

Областное государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Димитровградский технический колледж»

Детский технопарк «Кванториум»

Рассмотрена на заседании
педагогического совета
Протокол № 1
от 31.08.2021



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Мамедов В.А.

Приказ №

23 от 31.08.2021

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа технической направленности**

«Электроника»

Промробоквантум - Д

Срок реализации программы – 72 часа

Возраст обучающихся первого года обучения: 12-17 лет

Уровень программы (стартовый)

Автор-разработчик:
педагог дополнительного
образования Е.А.Правдин

г. Димитровград, 2021 г.

Областное государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Димитровградский технический колледж»

Детский технопарк «Кванториум»

Рассмотрена на заседании
педагогического совета
Протокол № 1
от 31.08.2021

УТВЕРЖДАЮ
Директор _____
Приказ № _____ от _____

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа технической направленности**

«Электроника»

Промробоквантум - Д

Срок реализации программы – **72 часа**

Возраст обучающихся первого года обучения: **12-17 лет**

Уровень программы (**стартовый**)

Автор-разработчик:
педагог дополнительного
образования Е.А.Правдин

г. Димитровград, 2021 г.

Содержание дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

1. Комплекс основных характеристик программы

1.1. Пояснительная записка	3
1.2. Цель и задачи программы	10
1.3. Планируемые результаты освоения программы	11
1.4. Содержание программы. Учебный план	12

2. Комплекс организационно-педагогических условий.

2.1. Календарный учебный график	15
2.2. Условия реализации программы	16
2.3. Формы аттестации и критерии результативности обучения	19
2.4. Методические материалы	20

Список литературы	27
--------------------------	-----------

1. Комплекс основных характеристик программы

1.1. Пояснительная записка.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Электроника» технической направленности разработана для обучающихся общеобразовательных учреждений, которые заинтересованы современными техническими устройствами, электронной техникой и оборудованием, новыми открытиями в области электроники. Программа способствует развитию творческих навыков и формированию технического интереса у обучающихся.

Современный период развития общества характеризуется масштабными изменениями в окружающем мире, влекущими за собой пересмотр социальных требований к образованию, предполагающими его ориентацию не только на усвоение обучающимся определенной суммы знаний, но и на развитие его личности, а также овладение метапредметными компетенциями. Большими возможностями в развитии личностных ресурсов обучающихся обладает подготовка в области электроники.

Программа предусматривает развитие творческих способностей детей, формирование начальных технических ЗУНов, а также овладение «soft» и «hard» компетенциями.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Электроника» предназначена для работы в учреждениях дополнительного образования с обучающимися образовательных учреждений, желающими овладеть практическими навыками овладения техническими устройствами, электронной техникой и оборудованием. Основными задачами в работе является ориентация на максимальную самореализацию личности, личностное и профессиональное самоопределение, социализацию и адаптацию детей в обществе. На всех этапах реализации программы основной целью является создание интереса у детей техническому виду деятельности, формирование потребности в приобретении специальных знаний и навыков для подготовки к осознанному выбору профессии.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа разработана на основе специализированной методической литературы и профессионального опыта педагога. Программа реализуется с применением высокотехнологичного оборудования.

Нормативно-правовое обеспечение программы.

Программа разработана в соответствии с документами:

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ст. 2, ст. 15, ст.16, ст.17, ст.75, ст. 79);
2. Проект Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года;

3. Приказ Минпросвещения РФ от 09.11.2018 года № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
4. Приказ от 30 сентября 2020 г. N 533 «О внесении изменений в порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196»;
5. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ № 09-3242 от 18.11.2015 года;
6. СП 2.4.3648-20 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи;
7. Письмо Минобрнауки России от 28.08.2015 года № АК – 2563/05 «О методических рекомендациях» (вместе с Методическими рекомендациями по организации образовательной деятельности с использованием сетевых форм реализации образовательных программ);
8. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 г. N 882/391 "Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;
9. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 года № 816 «Порядок применения организациями, осуществляющих образовательную деятельность электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»
10. «Методические рекомендации от 20 марта 2020 г. по реализации образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, образовательных программ среднего профессионального образования и дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий»;
11. Устав ОГБПОУ «ДТК»;
12. Положение о детском технопарке «Кванториум».

Уровень освоения программы: стартовый

Направленность (профиль) программы: техническая

Актуальность программы

Актуальность программы дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы состоит в том, что современное информационное общество в повседневной жизни использует большое число электронных приборов, внутреннее устройство которых не изучается в школе на уроках физики или технологии, поэтому появляется необходимость изучения «электроники» в дополнительном образовании.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Электроника» способствует появлению у обучающихся интереса к электронике, техническому творчеству, а также развивает интерес к наукам

технической направленности.

Работа с техническим и электронным оборудованием способствует развитию у обучающихся технических способностей, развивает мышление и кругозор. Техническое оборудование позволяет получить первые наглядные и практические навыки об электронных и радиоэлектронных приборах. Его использование позволяет исследовать мир электричества в формате эксперимента. В процессе использования технического и электронного оборудования обучающимися приобретаются множество социальных качеств, таких как социальная активность, любознательность, взаимопомощь, ответственность, взаимопонимание, сотрудничество. Будут развиваться такие умения, как конструирование простейших электрических схем и простейших электрических приборов.

Программа отвечает потребностям детей в техническом творчестве, ориентирована на решение личностных проблем ребенка, и соответствует социальному заказу общества в подготовке технически грамотных личностей владеющих навыками в области электроники и способных создавать новые и востребованные продукты.

Новизна и отличительные особенности программы

Ценность программы состоит в том, что в ней уделяется большое внимание практической деятельности учащихся. Программа основана на принципах развивающего обучения, способствует повышению качества обучения, формированию алгоритмического стиля мышления и усилению мотивации к обучению.

Новизна программы состоит в том, что обучающиеся через активную форму исследовательской деятельности открывают значимые для себя практические навыки в электронике.

Отличительная особенность программы заключается в возможности приобретения обучающимися навыков работы на электронных и радиоэлектронных приборах.

В ходе реализации программы обучающиеся самостоятельно решают широкий спектр различных задач, что помогает им получить полное представление о научно-исследовательской работе.

Программа тесно связана с проведением массовых мероприятий в научно-технической сфере для детей (выставками, конкурсами, конференциями), что позволяет, не выходя за рамки учебного процесса, принимать активное участие в мероприятиях различного уровня от муниципального до международного.

На занятиях используются различные формы обучения: индивидуальная (самостоятельное выполнение заданий); групповая, которая предполагает наличие системы «руководитель – группа - обучающийся»; парная, с учетом интересов и способностей каждого обучающегося.

Педагогическая целесообразность.

Педагогическая целесообразность данной программы заключается в том, что она отвечает потребностям общества и образовательным стандартам в формировании компетентной, творческой личности. Программа носит сбалансированный характер и направлена на развитие научно-исследовательской культуры обучающихся.

В ходе реализации программы происходит формирование и систематизация знаний, развитие творческих способностей, воспитание личности с активной жизненной позицией, способной самостоятельно ставить перед собой задачи и решать их, находя оригинальные способы решения. Через изучение и овладение знаниями технических характеристик и информационных технологий формируется техническое мышление современного ребенка, готового к разработке и внедрению инноваций в жизнь.

Содержание программы определяется с учётом возрастных особенностей обучающихся, широкими возможностями социализации в процессе общения.

Решение технических задач в процессе проектирования различных объектов в области электроники формирует у обучающихся умение творчески подходить к поставленной задаче, а совместная работа в сплоченном коллективе детей, которые ставят перед собой единую цель, тесным образом связана с интеллектуальным, эмоциональным и нравственным развитием каждого ребенка.

Дополнительность программы по отношению к программам общего образования заключается в её ориентированности на изучение и привлечение учащихся к современным технологиям овладения техническими устройствами, электронной техникой и оборудованием. Обучающиеся имеют возможность применять на практике свои знания, полученные на уроках в школе.

Адресат программы: дети в возрасте от **12** до **17** лет.

Характеристика возрастной группы.

Программа рассчитана на широкий возрастной диапазон обучающихся: 12-17 лет. В этом возрасте усиливается потребность в самостоятельном приобретении знаний, познавательные интересы приобретают широкий, устойчивый и действенный характер, растет сознательное отношение к труду и учению. Индивидуальная направленность и избирательность интересов связана с жизненными планами. Совершенствуется владение сложными интеллектуальными операциями анализа и синтеза, теоретического обобщения и абстрагирования, аргументирования и доказательства. Для ребят становятся характерными установление причинноследственных связей, систематичность, устойчивость и критичность мышления, самостоятельная творческая деятельность.

Подростковый период отличается выходом ребенка на качественно новую социальную позицию, в которой формируется его сознательное отношение к себе как члену общества. Основной формой самопознания подростка является

сравнение себя с другими людьми — взрослыми, сверстниками. Поведение подростка регулируется его самооценкой, а самооценка формируется в ходе общения с окружающими людьми. Первостепенное значение в этом возрасте приобретает общение со сверстниками.

Особое значение в этом возрасте для ребенка имеет коллектив, общественное мнение, оценка сверстниками его поступков и действий. Дети стремятся завоевать в глазах сверстников авторитет, занять достойное место в коллективе. В этом возрасте у детей проявляется стремление к самостоятельности и независимости, возникает интерес к собственной личности, формируется самооценка, развиваются абстрактные формы мышления. Общаясь со сверстниками, подростки активно осваивают нормы, цели, средства социального поведения, вырабатывают критерии оценки себя и других, Педагогов воспринимают через призму общественного мнения группы.

В связи с этим основная форма проведения занятий – это практические работы, в ходе которых у детей появляется возможность продемонстрировать свои индивидуальные способности и коллективные решения поставленных задач. Все занятия носят познавательный характер, обеспечены демонстрационным материалом, что позволяет их адаптировать к конкретному возрасту.

Объём программы: 72 часа

Режим занятий: Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 часа.

Формы обучения и особенности организации образовательного процесса

Приоритетным методом организации практической деятельности обучающихся является практическая работа, а на более поздних этапах - проектная деятельность. Технология проектирования предусматривает: решение обучающимся или группой обучающихся определенной проблемы, использование разнообразных методов, средств обучения, интегрирование знаний, умений из различных областей науки, техники, творчества. Учебное проектирование ориентировано на самостоятельную деятельность обучающихся - индивидуальную, парную или групповую.

Программа предусматривает использование следующих форм работы:

фронтальной - подача материала всему коллективу воспитанников;

индивидуальной - самостоятельная работа обучающихся с оказанием педагогом помощи при возникновении затруднения, не уменьшая активности обучающегося и содействуя выработке навыков самостоятельной работы;

групповой - обучающимся предоставляется возможность самостоятельно построить свою деятельность на основе принципа взаимозаменяемости, ощутить помощь со стороны друг друга, учесть возможности каждого на конкретном этапе деятельности. Всё это способствует более быстрому и качественному выполнению заданий;

дистанционной - с применением телекоммуникационных технологий, дающих возможность обучающимся освоить объём требуемой информации без непосредственного контакта с педагогом.

Особым приёмом при организации групповой формы работы является ориентирование детей на создание так называемых минигрупп или подгрупп с учётом их возраста и опыта работы.

Формирование групп обучающихся происходит по возрастному ограничению - состав группы постоянный.

Основная форма обучения - комплексные занятия.

На этапе изучения нового материала используются формы обучения: лекции, объяснения, рассказ, демонстрация, игры, консультации;

На этапе практической деятельности используются формы обучения: беседы, дискуссии, практическая работа;

На этапе освоения навыков используются творческие задания, занятия-соревнования, воркшоп (рабочая мастерская — групповая работа, где все участники активны и самостоятельны);

На этапе проверки полученных знаний используются формы обучения: публичные выступления с демонстрацией результатов работы, дискуссии, рефлексия, выставки.

В процессе обучения по программе используются разнообразные педагогические технологии:

- технологии развивающего обучения, направленные на общее целостное развитие личности, на основе активно-деятельного способа обучения, учитывающие закономерности развития и особенности личности;

- технологии личностно-ориентированного обучения, направленные на развитие индивидуальных познавательных способностей каждого ребенка, максимальное выявление, раскрытие и использование его опыта;

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие обучение каждого обучающегося на уровне его возможностей и способностей;

- технологии сотрудничества, реализующие демократизм, равенство, партнерство в отношениях педагога и обучающегося;

- проектные технологии - достижение цели через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом;

- компьютерные технологии, формирующие умение работать с информацией, исследовательские умения, коммуникативные способности.

В практике выступают различные комбинации этих технологий, их элементов.

Большое внимание уделяется обеспечению безопасности труда обучающихся при выполнении различных работ, в том числе по соблюдению правил электробезопасности.

Методы образовательной деятельности

При проведении занятий используются следующие методы:

- объяснительно-иллюстрационный метод - обучающиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за демонстрационным экраном или экранами компьютеров на учебных рабочих местах;

- эвристический метод - обучение, ставящее целью конструирование

обучающимся собственного смысла, целей и содержания образования, а также процесса его организации, диагностики и осознания;

- метод устного изложения, позволяющий в доступной форме донести до обучающихся сложный материал;

- метод проверки, оценки знаний и навыков, позволяющий оценить переданные педагогом материалы и, по необходимости, вовремя внести необходимые коррективы по усвоению знаний на практических занятиях;

- исследовательский метод обучения, дающий обучающимся возможность проявить себя, показать свои возможности, добиться определенных результатов;

- метод проблемного изложения материала, когда перед обучающимися ставится некая задача, позволяющая решить определенный этап процесса обучения и перейти на новую ступень обучения;

- метод закрепления и самостоятельной работы по усвоению знаний и навыков;

- кейс-метод, при котором используется описание реальных ситуаций, обучающиеся должны исследовать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них;

- метод проектной деятельности, при котором обучающиеся для достижения поставленной задачи, решения проблемы совершают приемы и действия в определенной последовательности. Это способ достижения цели через детальную разработку проблемы (технология), которая должна завершиться реальным практическим результатом.

- диалоговый и дискуссионный метод;

- игровой метод.

Основным методом организации учебной деятельности по программе является **метод кейсов**. Кейс - описание проблемной ситуации понятной и близкой обучающимся, решение которой требует всестороннего изучения, поиска дополнительной информации и моделирования ситуации или объекта, с выбором наиболее подходящего.

Преимущества метода кейсов: практическая направленность. Кейс-метод позволяет применить теоретические знания к решению практических задач.

Интерактивный формат. Кейс-метод обеспечивает более эффективное усвоение материала за счет высокой эмоциональной вовлеченности и активного участия обучаемых. Участники погружаются в ситуацию с головой: у кейса есть главный герой, на место которого ставит себя команда и решает проблему от его лица. Акцент при обучении делается не на овладение готовым знанием, а на его выработку.

Конкретные навыки. Кейс-метод позволяет совершенствовать «гибкие навыки» (soft skills), которые оказываются крайне необходимы в реальном рабочем процессе.

Условно выделяют кейсы 4 уровней:

1. Инженерно-практический;

2. Инженерно-социальный;

3. Инженерно-технические;

4. Исследовательский (практический или теоретический).

Виды учебной деятельности

Все виды учебной и практической деятельности в программе направлены на освоение различных комбинаций технологий работы с информацией, компьютером, программным обеспечением, сопутствующей документацией и методическими материалами:

- решение поставленных задач;
- просмотр и обсуждение учебных фильмов, презентаций, роликов;
- объяснение и интерпретация наблюдаемых явлений;
- анализ проблемных учебных ситуаций;
- построение гипотезы на основе анализа имеющихся данных;
- проведение исследовательского эксперимента;
- поиск необходимой информации в учебной и справочной литературе;
- выполнение практических работ;
- подготовка выступлений и докладов с использованием разнообразных источников информации.

1.2. Цель и задачи программы

Цель образовательной программы: Основной целью образовательной программы является изучение основных элементов электрических цепей, посредством развития технического потенциала и мышления у обучающихся, развитие мотивации для дальнейшего изучения электроники.

Вовлечение обучающихся в процесс изучения электроники за счёт формирования интереса и мотивации через проектную организацию образовательного процесса.

Целевые ориентиры программы направлены на развитие инженерного и изобретательского мышления детей, навыков командного взаимодействия, освоения передовых технологий в области электронной техники и электронного оборудования.

Задачи образовательной программы

Образовательные:

- ознакомить обучающихся с основными простейшими электрическими и электронными приборами;
- изучить основные способы сборки электрических цепей, изучить основные способы соединений электронных деталей;
- научить использовать информацию технического содержания (графических текст, рисунок, схема) для изготовления простейших электрических приборов;
- расширить технический кругозор;
- научить пользоваться справочной литературой технического содержания;
- обучить простейшим навыкам пайки и монтажа изделий;
- изучить основную теорию по электронике.
- повысить интерес к техническим наукам посредством исследовательской деятельности.

Развивающие:

- способствовать появлению и дальнейшему развитию технических способностей учащихся;
- развивать логическое, образное, пространственное мышление, учащихся,
- развивать творческие способности и последовательность в выполнении действий;
- стимулировать интерес к исследованию и экспериментированию;
- формировать активную личность и развивать интерес к процессу познания.

Воспитательные:

- воспитывать аккуратность, целеустремленность, внимание,
- способствовать овладению коммуникативной способности обучающихся;
- прививать навыки работы в группе, в парах, прививать сотрудничество;
- воспитывать коллективизм и взаимовыручку у обучающихся;
- воспитывать аккуратность, терпение, стремление доводить начатое дело до конца.

1.3. Планируемые результаты освоения программы

Личностные:

- коммуникативная компетентность в общении и сотрудничестве со сверстниками в исследовательской, творческой и других видах деятельности;
- критичность мышления, умение распознавать логически некорректные высказывания, отличать гипотезу от факта;
- креативность мышления, инициативы, находчивости, активности при решении исследовательских задач.

Предметные:

- обучающие определяют и называют основные элементы электрических цепей, называют способы соединения приборов;
- обучающие самостоятельно умеют пользоваться простейшими электронными приборами, такими как мультиметр, вольтметр, амперметр и др.;
- обучающие владеют основными понятиями по электронике и электричеству;
- обучающие владеют основными понятиями об электрических, магнитных и электромагнитных явлениях;
- обучающие знают основные обозначения элементов электрической цепи;
- обучающие знают основные способы подключения элементов электрической цепи;
- обучающие знают последовательность сборки элементов электрической цепи по схеме;
- обучающие знают основные сведения по интегральной схеме;
- обучающие знают устройство и принцип действия основных измерительных приборов.

Метапредметные:

- обучающие умеют работать по предложенным инструкциям, собирать электрические цепи;
- обучающие знают историю появления электричества и историю развития электроники как науки;
- обучающие знают правила пользования электрическими приборами, основные

правила техники безопасности.

Материал программы подобран с учетом формирования определенных компетенций (soft skills «гибких навыков» и hard skills «жестких навыков»).

«Гибкие навыки» (soft skills) – комплекс неспециализированных, важных надпрофессиональных навыков, которые отвечают за успешное участие в рабочем процессе, высокую производительность, являются сквозными, однако не связаны с конкретной предметной областью.

Результатом освоения стартового уровня является освоение общедоступной и универсальной информации, имеющей минимальную сложность, формирование и развитие творческих способностей, стимулирование «генерация идей», мотивация обучающихся к познанию, техническому творчеству, трудовой деятельности и формирование «гибких навыков» (soft skills): инженерное изобретательское мышление, креативность, критическое мышление, коммуникативность.

1.4. Содержание программы.

Учебный план

№ п/п	Название раздела\темы	Количество академических часов			Форма аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Кейс 1. Основы Электроники	28	14	14	
1.1	Основные понятия Электричества	2	2	0	поиск и анализ информации
1.2	Светодиод.	2	1	1	поиск и анализ информации
1.3	Тактовая кнопка.	2	1	1	поиск и анализ информации
1.4	Работа с мультиметром	2	1	1	поиск и анализ информации
1.5	Переменное сопротивление.	2	1	1	поиск и анализ информации
1.6	Транзисторы.	4	2	2	поиск и анализ информации
1.7	Терморезистор и фоторезистор.	4	2	2	поиск и анализ информации
1.8	RGB-светодиод.	4	2	2	поиск и анализ информации
1.9	Конденсатор.	6	2	4	представление и защита проекта
2	Кейс 2. Программирование контроллеров на основе Ардуино	44	16	28	
2.1	Основы программирования	4	2	2	поиск и анализ информации
2.2	Управление светодиодом	4	2	2	поиск и анализ информации
2.3	Управление серводвигателем	6	2	4	поиск и анализ информации
2.4	Управление RGB светодиодом	4	2	2	поиск и анализ информации

					информации
2.5	Работа с кнопкой	4	2	2	поиск и анализ информации
2.6	Схема светофора	6	2	4	поиск и анализ информации
2.7	Работа с датчиками: термодатчик	6	2	4	поиск и анализ информации
2.8	Вывод информации на LCD экран	10	2	8	представление и защита проекта
	ИТОГО	72	30	42	

Содержание учебного плана.

Кейс 1. Основы Электроники.

Тема 1.1. Основные понятия Электричества. (2 часа).

Теория: Напряжение, сопротивление, мощность, сила тока, закон Ома.

Тема 1.2. Светодиод. (2 часа)

Теория: Знакомство со светодиодом. Принципы работы светодиодов.

Практика: Создание схемы работы со светодиодом.

Тема 1.3. Тактовая кнопка. (2 часа)

Теория: Знакомство с тактовой кнопкой.

Практика: Создание электрической схемы с использованием тактовой кнопки.

Тема 1.4. Работа с мультиметром. (2 часа)

Теория: Методы измерения электрических характеристик.

Практика: Способы измерения электрических характеристик.

Тема 1.5. Переменное сопротивление. (2 часа).

Теория: Реостат и потенциометр, их назначение и применение.

Практика: Создание схемы с потенциометром.

Тема 1.6. Транзисторы. (4 часа).

Теория: Построение цепи на основе биполярного транзистора.

Практика: Создание схемы на основе биполярного транзистора.

Тема 1.7. Терморезистор и фоторезистор. (4 часа).

Теория: Описание и особенности использования.

Практика: Создание схемы на основе фоторезистора.

Тема 1.8. RGB-светодиод. (4 часа).

Теория: Особенности подключения полноценного светодиода.

Практика: Создание схемы с RGB - светодиодом.

Тема 1.9. Конденсатор. – (6 часов).

Теория: Разновидности, характеристики применение.

Практика: Создание схемы с использованием конденсатора.

Кейс 2. Программирование контроллеров на основе Ардуино.

Тема 2.1. Основы программирования. (4 часа).

Теория: Команды для программирования Ардуино на языке C++.

Практика: Написание программного кода с использованием основных команд.

Тема 2.2. Управление светодиодом. (4 часа).

Теория: Диод, светодиод и резистор.

Практика: Программирование схемы светодиода на платформе Ардуино.

Тема 2.3. Управление серводвигателем. (6 часов).

Теория: Серводвигатель и его назначение.

Практика: Программирование сервопривода.

Тема 2.4. Управление RGB светодиодом. (4 часа).

Теория: Команды применяемые для программирование RGB – светодиода.

Практика: Построение схемы и программирование RGB - светодиода.

Тема 2.5. Работа с кнопкой. (4 часа).

Теория: Команды применяемые для программирование тактовой кнопки.

Практика: Построение схемы и программирование RGB - светодиода.

Тема 2.6. Схема светофора. (6 часов).

Теория: Элементарная схема работы светофора.

Практика: Создание схемы и программы работы светофора.

Тема 2.7. Работа с датчиками: термодатчик. (6 часов).

Теория: Элементарная схема работы светофора.

Практика: Создание схемы и программы работы светофора.

Тема 2.8. Вывод информации на LCD экран. (10 часов).

Теория: Принципиальная схема подключения LCD дисплея.

Практика: Написание программы «Экран судьбы».

2. Комплекс организационно-педагогических условий.

2.1. Календарный учебный график

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
					28	1. Основы Электроники		
1				Комплексное	2	Основные понятия Электричества.	Кванториум	поиск и анализ информации
2				Комплексное	2	Светодиод.	Кванториум	поиск и анализ информации
3				Комплексное	2	Тактовая кнопка.	Кванториум	поиск и анализ информации
4				Комплексное	2	Работа с мультиметром.	Кванториум	поиск и анализ информации
5				Комплексное	2	Переменное сопротивление.	Кванториум	поиск и анализ информации
6				Комплексное	2	Транзисторы.	Кванториум	поиск и анализ информации
7				Комплексное	2	Транзисторы.	Кванториум	поиск и анализ информации
8				Комплексное	2	Терморезистор и фоторезистор.	Кванториум	поиск и анализ информации
9				Комплексное	2	Терморезистор и фоторезистор.	Кванториум	поиск и анализ информации
10				Комплексное	2	RGB-светодиод.	Кванториум	поиск и анализ информации
11				Комплексное	2	RGB-светодиод.	Кванториум	поиск и анализ информации
12				Комплексное	2	Конденсатор.	Кванториум	поиск и анализ информации
13				Комплексное	2	Конденсатор.	Кванториум	поиск и анализ информации
14				Комплексное	2	Конденсатор.	Кванториум	представление и защита проекта
					44	2. Программирование контроллеров на основе Ардуино		
15				Комплексное	2	Основы программирования	Кванториум	поиск и анализ информации
16				Комплексное	2	Основы программирования	Кванториум	поиск и анализ информации
17				Комплексное	2	Управление светодиодом	Кванториум	поиск и анализ информации
18				Комплексное	2	Управление светодиодом	Кванториум	поиск и анализ информации

19				Комплексное	2	Управление серводвигателем	Кванториум	поиск и анализ информации
20				Комплексное	2	Управление серводвигателем	Кванториум	поиск и анализ информации
21				Комплексное	2	Управление серводвигателем	Кванториум	поиск и анализ информации
22				Комплексное	2	Управление RGB светодиодом	Кванториум	поиск и анализ информации
23				Комплексное	2	Управление RGB светодиодом	Кванториум	поиск и анализ информации
24				Комплексное	2	Работа с кнопкой	Кванториум	поиск и анализ информации
25				Комплексное	2	Работа с кнопкой	Кванториум	поиск и анализ информации
26				Комплексное	2	Схема светофора	Кванториум	поиск и анализ информации
27				Комплексное	2	Схема светофора	Кванториум	поиск и анализ информации
28				Комплексное	2	Схема светофора	Кванториум	поиск и анализ информации
29				Комплексное	2	Работа с датчиками: термодатчик	Кванториум	поиск и анализ информации
30				Комплексное	2	Работа с датчиками: термодатчик	Кванториум	поиск и анализ информации
31				Комплексное	2	Работа с датчиками: термодатчик	Кванториум	поиск и анализ информации
32				Комплексное	2	Вывод информации на LCD экран	Кванториум	поиск и анализ информации
33				Комплексное	2	Вывод информации на LCD экран	Кванториум	поиск и анализ информации
34				Комплексное	2	Вывод информации на LCD экран	Кванториум	поиск и анализ информации
35				Комплексное	2	Вывод информации на LCD экран	Кванториум	поиск и анализ информации
36				Комплексное	2	Вывод информации на LCD экран	Кванториум	представление и защита проекта

2.2. Условия реализации программы.

Успешность реализации программы в значительной степени зависит от уровня квалификации преподавательского состава и материально - технического обеспечения.

Требования к педагогическому составу:

- Среднее профессиональное педагогическое с техническим уклоном (техническое) или высшее педагогическое (техническое) образование по направлениям (информатика, математика, физика, администрирование информационных систем, компьютерная безопасность, радиоэлектроника).
- Опыт работы и навыки преподавания в режиме проектной деятельности.

Требования к материально - техническому обеспечению:

Основными условиями реализации программы являются наличие кабинета, отвечающего нормам охраны труда, техники безопасности, пожарной и электробезопасности, санитарным и гигиеническим требованиям, мебели (рабочий стол, стулья, рабочее место педагога), оборудование.

Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения практических занятий, оснащенная мебелью на 14 посадочных мест, компьютерной техникой, не менее 1 ПК на 1 ученика.

Рекомендуемое учебное оборудование, рассчитанное на группу из 14 учащихся:

№ п/п	Наименование оборудования «Электроника»	
1	Электронный конструктор (тип 1)	6
2	Электронный конструктор (тип 2)	1
3	Припой	14
4	Паяльник	1
5	Пинцет для электроники	6
6	Осциллограф	3
7	Мультиметр	6
8	Ноутбук	14

Используемое оборудование

№ п/п	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Используемое оборудование
I	28	Кейс 1. Основы Электроники	Кванториум	
1	2	Основные понятия Электричества	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
2	2	Светодиод.	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
3	2	Тактовая кнопка.	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
4	2	Работа с мультиметром	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
5	2	Переменное сопротивление.	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
6	4	Транзисторы.	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук

7	4	Терморезистор и фоторезистор.	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
8	4	RGB-светодиод.	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
9	6	Конденсатор.	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
II	44	Кейс 2. Программирование контроллеров на основе Ардуино	Кванториум	
1	4	Основы программирования	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
2	4	Управление светодиодом	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
3	6	Управление серводвигателем	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
4	4	Управление RGB светодиодом	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
5	4	Работа с кнопкой	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
6	6	Схема светофора	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
7	6	Работа с датчиками: термодатчик	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук
8	10	Вывод информации на LCD экран	Кванториум	Электронный конструктор (тип 1), электронный конструктор (тип 2), припой, паяльник, пинцет для электроники, осциллограф, мультиметр, ноутбук

Состав группы

Группа обучающихся состоит из **14 человек**. Данное количество обусловлено спецификой образовательного процесса.

К работе в объединении дети приступают после проведения руководителями соответствующего инструктажа по правилам техники безопасной работы с инструментом, приспособлениями и используемым оборудованием.

2.3. Формы аттестации и критерии результативности обучения.

Формы аттестации

По всем видам контроля подразумевается оценка уровня сформированности теоретических знаний и практических умений и навыков. Также оценивается проявление воспитанности в объединении при общении с детьми и педагогом.

Контрольная деятельность включает в себя входную, текущую и итоговую диагностику.

Входная диагностика: практические задания, тест по технике безопасности, тест «Электроника».

Текущая диагностика: графический диктант, анализа выполненных работ.

Итоговая диагностика: презентация результатов работы.

Оценка проводится по нескольким параметрам:

1. Качество знаний (высокий, средний, низкий уровни) в форме тестирования.

- Высокий уровень - ребенок знает все понятия.
- Средний уровень - ребенок знает почти все понятия, допускает 1 ошибку.
- Низкий уровень - ребенок не знает все понятий, допускает 3 ошибки.

2. Качество умений и навыков (высокий, средний, низкий уровни) в форме анализа выполненных работ.

- Высокая (В). Применяет основные понятия радиотехники в работе со схемами. Умеет использовать элементы конструктора, собирает различные схемы соединений. Читает и разбирает схемы конструктора самостоятельно. Работа со схемой выполнена самостоятельно без помощи руководителя. Помощь руководителя незначительная.

- Средняя (С). Умеет использовать элементы конструктора «Знаток», собирает различные схемы соединений с подсказкой педагога. Читает и разбирает схемы конструктора по образцу. Работа со схемой выполнена самостоятельно без помощи руководителя. Помощь руководителя незначительная.

- Низкая (Н). Умеет использовать элементы конструктора, собирает различные схемы соединений под руководством педагога. Не читает и разбирает схемы конструктора. Работа со схемой выполнена под руководством руководителя или выполнена с помощью педагога.

Формы подведения итогов обучения:

- индивидуальная устная/письменная проверка;
- фронтальный опрос, беседа;
- контрольные упражнения и тестовые задания;
- предъявление рабочей модели (механизма, конструкции, программы и др.);
- защита проекта;
- межгрупповые соревнования;
- проведение промежуточного и итогового тестирования;
- взаимооценка обучающимися работ друг друга.

В ходе работы над кейсом целесообразно использовать следующие методы, приемы, средства и формы организации и контроля:

№ п/п	Формы организации	Методы и приемы	Возможный дидактический материал	Формы контроля
1	Эвристическая беседа или лекция	- эвристический метод; - метод устного изложения, позволяющий в доступной форме донести до обучающихся сложный материал	Презентация, плакат, карточки, видео	Фронтальный и индивидуальный устный опрос
2	Игра	- практический метод; - игровые методы;	Правила игры Карточки с описанием ролей или заданий, Атрибутика игры	Рефлексивный самоанализ; контроль и самооценка обучающихся
3	Лабораторно-практическая работа	- репродуктивный; - частично-поисковый	Видео, презентация, плакаты, карточки с описанием хода работы, схемы сборки	Взаимооценка обучающимися работ друг друга
4	Проект	- исследовательский метод; - частично-поисковый (в зависимости от уровня подготовки детей)	Презентация, видео, памятка работы над проектом	Защита проекта, участие в научной выставке
5	Исследование	-исследовательский метод	Презентация, видео, описание хода исследования	Конференция

Итоговая оценка развития личностных качеств обучающегося производится по трём уровням: «высокий», «средний» и «низкий».

Итоговая аттестация обучающихся проводится по результатам подготовки и защиты проекта (в разных формах), публичного выступления, выставки-презентации, анализа посещаемости занятий, активности участия в программе по формированию общекультурных компетенций, результатам участия в конкурсах, соревнованиях и т.д.

2.4. Методические материалы

Учебно-методические средства обучения:

- специализированная литература в области электроники, подборка журналов;
- наборы технической документации к применяемому оборудованию;
- образцы моделей и систем, выполненные обучающимися и педагогом;
- плакаты, фото и видеоматериалы;
- учебно-методические пособия для педагога и обучающихся, включающие дидактический, информационный, справочный материалы на различных носителях, компьютерное и видео оборудование.

Применяемое на занятиях дидактическое и учебно-методическое обеспечение включает в себя электронные учебники, справочные материалы и

системы используемых Программ, Интернет, рабочие тетради обучающихся.

Оценочные материалы

Тест № 1. «Электробезопасность. Правила электробезопасности».

Каждый вопрос имеет один или несколько правильных ответов. Выберите верный ответ.

1. От каких факторов зависит действие электрического тока на организм человека?
 - а) От величины тока.
 - б) От величины напряжения.
 - в) От сопротивления тела человека.
2. Какие бывают виды поражения электрическим током организма человека?
 - а) Тепловые.
 - б) Радиоактивные.
 - в) Световые.
3. Имеет ли право электросварщик на подключение сварочного аппарата к сети?
 - а) Имеет.
 - б) Не имеет.
 - в) Подключение производит электротехнический персонал.
4. При какой величине электрический ток считается смертельным?
 - а) 0,005 А.
 - б) 0,1 А.
 - в) 0,025 А.
5. Что означает тепловое поражение электрическим током?
 - а) Заболевание глаз.
 - б) Паралич нервной системы.
 - в) Ожоги тела.
6. Какое по величине напряжение является относительно безопасным?
 - а) 55 В.
 - б) 36 В.
 - в) 12 В.
7. Какие условия повышают опасность поражения электрическим током?
 - а) Влага на оборудовании и одежде электросварщика.
 - б) Использование при работе резиновых ковриков, калош.
 - в) Работа на заземленном сварочном аппарате.
8. Что необходимо предпринять в случае неисправности сварочного аппарата?
 - а) Отремонтировать своими силами.
 - б) Вызвать электрика.
 - в) Доложить о неисправности своему руководителю.
9. Каково максимально допустимое расстояние от рубильника до сварочного аппарата?
 - а) 5 м.
 - б) 15 м.
 - в) 10 м.
10. Что означает световое поражение электрическим током?

- а) Заболевание глаз.
- б) Паралич нервной системы.
- в) Ожоги тела.

Ответы:

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	а, б, в	а, в	в	б	в	б, в	а	в	в	а

Тест № 2 «Элементы электротехники»

1. Тепловое действие электрического тока используется в:

- а) генераторах
- б) электродвигателях
- в) электроутюгах
- г) трансформаторах

2. Какой источник электроэнергии выдает переменный ток:

- а) сеть 220 в
- б) аккумулятор
- в) гальваническая батарейка
- г) фотоэлемент

3. Для преобразования переменного тока в постоянный используются:

- а) двигатели
- б) выпрямители
- в) нагревательные приборы
- г) осветительные приборы

Ответы: в, а, б

4. У полевого транзистора наименьший ток протекает по цепи.....

Ответ: затвора

5 На рисунке показана интегральная.....



Ответ: микросхема

6. Электроды биполярного транзистора называются: эмиттер, база и.....

Ответ: коллектор

Тест №3 «Полупроводниковые диоды» (дописать предложение)

1.- это элемент электроники, который проводит ток только в одном направлении

Ответ: Диод

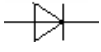
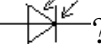
2. - это компонент электроники, способный работать только как управляемый однонаправленный электронный ключ

Ответ: Тиристор

3. Через резистор с сопротивлением 27,6 кОм протекает ток 71,1 мА. Какова требуемая мощность резистора (Вт)?

Ответ: 139,5

Тест № 4 полупроводниковые диоды.

1. Какой слой в биполярном транзисторе имеет наименьшую толщину? А) Эмиттер
Б) База
В) Коллектор
Г) Все слои одинаковы
2. Какой прибор обозначен  ?
А) Точечный диод
Б) СВЧ - диод
В) Выпрямительный диод
Г) Биполярный транзистор p-n-p
3. Какой прибор обозначен  ?
А) МДП транзистор с индуцированным n-каналом
Б) Фотодиод
В) Фотоэлемент
Г) Светодиод

Ответы: Б, В, Б.

Тест №5 «Электроника»

1. При работе транзистора в ключевом режиме ток коллектора равен нулю:
А) режим насыщения
Б) режим отсечки
В) в активном режиме
Г) режим А
2. На выходе транзисторного мультивибратора формируются:
А) прямоугольные импульсы
Б) синусоидальное напряжение
В) треугольные импульсы
Г) выпрямленное напряжение
- 3: Основная характеристика дросселя:
А) индуктивность L
Б) сопротивление R
В) ёмкость C
Г) частота f

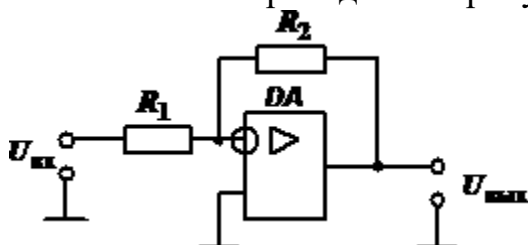
Ответы: Г, Г, В.

Тест № 6 Электроника. Усилители.

1. Наиболее универсальной аналоговой интегральной микросхемой является операционный

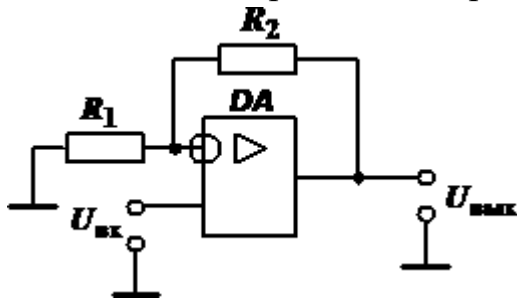
Ответ: усилитель

2. Какая схема приведена на рисунке?



Ответ: Инвертирующий усилитель

3. Какая схема приведена на рисунке?



Ответ: Неинвертирующий усилитель

Тест №7 Конденсаторы

1. При увеличении расстояния между обкладками конденсатора его электрическая емкость

А) Уменьшается

Б) Возрастает

В) Не изменяется

2 Конденсатор не проводит

А) Постоянный ток

Б) Переменный ток

В) Оба варианта верны

3. Емкостное сопротивление конденсатора находится по формуле

А) $X_c = 2\pi f$

Б) $X_c = \omega C$

В) $X_c = 1/(2\pi fC)$

Ответы: А, А, В.

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1. Сборка электрической цепи и измерение силы тока и напряжения на различных ее участках.

Цель работы: продемонстрировать, что сила тока в различных участках цепи одинакова; научиться измерять напряжение.

Оборудование: источник тока, амперметр, вольтметр, лампа, два проволочных резистора, ключ, соединительные провода.

Ход работы:

1. Рассмотрите шкалы амперметра и вольтметра, определите цену одного деления.
2. Соберите электрические цепи по схемам, представленным на рис. 188 – 190.
3. Запишите показания амперметра для каждого случая.
4. Сделайте вывод.
5. Соберите электрическую цепь из последовательно соединенных источников тока, резисторов, лампы и ключа.

6. Замкните цепь и измерьте напряжение U_1 , U_2 на концах каждого резистора и напряжение на участке цепи, состоящем из двух резисторов.

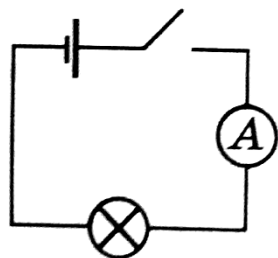


Рис. 188

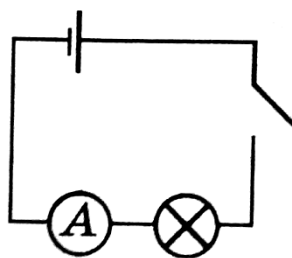


Рис. 189

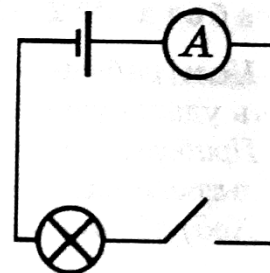


Рис. 190

7. Начертите схему собранной цепи.
8. Рассчитайте $U_1 + U_2$ и сравните с напряжением.
9. Сделайте вывод.

Лабораторная работа № 2. Проверка закона Ома для участка цепи.

Цель работы: измерение силы тока, напряжения, сопротивления на участке цепи.

Оборудование: вольтметр, амперметр, ключ, резистор, реостат, провода.

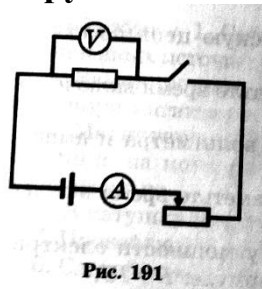


Рис. 191

Ход работы:

1. Рассмотрите шкалы амперметра и вольтметра; определите цену одного деления.
2. Соберите электрическую цепь по схеме, показанной на рис. 191.
3. Замкните цепь.
4. Запишите показания приборов в таблицу, постепенно увеличивая силу тока и напряжение в цепи.
5. Используя закон Ома, вычислите сопротивление резистора.
6. Результаты вычислений занесите в таблицу.

№ П\п	I, А	U, В	R, Ом
1			
2			
3			

7. Сделать вывод.

Задание. По результатам измерений постройте график зависимости силы тока от напряжения и охарактеризуйте эту функцию.

Лабораторная работа № 3. Изучение свойств постоянного магнита и получение изображений магнитных полей.

Цель работы: ознакомиться с полюсами постоянного магнита и продемонстрировать, какие линии образуют магнитные поля вокруг магнитов различной формы.

Оборудование: магниты разной формы (полосовые, подковообразные и круглые), железные опилки, бумажный стаканчик, листок бумаги.

Ход работы:

1. Засыпьте железные опилки в бумажный стаканчик и погрузите магнит в железные опилки.
2. Вынув магнит, обратите внимание, как притягиваются железные опилки к разным местам магнита.
3. Отметьте места, где оказалось наибольшее количество железных опилок, и сделайте рисунок.
4. Возьмите два полосовых магнита и поднесите их друг к другу разными концами. Опишите наблюдения.
5. Магниты, находящиеся на столе, накройте листком бумаги.
6. Насыпьте на бумагу тонкий слой железных опилок.
7. Рассмотрите получившиеся магнитные линии и зарисуйте их.

Лабораторная работа № 4. Сборка электромагнита и проверка его в действии.

Цель работы: ознакомиться с основными деталям электромагнита и собрать его.

Оборудование: источник тока, реостат, ключ, соединительные провода, магнитная стрелка, детали для сборки электромагнита.

Ход работы:

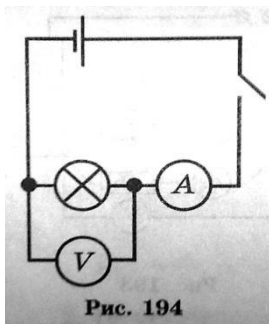
1. Соберите электрическую цепь из последовательно соединенных источников тока, катушки, реостата и ключа.
2. Замкните цепь и определите магнитные полюсы катушки, используя магнитную стрелку.
3. Магнитную стрелку расположите на таком расстоянии от катушки, на котором действие магнитного поля катушки на нее незначительно.
4. В катушку вставьте железный сердечник.
5. Магниты, Пронаблюдайте действие электромагнита на магнитную стрелку.
6. Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 5. Измерение работы и мощности электрического тока.

Цель работы: определить вычислить работу и мощность электрического тока.

Оборудование: источник тока, амперметр, вольтметр, лампа, ключ, соединительные провода, секундомер.

Ход работы:



1. Рассмотрите шкалы амперметра и вольтметра, определите цену одного деления.
2. Соберите электрическую цепь по схеме, показанной на рис. 194.
3. Замкните цепь и заметьте время включения лампы.
4. Снимите показания вольтметра и амперметра.
5. Разомкните цепь и заметьте время выключения лампы.
6. вычислите величину мощности электрического тока в лампе по формуле: $P=IU$.

7. Вычислите работу электрического тока по формуле: $A=Pt$, где t – время горения лампы.

8. Результаты всех измерений и вычислений запишите в таблицу.

№ п\п	I, А	U, В	t, с	P, Вт	A, Дж
1					
2					
3					

9. Сделайте вывод.

Список литературы

Для педагога

1. Белухин Д.А. Личностно ориентированная педагогика в вопросах и ответах: учебное пособие.-М.: МПСИ, 2006.- 312с. 23
2. Ильин Е.П. Психология творчества, креативности, одарённости. –СПб.: Питер, 2012.
3. Бахметьев А. Электронный конструктор «Знаток». Книга 1, 2. – М., 2005.
4. Волков В.А., Полянский С.В. Поурочные разработки по физике. – М.: «Вако», 2013. – 303 с.

Для родителей

1. Кабардин О.Ф. Физика. Справочные материалы. – М.: Издательство «Просвещение», 1991. – 367 с.
2. Общая электротехника, под ред. А.Т. Блажкина. – Л.: Энергия, 1979.
3. Основы промышленной электроники, под ред. проф. В.Г. Герасимова, М.: Высшая школа, 1978.
4. Попов В.С. Теоретическая электротехника. – М., 1990. Для детей и родителей.

Для обучающихся

5. Схемотехника аналоговых микросхем: учебное пособие/ Е. И. Глинкин. – 2-е изд., доп.-Тамбов: изд – во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012.- 152 с.
6. Общая электротехника с основами электроники: Учебное пособие для студентов/ Данилов И.А., Иванов П.М. – 6 – е изд. – М.: Высшая школа, 2005. – 752 с. с ил.
7. Изучение элементной базы цифровой техники. Иноземцев В.Л. – Брянск: издательство БТУ, 2012. – 110 с.
8. Бахметьев А. Электронный конструктор «Знаток». Книга 1, 2. – М., 2005.