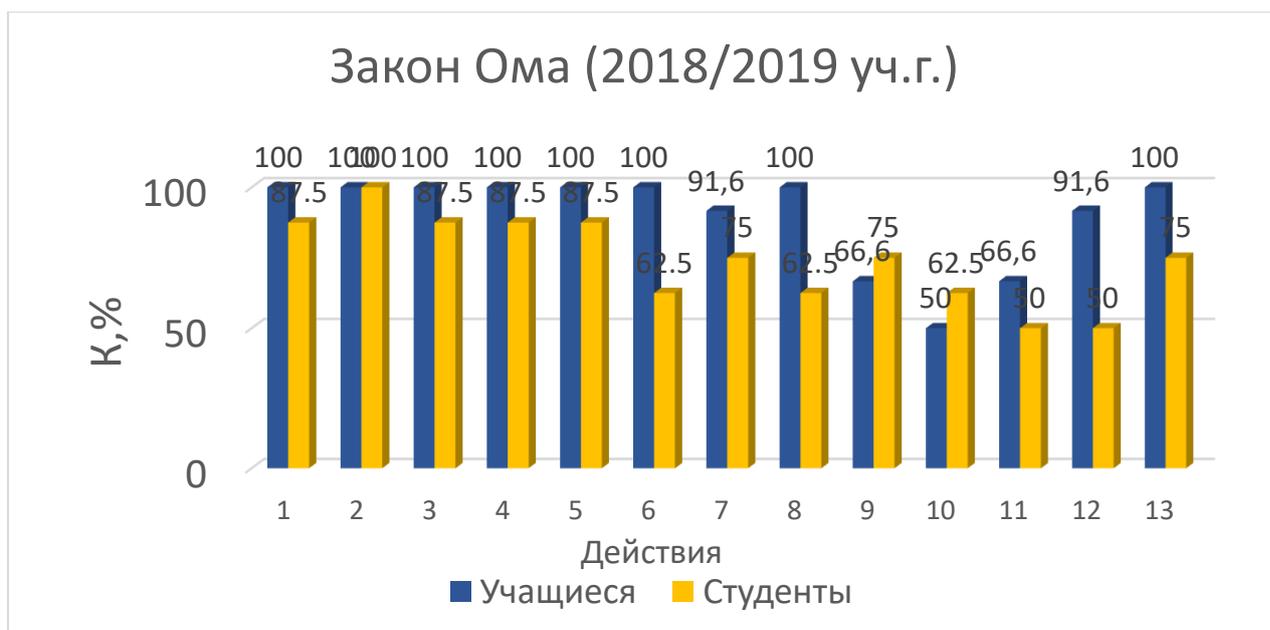


Рисунок 2. Закон Ома (2018/2019 уч. г.).

На рисунке 2 показан в процентах коэффициент полноты выполнения работы по отдельным действиям, начиная с определения цели, заканчивая составлением вывода. Синим цветом нарисованы результаты учащихся, а желтым - соответственно студентов. За первые шесть действий у учащихся $K=100\%$, у студентов 87.5% . Эти шесть действий содержат оформление и описание лабораторной работы, то есть у студентов в данных действиях

имеются незначительные ошибки, которые имеют большую роль в эстетике оформления отчета, чем в получении правильных результатов. Седьмое действие состоит из «Таблицы с установленными, измеренными и рассчитанными данными», то есть содержит полученные учащимися данные. В этом действии нужно учесть единицы измерения и порядок числа, это самое главное действие, где можно допустить ошибку, что видно из коэффициента полноты K . Под восьмым действием у нас расчет погрешности. Учащиеся справились с ним без единой ошибки, а студенты получили K на чуть выше среднего. Это связано с использованием неправильной формулы и расчетом всех полученных данных, в этом действии нужно указать данные с наивысшей и наименьшей погрешностью. После восьми действий идет значительный спад K у обеих групп. Девятое действие у нас — это анализ полученных данных. С этой задачей справились на удовлетворительно и учащиеся и студенты. То есть у каждой группы затруднение вызвал сам анализ полученных данных. Десятое действие у нас построение графика, исходя из полученных данных нужно построить график зависимости и сравнить три варианта. Полученный график подтверждает или опровергает поставленную цель в начале работы. У обеих групп это действие вызвало затруднение, что, на наш взгляд, это связано с корректностью полученных данных, то есть если вышестоящие действия не правильны, то последующие действия тоже будут провальными. Несмотря на это, студенты справились лучше, чем учащиеся с этой задачей. И далее идет 11 действие «Анализ графика», замечено, что учащие смогли более развернуто сделать анализ, чем студенты. 12 действие у нас — это вывод, подведение итогов, с этой задачей студенты хуже справились. И последнее действие ответ на контрольные вопросы (у студентов $K=75\%$).

На рисунке 3 показан коэффициент полноты выполнения работы в 2019/2020 учебном году.

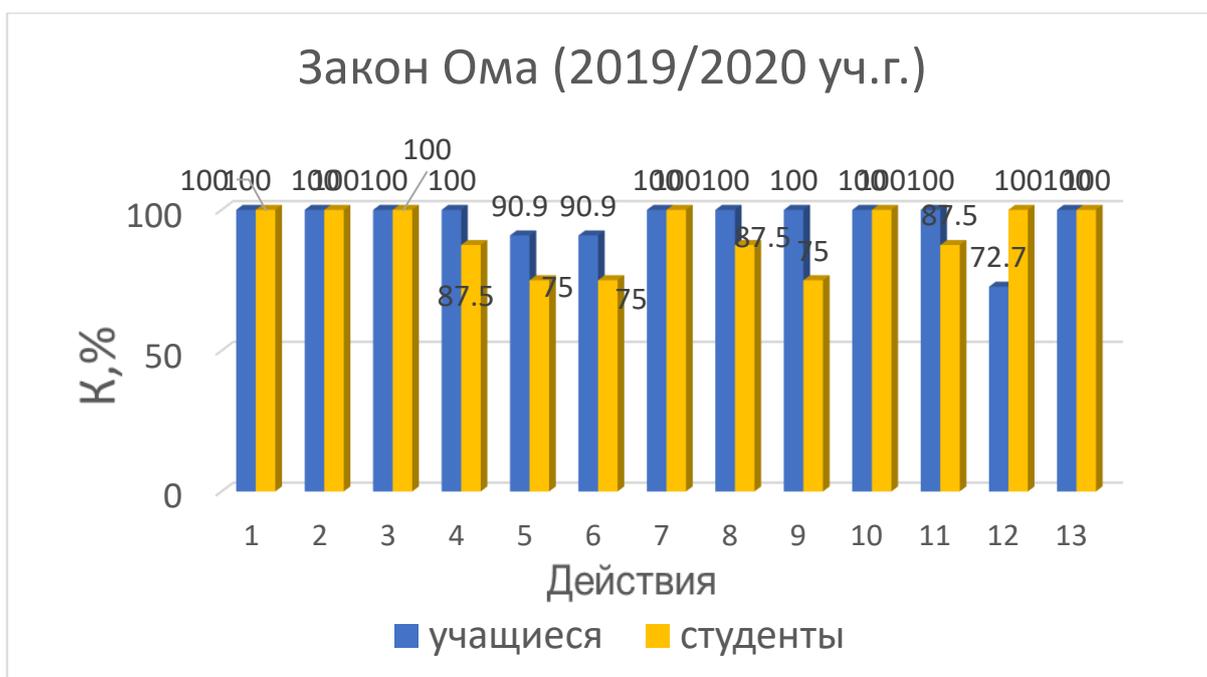


Рисунок 3. Закон Ома (2019/2020 уч. г.).

Спад коэффициента К наблюдается реже, чем в предыдущем году. Значение коэффициента всегда выше 70% и это показатель того, что в этих действиях ошибались только два человека. Улучшение результатов мы можем объяснить тем, что в 2019/2020 учебном году учтены недостатки и усовершенствована методика проведения элективного курса.

Выводы: лабораторная работа «Закон Ома» является самой первой в разделе «Постоянный ток». Данная работа должна в полной мере ознакомить группы с устройством панели, с его интерфейсом и возможностями. Сама тема лабораторной работы является одной из основных и простых для понимания, что не должно было вызвать проблему с теоретической стороны. Несмотря на это, главным действиями, вызвавших спад коэффициента полноты выполнения действий являются анализы полученных данных, что указывает на затруднение в описании своих действий и результатов эксперимента, это говорит о том, что учащиеся и студенты не вникают в суть темы.

2.3 Лабораторная работа «Закон Кирхгофа»

Цель работы: экспериментально убедиться в верности первого и второго законов Кирхгофа. Измерить токи в ветвях и падение напряжения на сопротивлениях, построить потенциальную диаграмму для контуров.

Инструкция по выполнению лабораторной работы «Закон Кирхгофа».

1. Прочитайте теоретические основы работы.
2. Сформулируйте цель работы. В данной работе имеется две цели.
3. Найдите используемые формулы, исходя из цели работы.
4. Установите переключатель PROTOTYPING BOARD POWER на рабочей станции NI ELVIS II в положение I (включен). Загорятся светодиод «Питание» на плате и индикатор включения питания на панели NI ELVIS II.
5. Запустите программу «Electronics Engineering Board 2», которая находится на панели задач.
6. Произведите «Вход».
7. Выберите лабораторную работу «Закон Кирхгофа».
8. Перейдите на следующую схему (где видны виртуальные приборы) с помощью стрелки на панели инструментов.
9. Проверьте схему. Найдите ошибки на данной схеме.
10. Исправьте полюса соединения измерителей с помощью редактора на панели инструментов.
11. Нажав кнопку «редактор» на панели инструментов, зайдите в редактор PAINT и исправьте направление тока. Сохраните исправленную версию.
12. Исправленную схему загрузите с помощью кнопки «загрузить» на панели инструментов.
13. Поменяйте полюса соединения измерителей. Нажмите правой кнопкой мыши и зайдите в параметры.

14. После редактирования схемы проверьте его, показав учителю. Если правильно, переходите к следующему пункту.
15. Установите исходные данные на пассивном элементе, источнике.
16. Соберите цепь на плате, следуя схеме. Выберите те резисторы, которые вам даны по варианту.
17. Проверьте цепь, показав его учителю. Если правильно, можете переходить к следующему пункту.
18. Нажмите кнопку «Старт/Стоп» на панели управления. Кнопка должна поменять цвет из красного в зеленый.
19. Зафиксируйте данные, нажав на кнопку «Запись» из панели управления.
20. Нажмите кнопку «Старт/Стоп».
21. Откройте файл данных, нажав на кнопку «MS Excel» и проверьте данные. Если правильно, то переходите к следующему пункту.
22. Снимите показания еще для двух вариантов.
23. По окончании установите значение напряжения V_{PS+} равным 0.
24. Проверьте файл данных «MS Excel».
25. Приступайте к заполнению таблицы на листе «Студент», если есть блокировка, то снимаем его и только после этого начинаем заполнять таблицу.
26. Производите расчеты. Для первого задания рассчитайте по данным эксперимента сумму токов в узлах а и б, а для второго задания рассчитайте сумму ЭДС и падение напряжений на каждом контуре.
27. На основании данных постройте потенциальную диаграмму для общего контура (E1, R1, R3, E2) для одного из вариантов.
28. Ответьте на контрольные вопросы.
29. Выполняйте второе задание.
30. Оформляйте отчет, следуя указаниям.

Приводим ниже отчет лабораторной работы, выполненный студентами.

Отчет по лабораторной работе «Законы Кирхгофа»

1. Дата: 18.10.18

ФИО исполнителя: Протопопова Сайаана Васильевна, Попова Снежанна Семеновна

Название работы: «Законы Кирхгофа»



2. Цель работы:

- 1) Экспериментально убедиться в верности первого и второго законов Кирхгофа.
- 2) Измерить токи в ветвях и падений напряжения на сопротивлениях.
- 3) Построить потенциальную диаграмму для контуров.

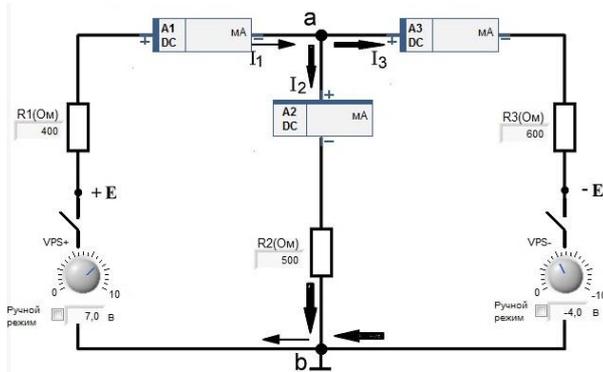
3. Перечень виртуальных приборов:

- Источники напряжения (E_1 , E_2)
- Амперметры (A_1 , A_2 , A_3)
- Вольтметры (V_1 , V_2 , V_3)
- Сопротивления (зона резисторов на плате)

4. Изображение схемы с виртуальными приборами:

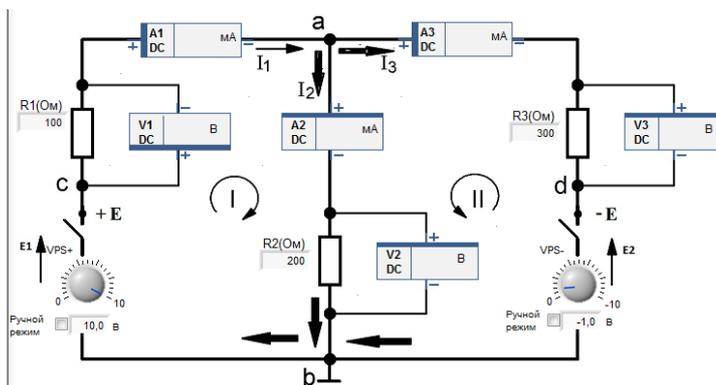
I Закон Кирхгофа:

1 и 4 варианты:



II Закон Кирхгофа:

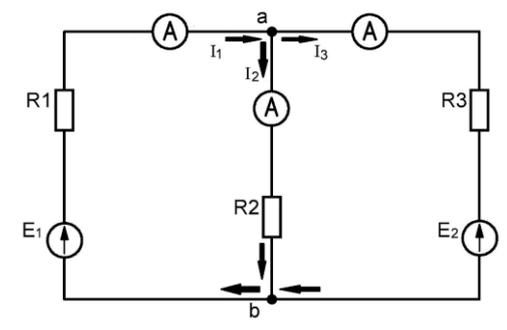
1, 4 и 7 варианты:



Изображение схемы без виртуальных приборов:

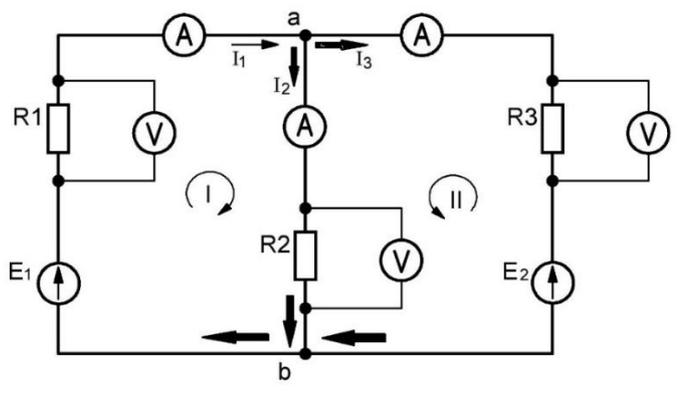
I Закон Кирхгофа:

1 и 4 варианты:



II Закон Кирхгофа:

1,4 и 7 варианты:



5. Таблица с исходными данными:

№	E1	E2	R1	R2	R3
	[В]	[В]	[Ом]	[Ом]	[Ом]
1	10	-1	100	200	300
4	7	-4	400	500	600
7	4	-7	700	800	900

6. Используемые формулы:

I Закон Кирхгофа:

1 и 4 варианты:

По 1 контуру: $I_1 - I_3 - I_2 = 0$

По 2 контуру: $I_3 + I_2 - I_1 = 0$

II Закон Кирхгофа:

1, 4 и 7 варианты:

По 1 контуру: $E_1 - R_1 I_1 + R_2 I_2 = 0$

По 2 контуру: $E_2 - (-R_3 I_3 + R_2 I_2) = 0$

7. Таблица с установленными, измеренными и рассчитанными данными (для двух заданий):

Первый закон Кирхгофа

N	Установить					Измерить			Рассчитать	
	E1	E2	R1	R2	R3	A1	A2	A3	ΣI_a	ΣI_b
	[В]		[Ом]			[мА]			[мА]	
1	10	-1	100	200	300	-0,047	-0,015	-0,043	0,011	-0,011
2	7	-4	400	500	600	1,779	3,544	-1,767	0,002	-0,002
3	4	-7	700	800	900	6,896	-0,034	6,916	0,054	-0,054

Второй закон Кирхгофа

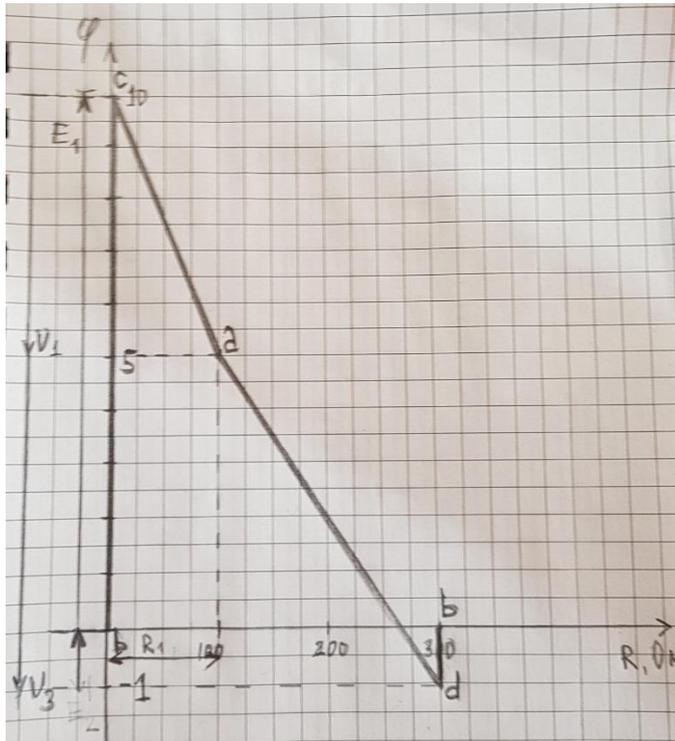
N	Установить					Измерить						Рассчитать	
	E1	E2	R1	R2	R3	A1	A2	A3	V1	V2	V3	$\sum_{k=1}^n E_k - \sum_{k=1}^n I_k R_k$	$\sum_{k=1}^n E_k - \sum_{k=1}^n I_k R_k$
	[В]		[Ом]			[мА]			[В]			[В] (I контур)	[В] (II контур)
1	10	-1	100	200	300	47,119	26,211	21,131	4,699	5,172	6,145	0,0459	0,0971
2	7	-4	400	500	600	13,821	2,969	11,018	5,514	1,447	5,438	-0,0129	1,1263
3	4	-7	700	800	900	3,401	-5,484	9,003	3,016	0,967	7,966	0,0459	-0,001

Анализ таблицы:

8. Первый закон Кирхгофа гласит: для любого узла цепи алгебраическая сумма токов равна нулю. Мы измерили токи в ветвях для трех вариантов: 1,4,7 варианты. Все измерения получились правильными, т.к. при расчете суммы токов на узлах а и b наши расчеты получились примерно равные 0. Примерные, т.к. учитывается погрешность прибора. Самое близкое к 0 измерение у нас получилось в 4 варианте, где сумма токов узла а=0,002, b=-0,002. Превышений токов не наблюдалось.

Второй закон Кирхгофа гласит: алгебраическая сумма падений напряжений на отдельных участках замкнутого контура, произвольно выделенного в сложной разветвленной цепи, равна алгебраической сумме ЭДС в этом контуре. Мы измерили токи в ветвях и падения напряжения на сопротивлениях для трех вариантов: 1,4,7 варианты. Рассчитали сумму ЭДС и падения напряжения для 1 и 2 контура. Согласно второму закону Кирхгофа у нас должны было получиться значения примерно равные 0. Лучшее значение получилось в 1 варианте. В 4 и 7 варианте значения получились немного больше, учитывая погрешность прибора. При выполнении работы превышения тока не наблюдалось.

9. Постройте потенциальную диаграмму для общего контура (E_1, R_1, R_3, E_2) для одного из вариантов:

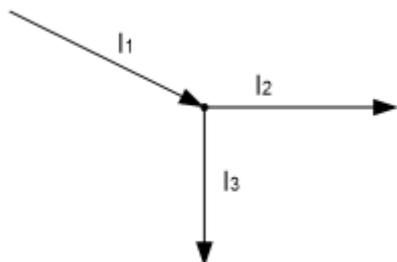


10. Анализ диаграммы:

Мы построили потенциальную диаграмму для полного общего контура (E_1, R_1, R_3, E_2). В качестве начальной точки для построения потенциальной диаграммы приняли узел b . На промежутке от точки b до c потенциал увеличивается до величины ЭДС $E_1=10$ В. На промежутке от точки c до a потенциал понижается на величину напряжения $U_1=5$ В при сопротивлении равную $R_1=100$ Ом. От точки a до d потенциал понижается на величину напряжения равную $U_2=6$ В при сопротивлении равную $R_3=300$ Ом. От точки d до b потенциал увеличивается на значение равное ЭДС $E_2=-1$ В и возвращается обратно в начальное состояние.

11. Ответы на контрольные вопросы (для двух заданий):

1. Чему равен ток I_3 , если $I_1=10\text{мА}$ и $I_2=3\text{мА}$?



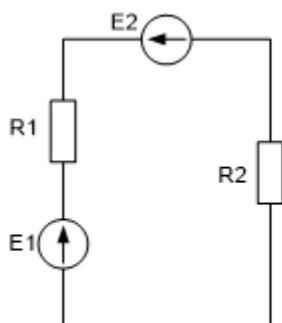
а) -13мА

б) 7мА

в) -7мА

Ответ: в

2. Чему равно падение напряжения на резисторе R_2 , если $E_1=6\text{В}$, $E_2=-1\text{В}$, $R_1=4\text{кОм}$ и $R_2=1\text{кОм}$?



а) 3В

б) 1В

в) 2В

Ответ: б

12. Общий вывод:

1 опыт. Мы измерили токи в ветвях для трех вариантов и доказали, что для любого узла цепи алгебраическая сумма токов равна нулю.

2 опыт. Измерив токи в ветвях и падения напряжения на сопротивлениях для трех вариантов, мы доказали, что алгебраическая сумма падений напряжений на отдельных участках замкнутого контура, равна алгебраической сумме ЭДС в этом контуре. По данным наших таблиц построили потенциальную диаграмму.

Рассмотрим коэффициент полноты выполнения лабораторной работы, определенного методом поэлементного анализа.



Рисунок 4. Закон Кирхгофа (2018/2019 уч. г.).

Второй лабораторной работой является «Закон Кирхгофа». Это очень объемная и трудоемкая тема, которое требует большой концентрации. Данная тема не входит в учебную программу, но так как экспериментальная группа у нас имеет профильное направление по физике, то учащиеся проходят по программе эту тему. Но несмотря на это, обеим группам была проведена лекция «Закон Кирхгофа». Первые три действия у нас идут с незначительными погрешностями, но в четвертом действии коэффициент уменьшается, это у нас действие по построению схемы. Исходя из теории данной темы, весьма трудно корректно построить схему. Но самой большой трудностью является не правильное предоставление информации в руководстве пользователя. Если не проверить правильность содержания, то все результаты получаются неправильно. В этой ошибке виноваты составители руководства пользователя. Если справиться с этой задачей, процесс работы идет быстрее. Под шестым действием у нас идет

использование формул, надо перечислить и записать все формулы. Седьмое действие — это уже полученные данные измерений. Восьмое действие у нас — это анализ полученных данных. С этими двумя действиями обе группы справились весьма хорошо, не возникло большой проблемы, как в первой работе. Но, на девятом действии идет значительный спад коэффициента К, это у нас действие «Построение потенциальной диаграммы». Имея корректные полученные данные, обе группы затруднились при построении графика, что вызвано с низким знанием теоретической основы темы. Дальше идет еще больший спад у студентов, то есть они не смогли проанализировать полученный график, в большей мере это связано с некорректностью предыдущего действия (эффект домино). Под 11 действием идет вывод, несмотря на ошибки в ранних стадиях, учащиеся справились на 100%, а студенты на 50%.



Рисунок 5. Закон Кирхгофа (2019/2020 уч. г.).

На рисунке 5 показан коэффициент полноты выполнения работы в 2019/2020 учебном году. На этот раз уменьшение коэффициента К наблюдается только в нескольких действиях, так как заранее были выделены сложности при выполнении лабораторной работы, которые были в

предыдущем году, и проведены методические рекомендации. В связи с этим результат весьма хороший.

Вывод: вторая лабораторная работа «Закон Кирхгофа» была сложной и объемной. Невзирая на повторение теоретических основ, некоторые все еще не могут понять эту тему. И это не их ошибка, ведь неправильная информация была в самом руководстве пользователя. Даже учитывая этот пробел, затруднение вызывает та же проблема, что при первой работе – анализ результатов.

2.4 Лабораторная работа «Последовательное соединение резисторов»

Цель работы: экспериментально проверить расчет эквивалентного сопротивления при последовательном соединении резисторов.

Данную лабораторную работу выполнили только учащиеся, так как эта работа не входила в программу спецкурса студентов.

Инструкция по выполнению лабораторной работы

«Последовательное соединение резисторов».

1. Прочитайте теоретические основы работы.
2. Сформулируйте цель работы. В данной работе имеется две цели.
3. Определите используемые формулы, исходя из цели работы.
4. Установите переключатель PROTOTYPING BOARD POWER на рабочей станции NI ELVIS II в положение I (включен). Загорятся светодиод «Питание» на плате и индикатор включения питания на панели NI ELVIS II.
5. Запустите программу «Electronics Engineering Board 2», которая находится на панели задач.

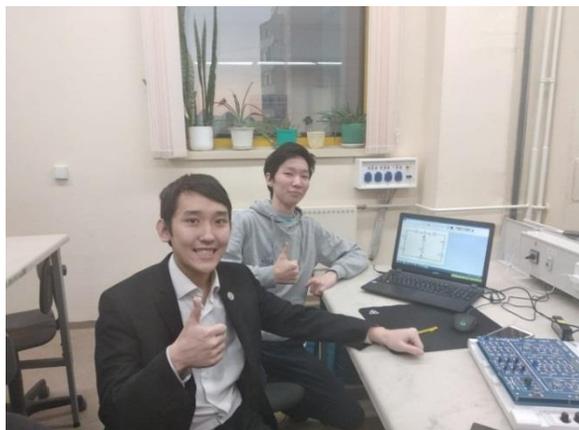
6. Произведите «Вход».
7. Выберите лабораторную работу «Последовательное соединение резисторов».
8. Перейдите на следующую схему (где видны виртуальные приборы) с помощью стрелки на панели инструментов.
9. Установите исходные данные на пассивном элементе, источнике. Значение сопротивления постоянное (по вариантам), напряжение меняется от 1 В до 10 В.
10. Соберите цепь на плате, следуя схеме. Выберите те резисторы, которые вам даны по варианту.
11. Проверьте цепь, показав его учителю. Если правильно можете переходить к следующему пункту.
12. Нажмите кнопку «Старт/Стоп» на панели управления. Кнопка должна поменять цвет из красного в зеленый.
13. Зафиксируйте данные нажав на кнопку «Запись» из панели управления.
14. Нажмите «Старт/Стоп».
15. Откройте файл данных, нажав на кнопку «MS Excel» и проверьте данные. Если правильно, то переходите к следующему пункту.
16. Пошагово увеличивайте напряжение (от 1 В до 10 В, с шагом 1 В) и, нажимая «Запись», фиксируйте показания.
17. По окончании установите значение напряжения V_{PS+} равным 0.
18. Проверьте файл данных «MS Excel».
19. Точно также выполните еще 2 варианта.
20. После выполнения 3-х вариантов проверьте файл данных.

21. Сохраните файл данных.
22. Приступаем к заполнению таблицы на листе «Студент», если есть блокировка, то снимаем его и только после этого начинаем заполнять таблицу.
23. Производим расчеты. По данным эксперимента рассчитайте значения сопротивлений для каждого значения напряжения, среднее сопротивление цепи и погрешность измерений.
24. Сравните величины номиналов сопротивлений установленных на плате элементов цепи и сопротивлений, рассчитанных на основании экспериментально полученных данных.
25. Отвечаем на контрольные вопросы.
26. Оформляем отчет, следуя указаниям.

Приводим ниже отчет лабораторной работы, выполненный учащимися.

Отчет по лабораторной работе «Последовательное соединение резисторов»

1.Выполнили учащиеся 11 физмат класса Васильев Сандал и Иннокентьев Артем. (выполнено 6.11.18.)



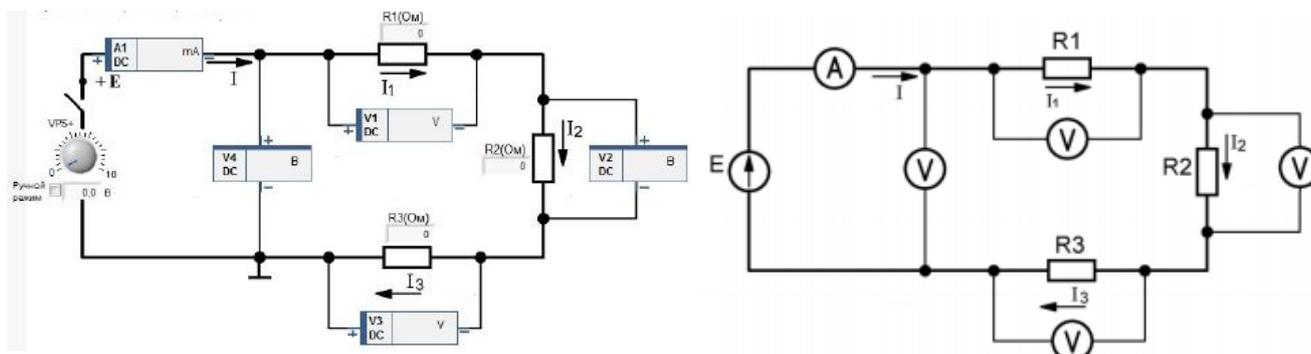
2. Цель работы: экспериментально проверить расчет эквивалентного сопротивления при последовательном соединении резисторов.

3. Приборы: Элвис номер 3, компьютер номер 6

Перечень виртуальных приборов:

- Амперметр (A1),
- Вольтметр (V1, V2, V3, V4),
- Источник напряжения (+E),
- Сопротивления (зона резисторов на плате),
- Потенциометр (X100 Ом).

4.Изображение схемы с виртуальными приборами и без:



5.Таблицы с исходными данными:

N	R1(Ом)	R3(Ом)	R2(Ом)
3	300	900	800
5	500	100	600
8	800	400	300

6.Использованные формулы:

Закон Ома $I = \frac{U}{R}$;

Последовательное соединение резисторов:

$I_{\text{общ}} = I_1 = I_2 = I_3$;

$U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + U_3$;

$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3$.

7.Таблица с установленными, измеренными и рассчитанными данными.

N	Установить			Измерить						Рассчитать					
	E	R1	R2	R3	V1	V2	V3	V4	A1	R1	R2	R3	R _{эке} ($\sum Ri$)	R _{эке} (U/I)	
	[В]	[Ом]			[В]						[мА]	[Ом]			
1	3	300	800	900	0,443	1,208	1,345	3	1,523	290,873276	793,2	883,13	1967,170059	1967,170059	
2	3	500	600	100	1,268	1,477	0,25	2,99	2,522	502,775575	585,6	99,128	1187,549564	1187,153053	
3	3	800	300	400	1,62	0,594	0,78	2,99	2,039	794,507111	291,3	382,54	1468,366846	1468,366846	

8. Измерение погрешностей:

$$E(R_{\text{экв1}}) = \frac{2000 - 1967,17}{2000} * 100\% = 1,6\%;$$

$$E(R_{\text{экв2}}) = \frac{1200 - 1187,15}{1200} * 100\% = 1\%;$$

$$E(R_{\text{экв3}}) = \frac{1500 - 1468,37}{1500} * 100\% = 2,1\%.$$

9. Анализ таблицы:

Мы сняли измерения для каждого случая по 1 разу. Из таблиц видно, что формула $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3$ выполняется (общее сопротивление равен сумме сопротивлений резисторов).

10. Ответы на контрольные вопросы:

1. Чему равно эквивалентное сопротивление последовательно включенных резисторов, если $R_1 = 1 \text{ кОм}$, $R_2 = 2 \text{ кОм}$ и $R_3 = 3 \text{ кОм}$?

а) $R_{\text{экв}} = 1 \text{ кОм}$ <input type="text"/>	б) $R_{\text{экв}} = 6 \text{ кОм}$ <input type="text"/>	в) $R_{\text{экв}} = 0,5 \text{ кОм}$ <input type="text"/>
---	---	---

2. Чему равно эквивалентное сопротивление последовательно включенных резисторов, если падения напряжения на них равны: 2В, 3В и 5В, а общий ток цепи равен 0,2А?

а) $R_{\text{экв}} = 10 \text{ Ом}$ <input type="text"/>	б) $R_{\text{экв}} = 20 \text{ Ом}$ <input type="text"/>	в) $R_{\text{экв}} = 50$ Ом <input type="text"/>
---	---	---

11. Вывод:

Мы экспериментально убедились в верности свойства последовательного соединения.

$$I_{\text{общ}} = I_1 = I_2 = I_3;$$

$$U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + U_3;$$

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3.$$

Рассмотрим коэффициент полноты выполнения лабораторной работы К, определенного методом поэлементного анализа. На рисунке 7 представлен коэффициенты полноты выполнения действий лабораторной работы «Последовательное соединение резисторов».

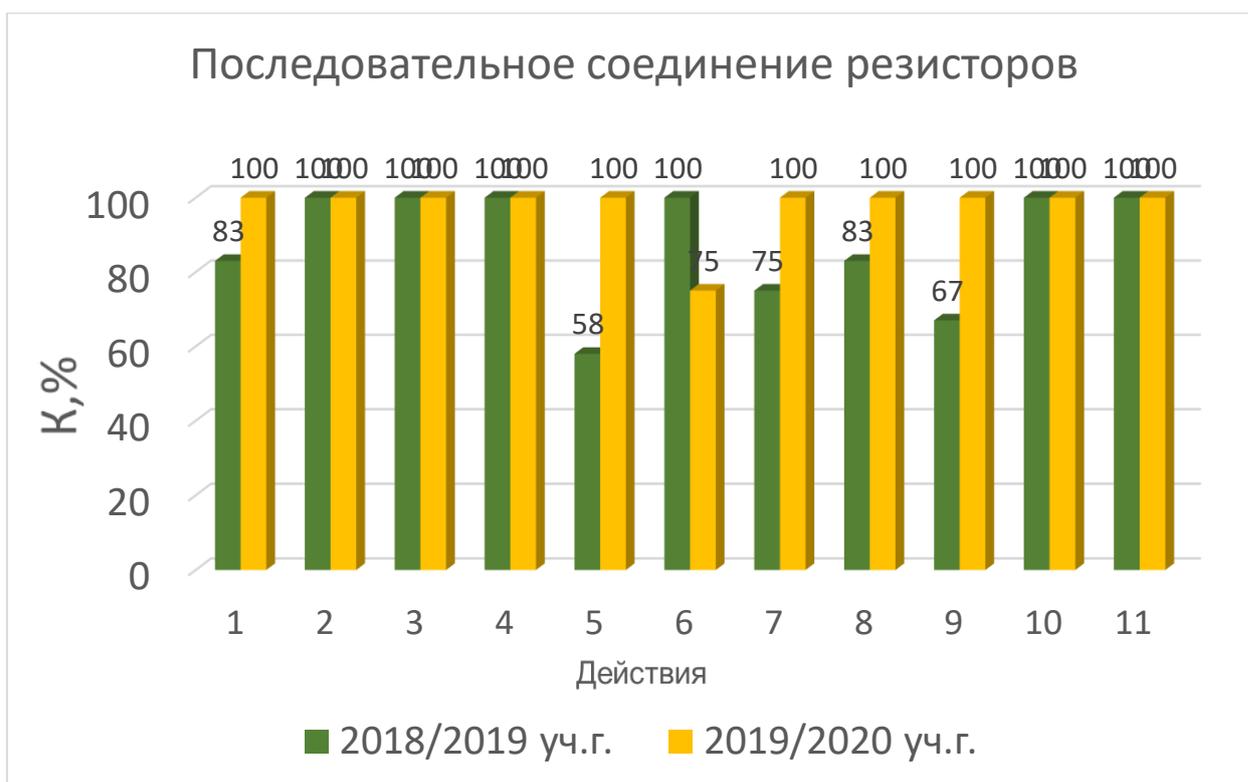


Рисунок 6. Последовательное соединение резисторов

(2018/2019 и 2019/2020 уч. г.).

В 2018/2019 и 2019/2020 учебных годах эту работу выполнила только экспериментальная группа – учащиеся. Каждая пара, имея 3 варианта (30 измерений), работала, используя общую систему логических действий. Первое действие – это «Дата, ФИО исполнителей, название работы, фотография установки с исполнителями». Некоторые пары не загрузили фотографию, имеется формальная ошибка. Резкий спад вызван в 5 действие – это таблица с исходными данными. То есть они не смогли указать или не указали свои варианты работы. Седьмое действие — это таблица с полученными данными, тут ошибка могла быть из-за единицы измерения. 8 действие – это расчет погрешности, большинство справилось с ним на хорошо, но самый низкий коэффициент показывает девятое действие: анализ результатов.

Вывод: начиная с третьей лабораторной работы до пятого, самый низкий коэффициент имеет действие, связанное с анализом полученных

данных. На втором месте с низким показателем у нас пятое действие – это ввод исходных данных, тут ошибка связана в большей степени с формальной точки, что не влияет на сам результат лабораторной работы.

2.5 Лабораторная работа «Параллельное соединение резисторов»

Цель работы: экспериментально проверить расчет эквивалентного сопротивления при параллельном соединении резисторов.

Данную лабораторную работы выполнили только учащиеся, так как эта работа не входила в программу спец курса студентов.

Инструкция по выполнению лабораторной работы

«Параллельное соединение резисторов».

1. Прочитайте теоретические основы работы.
2. Сформулируйте цель работы. В данной работе имеется две цели.
3. Найдите используемые формулы, исходя из цели работы.
4. Установите переключатель PROTOTYPING BOARD POWER на рабочей станции NI ELVIS II в положение I (включен). Загорятся светодиод «Питание» на плате и индикатор включения питания на панели NI ELVIS II.
5. Запустите программу «Electronics Engineering Board 2», которая находится на панели задач.
6. Произведите «Вход».
7. Выберите лабораторную работу «Параллельное соединение».
8. Перейдите на следующую схему (где видны виртуальные приборы) с помощью стрелки на панели инструментов.

9. Установите исходные данные на пассивном элементе, источнике. Значение сопротивления постоянное (по вариантам), напряжение меняется от 1 В до 10 В.
10. Проверьте корректность схемы.
11. Соберите цепь на плате, следуя схеме. Выберите те резисторы, которые вам даны по варианту.
12. Проверьте цепь, покажите учителю. Если правильно, то можете переходить к следующему пункту.
13. Нажмите кнопку «Старт/Стоп» на панели управления. Кнопка должна поменять цвет из красного в зеленый.
14. Зафиксируйте данные нажав на кнопку «Запись» из панели управления.
15. Нажмите кнопку «Старт/Стоп».
16. Откройте файл данных, нажав на кнопку «MS Excel» и проверьте данные. Если правильно, то переходите к следующему пункту.
17. Пошагово увеличивайте напряжение (от 1 В до 10 В, с шагом 1 В) и, нажимая «Запись», фиксируйте показания.
18. По окончании установите значение напряжения VPS+ равным 0.
19. Проверьте файл данных «MS Excel».
20. Точно также выполните еще 2 варианта.
21. После выполнения 3-х вариантов проверьте файл данных.
22. Сохраните файл данных.
23. Приступайте к заполнению таблицы на листе «Студент», если есть блокировка, то снимаем его и только после этого начинаем заполнять таблицу.

24. Производите расчеты. По данным эксперимента рассчитайте значение проводимостей для каждого значения напряжения, среднюю проводимость цепи и погрешность решения.

25. Сравните величины номиналов установленных на плате элементов со значениями, рассчитанными на основании экспериментально полученных данных.

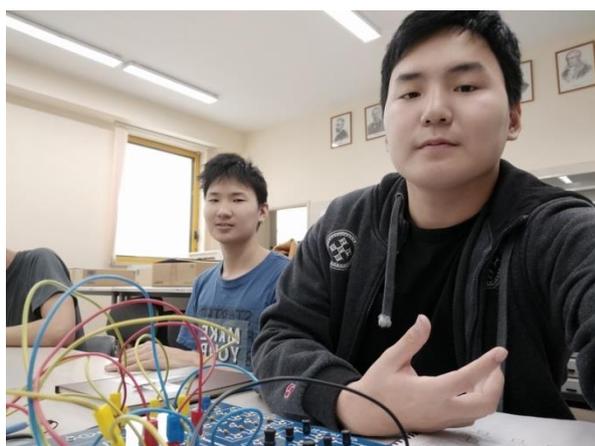
26. Отвечайте на контрольные вопросы.

27. Оформляйте отчет, следуя указаниям.

Приводим ниже отчет лабораторной работы, выполненный учащимися.

Отчет по лабораторной работе «Параллельное соединение резисторов»

1. Дата 8.11.2019. Исполнители: Кириллин Илья, Филатов Байдам.

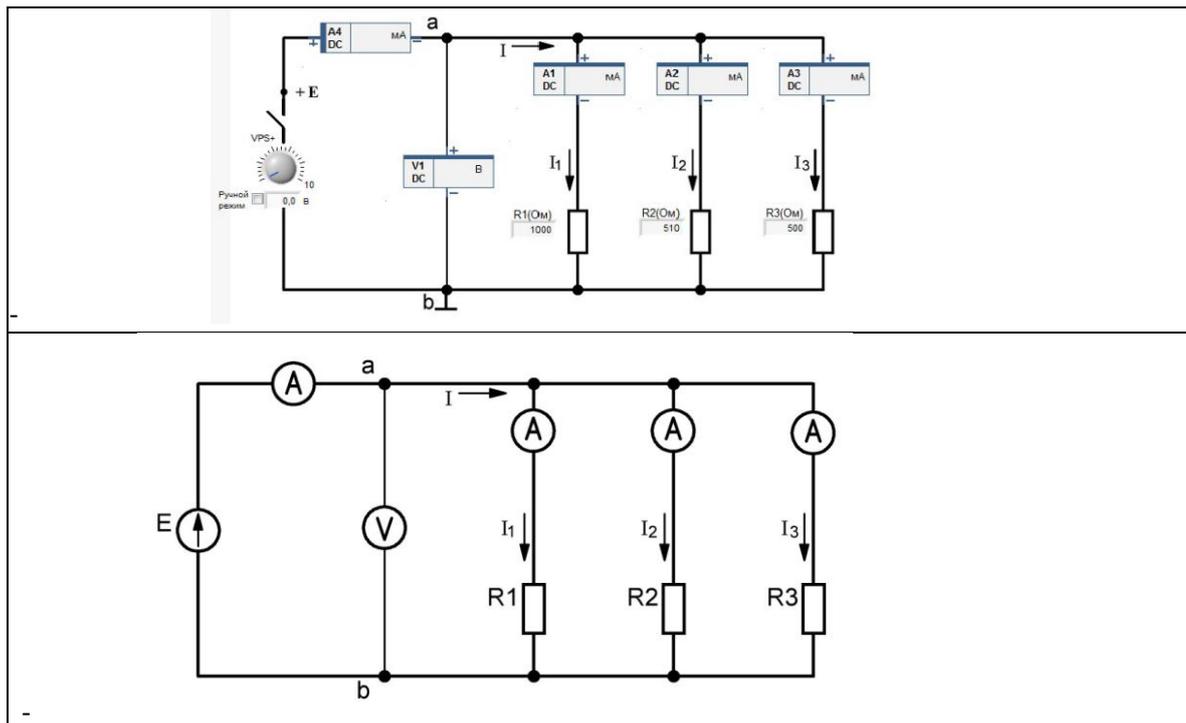


2. **Цель лабораторной работы:** экспериментально проверить расчет эквивалентного сопротивления при параллельном соединении резисторов.

3. **Приборы и компоненты, используемые в лабораторной работе**

- 1) Сопротивления (зона резисторов на плате)
- 2) Источник напряжения (+E)
- 3) Вольтметр (V1)
- 4) Амперметры (A1, A2, A3, A4)

4. Изображение схемы с виртуальными приборами и без них



5. Таблица с исходными данными.

Варианты 4,7,3.

N	R1	R2	R3
	[Om]		
4	400	700	1000
7	700	400	300
3	300	800	900

6. Используемые формулы.

$$G = \frac{1}{R};$$

$$G_1 = \frac{I}{U_1};$$

$$G_2 = \frac{I}{U_2};$$

$$G_3 = \frac{I}{U_3};$$

$$G_{\text{ЭКВ}} = G_1 + G_2 + G_3;$$

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{1}{G_{\text{ЭКВ}}};$$

$$R_{\text{ЭКВ}} \frac{I}{U};$$

$$\frac{|R_{\text{изм}} - R|}{R} * 100\% = \sigma;$$

7. Таблица с установленными, измеренными и рассчитанными данными.

	Установить				Измерить					Рассчитать					
	E1	R1	R2	R3	V1	A1	A2	A3	A4	G1	G2	G3	Гэвк (ΣGi)	Гэвк (I/U)	Рэвк
	[В]	[Ом]			[В]	[мА]				[См]					[Ом]
1	5	400	700	1000	4,942	12,37	7,061	4,93	24,47	0,003	0,001	0,001	0,004928571	0,00495083	202,8985507
2	5	700	400	300	4,919	7,013	12,31	16,8	36,21	0,001	0,003	0,003	0,007261905	0,007360236	137,704918
3	5	300	800	900	4,935	16,42	6,165	5,52	28,24	0,003	0,001	0,001	0,005694444	0,005722391	175,6097561

8. Расчет погрешностей.

N	G1	G1(p)	Σ
1	0,0025	0,00250364	0,15%
2	0,00142857	0,0014257	0,20%
3	0,00333333	0,00332806	0,16%

N	Гэвк (ΣGi)	Гэвк(p) (ΣGi)	σ
1	0,00492857	0,00492938	0,02%
2	0,0072619	0,00733442	1,00%
3	0,00569444	0,00569605	0,03%

N	Гэвк (I/U)	Гэвк(p) (I/U)	σ
1	0,00492857	0,00495083	0,45%
2	0,0072619	0,00736024	1,35%
3	0,00569444	0,00572239	0,49%

9. Анализ таблицы.

Вычисленные значения сопротивлений мало отличаются от истинных. При вычислении проводимости трех параллельно соединенных резисторов большую ошибку дает вычисление проводимости каждого резистора по отдельности и дальнейшее суммирование, чем расчет через общее падение напряжение и общий ток.

10. Ответы на контрольные вопросы.

- 1) в
- 2) а

11. Вывод.

Мы научились вычислять эквивалентное сопротивление параллельно соединенных резисторов, подтвердив теоретическую формулу расчетами с экспериментальными данными.

Рассмотрим коэффициент полноты выполнения лабораторной работы К, определенного методом поэлементного анализа.

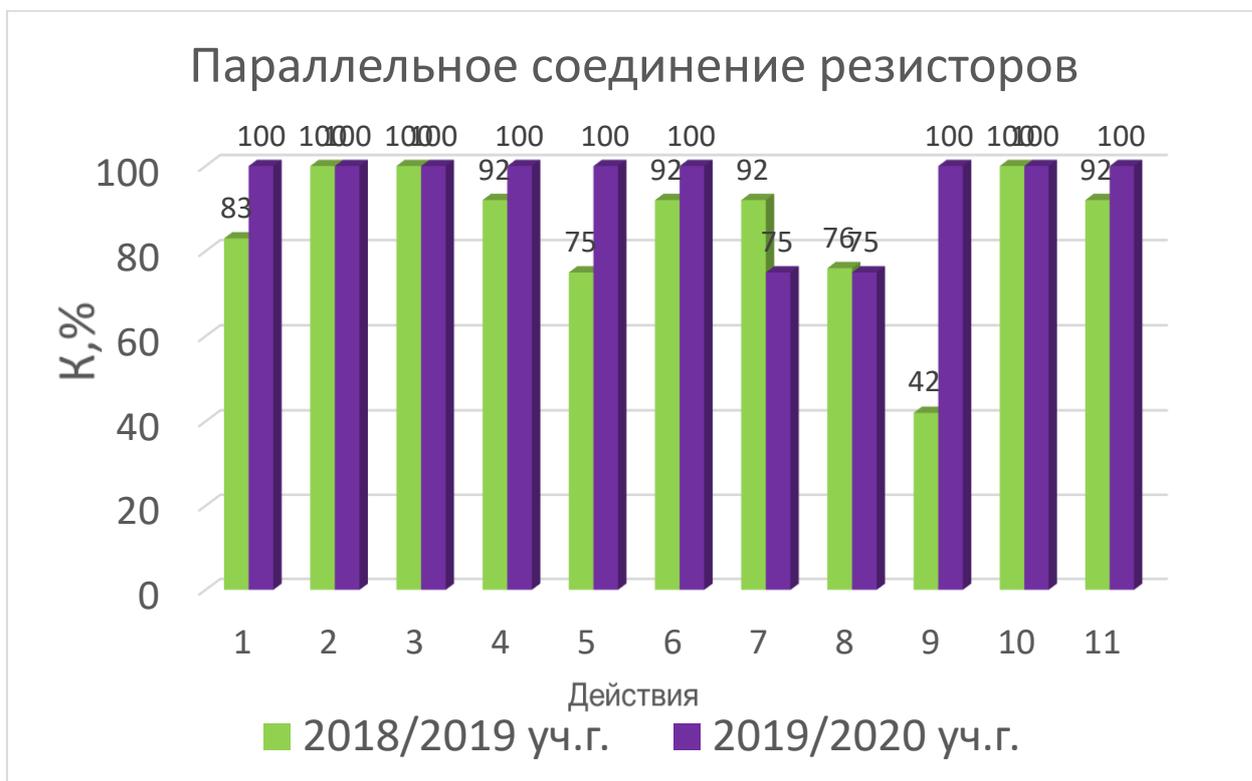


Рисунок 7. Параллельное соединение резисторов

(2018/2019 и 2019/2020 уч. г.).

2.6 Лабораторная работа «Смешанное соединение резисторов»

Цель работы: экспериментально проверить расчет эквивалентного сопротивления при смешанном соединении резисторов.

Инструкция по выполнению лабораторной работы

«Смешанное соединение резисторов».

1. Прочитайте теоретические основы работы.
2. Сформулируйте цель работы. В данной работе имеется две цели.
3. Определите используемые формулы исходя из цели работы.
4. Установите переключатель PROTOTYPING BOARD POWER на рабочей станции NI ELVIS II в положение I (включен). Загорятся светодиод «Питание» на плате и индикатор включения питания на панели NI ELVIS II.
5. Запустите программу «Electronics Engineering Board 2», которая находится на панели задач.
6. Произведите «Вход».
7. Выберите лабораторную работу «Смешанное соединение резисторов».
8. Перейдите на следующую схему (где видны виртуальные приборы) с помощью стрелки на панели инструментов.
9. Установите исходные данные на пассивном элементе, источнике. Значение сопротивления постоянное (по вариантам), напряжение меняется от 1 В до 10 В.
10. Проверьте корректность схемы.
11. Соберите цепь на плате, следуя схеме. Выберите те резисторы, которые вам даны по варианту.

12. Проверти цепь, покажите учителю. Если правильно можете переходить к следующему пункту.
13. Нажмите кнопку «Стар/Стоп» на панели управления. Кнопка должна поменять цвет из красного в зеленый.
14. Зафиксируйте данные нажав на кнопку «Запись» из панели управления.
15. Нажмите «Старт/Стоп».
16. Откройте файл данных, нажав на кнопку «MS Excel» и проверьте данные. Если правильно, то переходите к следующему пункту.
17. Пошагово увеличивайте напряжение (от 1 В до 10 В, с шагом 1 В) и, нажимая «Запись», фиксируйте показания.
18. По окончании установите значение напряжения V_{PS+} равным 0.
19. Проверьте файл данных «MS Excel».
20. Точно также выполните еще 2 варианта.
21. После выполнения 3-х вариантов проверьте файл данных.
22. Сохраните файл данных.
23. Приступайте к заполнению таблицы на листе «Студент». Если есть блокировка, то снимайте его и только после этого начинайте заполнять таблицу.
24. Производите расчеты. По данным эксперимента рассчитайте эквивалентное сопротивление цепи для каждого значения напряжения, среднее для всех поданных напряжений значение эквивалентного сопротивления и погрешность измерений.

25. Сравните величины номиналов установленных на плате элементов со значениями, рассчитанными в пункте 24 на основании экспериментально полученных данных.

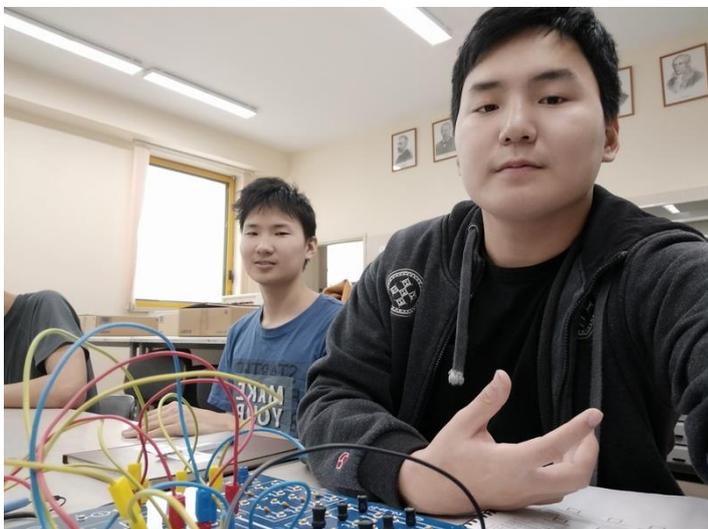
26. Выполняйте второе задание.

27. Оформляйте отчет, следуя указаниям.

Приводим ниже отчет лабораторной работы, выполненный учащимися.

Отчет по лабораторной работе «Смешанное соединение резисторов»

1. Дата: 8.11.2019, Кириллин Илья, Филатов Байдам.

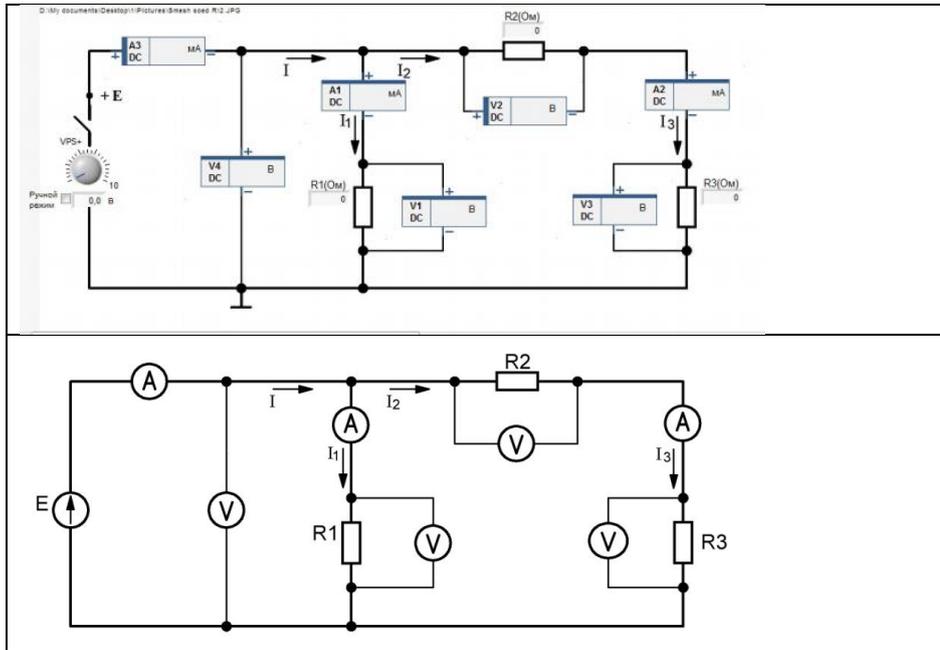


2. **Цель лабораторной работы:** экспериментально проверить расчет эквивалентного сопротивления при смешанном соединении резисторов.

3. **Приборы и компоненты, используемые в лабораторной работе**

- 1) Сопротивления (зона резисторов на плате)
- 2) Источник напряжения (+E)
- 3) Вольтметры (V1, V2, V3, V4)
- 4) Амперметры (A1, A2, A3)

4. **Изображение схемы с виртуальными приборами и без них**



5. Таблица с исходными данными.

Варианты 4,7,3;

N	R1	R2	R3
	[Ом]		
4	400	700	1000
7	700	400	300
3	300	800	900

6. Используемые формулы.

$$R = \frac{U}{I};$$

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_{23} * R1}{R_{23} + R1}$$

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R1(R2 + R3)}{R1 + R2 + R3};$$

$$U = U1 = U2 + U3;$$

$$\frac{|R_{\text{ИЗМ}} - R|}{R} * 100\% = \sigma$$

7. Таблица с установленными, измеренными и рассчитанными данными.

N	Установить				Измерить							Рассчитать					
	E	R1	R2	R3	V1	V2	V3	V4	A1	A2	A3	R1	R2	R3	Рэкс (эксп.1)	Рэкс (эксп.2)	Рэкс (уст.)
	[В]	[Ом]			[В]				[мА]			[Ом]					
1	5	40 0	70 0	10 00	4,9 46	2,0 35	2,9 22	4,9 59	12, 44	2,9 3	15, 73	397,7 16	694,53 92	997,269 62	315,21739 13	322,01573 08	323,80952 38
2	5	70 0	40 0	30 0	4,9 54	2,8 55	2,0 99	4,9 61	7,1 25	7,1 72	14, 66	695,2 98	398,07 59	292,665 92	338,42690 5	346,50626 01	350
3	5	30 0	80 0	90 0	4,9 33	2,3 36	2,6 12	4,9 51	16, 9	2,9 32	20, 22	291,8 93	796,72 58	890,859 48	244,82025 42	248,85094 27	255

8. Расчет погрешностей.

Рэкс (уст.)	Рэкс (эксп.1)	σ
323,8095	315,2174	2,65%
350	338,4269	3,31%
255	244,8203	3,99%

Рэкс (уст.)	Рэкс (эксп.2)	σ
323,809524	322,015731	0,55%
350	346,50626	1,00%
255	248,850943	2,41%

9. Анализ таблицы.

Вычисленные значения сопротивлений мало отличаются от истинных. Наибольшую погрешность имеет эквивалентное сопротивление, вычисленное через общий ток и общее напряжение, предположительно, из-за большого количества соединений.

10. Ответы на контрольные вопросы.

1) б

11. Вывод.

Мы научились вычислять эквивалентное сопротивление смешанно соединенных резисторов, подтвердив теоретическую формулу расчетами с экспериментальными данными.

Рассмотрим коэффициент полноты выполнения лабораторной работы, определенного методом поэлементного анализа.

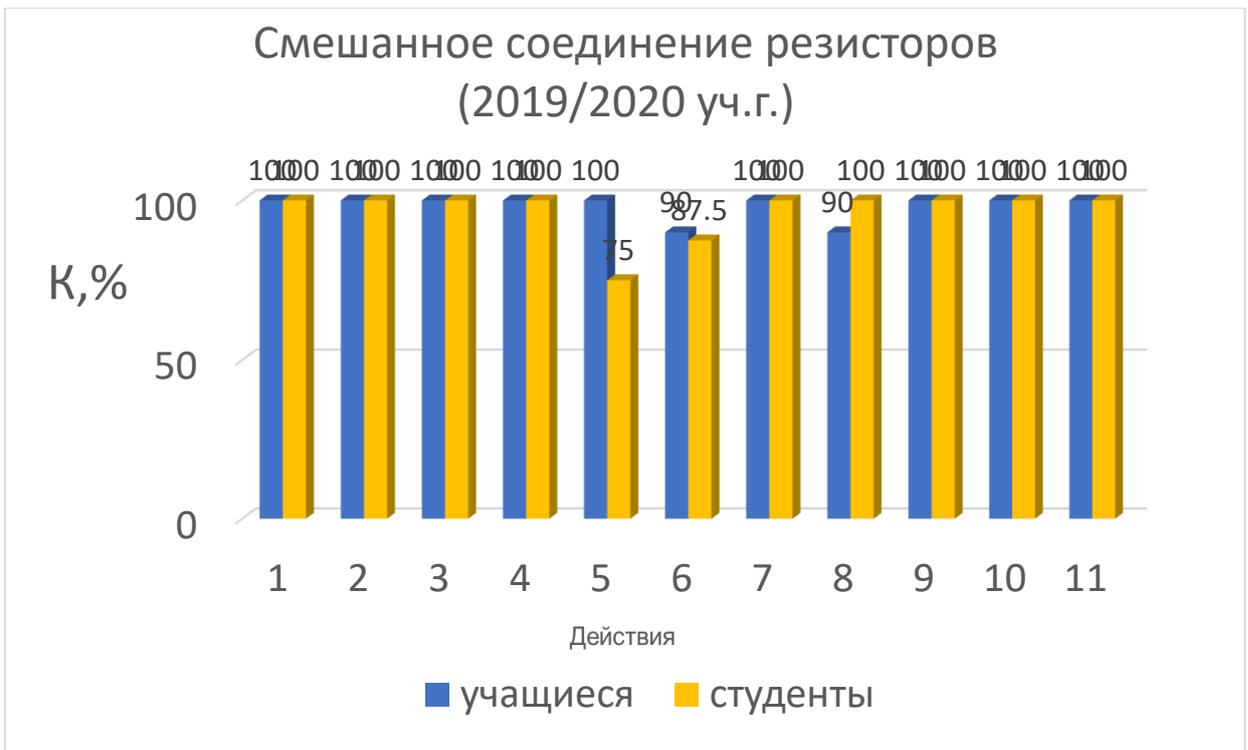


Рисунок 8. Смешанное соединение резисторов (2019/2020 уч. г.).

На рисунке 8 показан коэффициент полноты выполнения лабораторной работы в 2019/2020 учебном году. В этом году обучения студенты имели возможность выполнить данную работу в рамках спецкурса. Обе группы справились с работой хорошо. Допущенные ошибки можно перечислить к невнимательности учащихся и студентов.



Рисунок 9. Смешанное соединение резисторов (2018/2019 уч. г.).

2.7. Результаты элективного курса «Постоянный ток»

До разработки программы элективного курса нам нужно было самим поставить пять лабораторных работ по теме «Постоянный ток», каждый из которых имеет 10 вариантов. После постановки пяти лабораторных работ мы составили следующие методические рекомендации при выполнении лабораторных работ. Рассмотрим каждую работу отдельно.

Лабораторная работа «Закон Ома» является самой первой в разделе «Постоянный ток». Данная работа должна в полной мере ознакомить группы с устройством панели, с его интерфейсом и возможностями. Лабораторная работа «Закон Ома» выполнена в 10 вариантах и имеет два задания и два контрольных вопроса. При выполнении 1 задания, при сопротивлении равном 100 Ом и напряжении 6 В зафиксировано превышение по току. Сопротивление равном 200 Ом и напряжении равном 10 В превышение по току, а при 500 Ом и 6 В тоже зафиксировано превышение по току. Задание 2 выполняется без замечаний. Вычисления по работе выходят с погрешностью 1 %.

Второй лабораторной работой является «Закон Кирхгофа». Это очень объемная и трудоемкая работа, требующая хорошего знания теории и навыков сбора сложной цепи. Таким образом, работа требует соответствующую подготовку учащихся. Данная тема не входит в учебную программу базовых школ, но так как экспериментальная группа учащихся у нас имеет профильное направление по физике, то учащиеся проходят по программе эту тему. В связи с этим обеим группам была проведена лекция «Закон Кирхгофа». Вычисления работы выходят с погрешностью 0,01 %.

Лабораторная работа «Последовательное соединение резисторов». Схема, данная для сбора цепи некорректна, вольтметр соединенный параллельно к резистору номер 3 имеет другие полюса соединения. Данные первого и второго варианта не соответствуют характеристике собранной

цепи, поэтому были получены неправильные результаты. Начиная с 3 варианта, работа дает правильные результаты.

Лабораторная работа «Параллельное соединение резисторов». Как в предыдущей работе, первый и второй вариант дают неправильные результаты. Начиная с 3 варианта, работы можно выполнить, но с превышением по току при напряжении выше 4 В. Вариант 4 дает наилучшие результаты без превышения по току.

Лабораторная работа «Смешанное соединение резисторов». Начиная с первого варианта при напряжении 5 В фиксируется превышение по току. Варианты 5,6,7,9 дают ошибку при вычислении эквивалентного сопротивления. Наилучшими вариантами являются варианты 4,8,10, у которых получены правильные результаты и отсутствует превышение по току.

Разработана программа элективного курса, содержащая пояснительную записку, требования к уровню подготовки, тематический план, перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения. Разработана методика проведения лабораторных работ на макетной плате INT-EE рабочей станции NI ELVIS II, основанная на обобщенных приемах деятельности по выполнению работ.

При разработке методики проведения элективных курсов нами был выбран деятельностный подход, основанный на теории деятельности. При деятельностном подходе в обучении выделяют действия, которые являются общими для частных видов деятельности, их называют обобщенными приемами. Формирование обобщенного приема занимает значительно меньше времени, чем формирование умений решать конкретные экспериментальные задачи, так как спектр таких задач обширный.

В нашем исследовании к обобщенным приемам относятся разработанные нами общая логическая схема деятельности по выполнению

лабораторных работ и общая логическая схема действий по составлению отчета, которые оказались приемлемыми для программных платформ.

Элективный курс апробирован среди учеников 11 класса физико-математического профиля ГБНОУ Республиканского интерната-лицея в 2018/2019 и 2019/2020 учебных годах, всего охвачено 22 учащихся. Результаты работ учащихся были сравнены с результатами работ бакалавров 4-го курса по специальности 44.03.05 «Педагогическое образование» профиль «Физика и информатика» (16 студентов), которые выполнили работы, пользуясь руководством пользователя. Проведен качественный, количественный анализ и обобщение всех результатов, полученных в ходе апробации элективного курса. Критерии оценки полноты выполнения лабораторных работ учащимися и студентами были определены методом поэлементного анализа.

В элективном курсе учащиеся овладели современным подходом к выполнению лабораторного практикума, заключающегося в применении виртуальных измерительных приборов и компонентов системы сбора данных измерений. Учащиеся убедились, что компьютер можно применять как измерительную станцию, которая может накапливать результаты измерений, сохранять их, производить математические операции над результатами измерений, помогает формировать отчеты.

Для выявления эффективности разработанной методики результаты выполнения работ учащихся сравнили с результатами лабораторных работ, выполненных студентами 4 курса ФТИ в рамках спецкурса «Электротехника». В 2018/2019 и 2019/2020 уч. годах в эксперименте было задействовано контрольная группа - студенты (16 человек) и экспериментальная группа – учащиеся (22 человек). Студентами было выполнено две (2018/2019 уч. г.) и три (2019/2020 уч. г.) работы из списка предложенных учащимся работ: «Закон Ома», «Закон Кирхгофа» «Смешанное соединение резисторов», пользуясь лишь руководством пользователя.

После завершения каждой работы учащиеся и студенты сдали отчет по проделанной работе в единой форме по обобщенной системе действий. Результаты педагогического эксперимента обработаны с помощью метода поэлементного анализа. По отчетам выполняется проверка и анализ данных и выводится коэффициент полноты выполнения работ К.

А теперь рассмотрим общие коэффициенты полноты выполнения К каждой лабораторной работы, определенные методом поэлементного анализа.

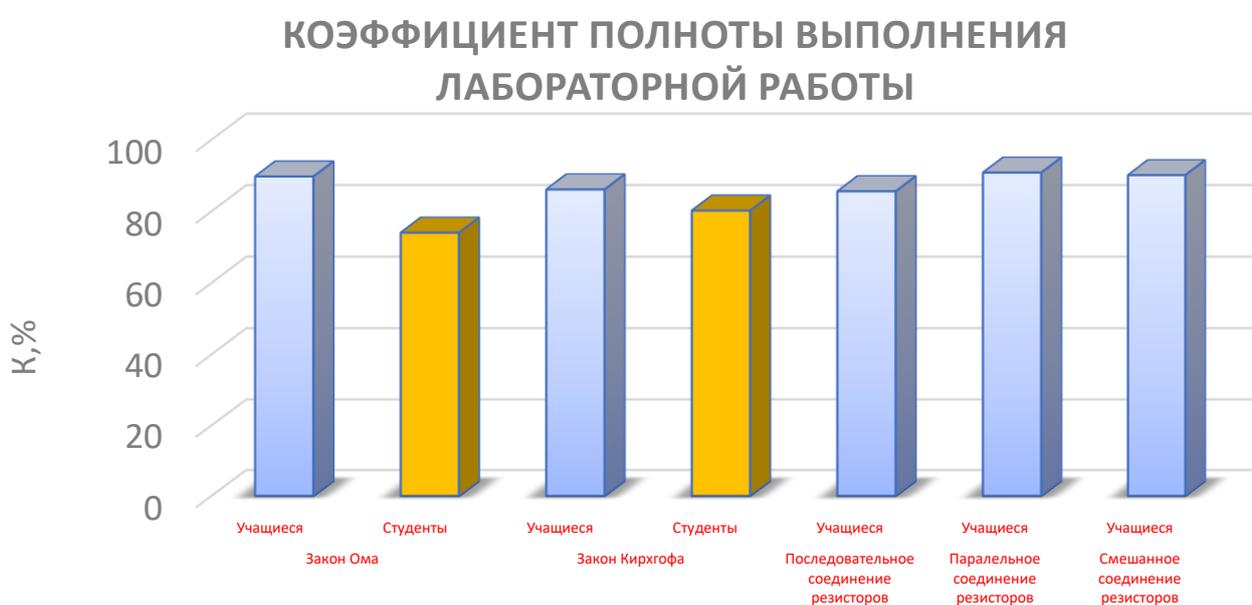


Рисунок 10. Коэффициент полноты выполнения лабораторной работы К (2018/2019 уч. г.).

На рисунке 10 показаны результаты выполнения каждой лабораторной работы. Голубым цветом показаны результаты учащихся, желтым – студентов. Из диаграмм видно, что показатели экспериментальной группы (учащиеся) выше, чем у контрольной группы (студенты).

Во втором учебном году (2019/2020) в эксперименте участвовали тоже две группы: контрольная (студенты, 8 человек), экспериментальная (учащиеся, 11 человек). Сделав выводы с прошлого учебного года, мы доработали методику проведения элективного курса. На рисунке 11 показан

коэффициент полноты выполнения лабораторных работ К в 2019/2020 учебном году.

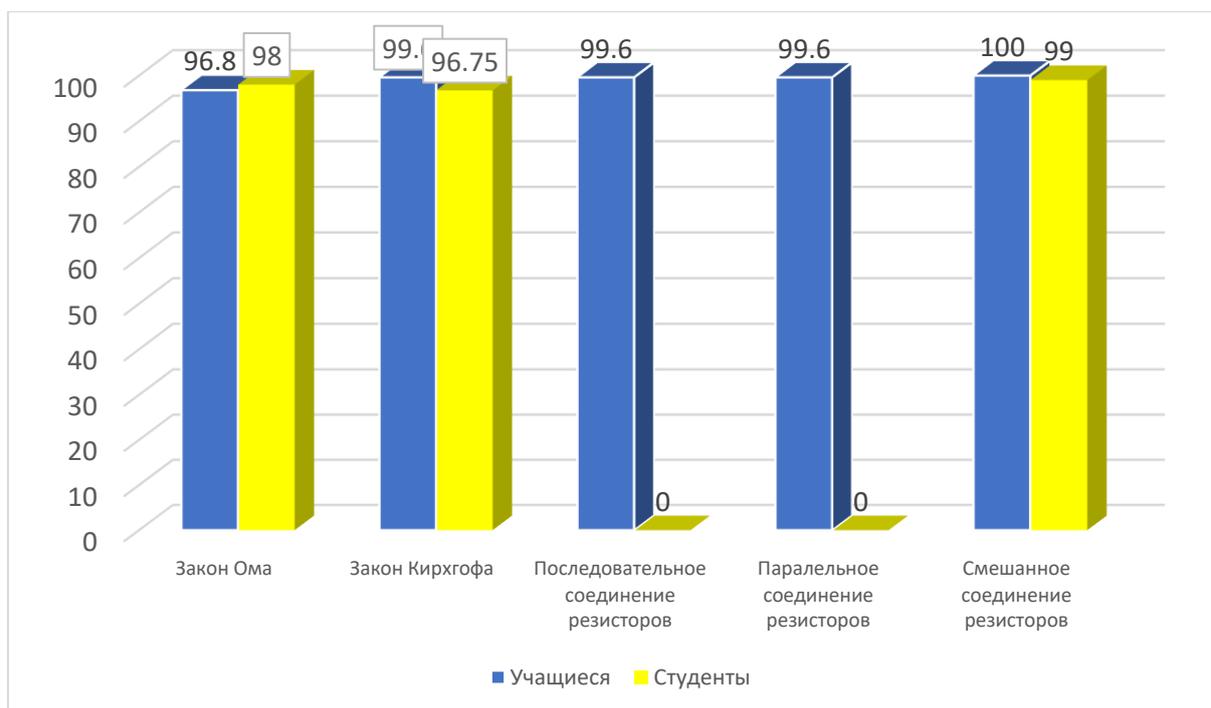


Рисунок 11. Коэффициент полноты выполнения лабораторных работ (2019/2020 уч. г.).

Контрольная группа вместе с экспериментальной выполнили три лабораторные работы («Закон Ома», «Закон Кирхгофа», «Смешанное соединение резисторов»). Синим цветом показаны коэффициенты полноты выполнения работ учащимися, а желтым – студентами. Анализ результатов показал, что в 2018/2019 учебном году коэффициент полноты выполнения лабораторных работ учащимися колеблется в 83% - 88%, а у студентов в 73%-80%. А в 2019/2020 учебном году коэффициент полноты выполнения работ К у учащихся составил 96,8 - 100%, а у студентов 96,75 - 99%.

Таким образом, элективный курс достиг своей цели, тем самым подтверждена гипотеза исследования.

Результаты исследования апробированы на следующих конференциях: XV Научно-практическая конференция ИМИ и ФТИ СВФУ «Преподавание предметов физико-математического цикла в современной школе»,

посвященная памяти Народного Учителя СССР М. А. Алексеева и Общеуниверситетские научные конференции студентов «АММОСОВ-2019» и «АММОСОВ-20209», а также во Всероссийской студенческой олимпиаде по теории и методике обучения физике имени А. В. Усовой в номинации «Лучший научный доклад» (2019 г.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты работы заключаются в следующем:

1. Анализ учебно-методической литературы показал, что в технических вузах широко распространено проведение лабораторных работ на макетной плате учебной станции NI ELVIS II +, но в процессе подготовки учащихся к обучению в высших учебных заведениях не используются программно-аппаратные средства National Instruments. Изучение разных видов внеурочной деятельности показало, что для нашего исследования наиболее подходит элективный курс, где учащиеся могли бы получить необходимый опыт в измерениях различных физических величин, используя платформу NI ELVIS.

2. Изучили возможности программного и аппаратного обеспечения NI ELVIS II и NI LabVIEW, поставили 5 работ по теме «Постоянный ток», в ходе работы выявили достоинства и недостатки 50 вариантов лабораторных работ.

3. Разработана программа элективного курса «Постоянный ток» с использованием макетной платы NI ELVIS II для учащихся старших классов общеобразовательной школы профильного обучения.

4. Разработана методика проведения элективного курса, основанная на использовании обобщенных приемов обучения. Разработаны общая логическая схема деятельности по выполнению лабораторных работ и общая логическая схема действий по составлению отчета, которые оказались приемлемыми для данной программной платформы.

5. Элективный курс «Постоянный ток» с использованием макетной платы учебной станции NI ELVIS II + апробирован среди учащихся 11 класса физико-математического профиля ГБНОУ Республиканского интерната-лицея в 2018/2019 и 2019/2020 учебных годах, всего охвачено 22 учащихся.

6. Сравнение результатов работ учащихся и бакалавров 4-го курса по специальности 44.03.05 «Педагогическое образование» (16 студентов) в рамках спецкурса «Электрорадиотехника» показало, что учащиеся 11 класса,

используя обобщенные приемы, смогли успешно на уровне студентов выполнить лабораторные работы на макетной плате станции NI ELVIS II +, тем самым достигнута цель и подтверждена гипотеза исследования.

7. Результаты исследования апробированы на XV Научно-практической конференции ИМИ и ФТИ СВФУ «Преподавание предметов физико-математического цикла в современной школе», посвященной памяти Народного Учителя СССР М. А. Алексеева и на Общеуниверситетских научных конференциях студентов «АММОСОВ-2019» и «АММОСОВ-2020», а также во Всероссийской студенческой олимпиаде по теории и методике обучения физике имени А. В. Усовой в номинации «Лучший научный доклад» (2019 г.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. (в ред. от 31 декабря 2015 г.) № 413 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования" // Российская газета.- 2012.- № 139.
2. Батоврин В.К. LabVIEW: практикум по электронике и микропроцессорной технике: Учеб. пособие для ВУЗов/ Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В. – М.: ДМК- Пресс, 2005. – 128 с.
3. Генике Е.А. Активные методы обучения: новый подход. - М.: Национальный книжный центр, ИФ «Сентябрь», 2015.-176 с.
4. Гетманская Т.В. От истоков к современности. 5-9 классы. Программа духовно-нравственного воспитания/ Гетманская Т. В.-Волгоград: Учитель, 2016.-89 с.
5. Дьяченко Ю.Н. Применение комплекта оборудования NI ELVIS II фирмы National Instruments Corporation в лабораторном практикуме: Учебное пособие/ Ю.Н. Дьяченко. – СПб, 2012. – 48с.
6. Евдокимов Ю.К. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального устройства. Учебное пособие/ Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. – М.: ДМК-Пресс, 2007. - 410с.
7. Жарков Ф.П. Использование виртуальных инструментов Labview/ Жарков Ф.П., Каратаев В.В., Никифоров В.Ф. - М.: Радио и связь, 1999.- 268с.
8. Загвязинский В.И. Теории обучения: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования воспитания/ В.И. Загвязинский, И.Н. Емельянова. - М.: Издательский центр «Академия»,2012.-256 с.
9. Кабардин О. Ф. Внеурочная работа по физике/ Кабардин О. Ф., Браверман -М.: Просвещение, 1983.-223с.
10. Лабораторный практикум по теории и методике обучения физике в школе: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений/ С. Е.

Каменский, С. В. Степанов, Е. Б. Петрова и др.; Под ред. С. Е. Каменского и С. В. Степанова.- М.: Издательский центр «Академия», 2002.-304с.

11. Лобзин С. А. Электротехника, Лабораторный практикум/ Лобзин С. А. -М.: «Академия», 2010.- 192 с.

12. Пейч Л.И. LabVIEW для новичков и специалистов/ Пейч Л.И., Точилин Д. А., Поллак Б.П. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 384 с.

13. Петленко Б. И. Электротехника и электроника/ Петленко Б. И. - М.: «Академия», 2010.-320с.

14. Суранов А. Я. LabVIEW 7: справочник по функциям/ Суранов А. Я. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 512 с.

15. Трэвис Д. LabVIEW для всех. Пер. с англ. Клушин Н.А./ Трэвис Д. – М.: 2005. 544 с.

16. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений/ С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Н. Е. Важевская и др.; Под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой.- М.: Издательский центр «Академия», 2000.-368с.

17. Теория и практика организации предпрофильной подготовки/ под ред. Т.Г. Новиковой - М: - АПКИПРО, - 2003. - 110 с.

18. Теория и практика организации предпрофильной подготовки: Учебно - методическое пособие. Ч. 1 / Под ред. С.В. Кривых, - СПб.: СПбАППО, 2005. - 195 с.

19. Entwicklung von Laborarbeiten mit der Workstation NI ELVIS II, auf dem Studium der elementaren elektrischen Schaltungen in den Stunden nach dem Unterricht Physik in den oberen Klassen. URL: http://www2.bigpi.biysk.ru/vkr2018/file/fii_16_05_2019_10_47_04.pdf (дата обращения 03.06.2020)

20. National Instruments [Electronic Resource] // Сайт компании National Instruments, 2013. – Режим доступа: www.ni.com, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 28.04.2020)