



государственное бюджетное учреждение
дополнительного профессионального образования Самарской области
«Новокуйбышевский ресурсный центр»

□ 446200 Самарская область, □ (84635)6-67-37
г.о. Новокуйбышевск, □ dpo_rc_nkb@samara.edu.ru
ул. Суворова, д. 20 □ <http://www.rc-nsk.ru>

РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА

на заседании
Научно-методического совета
ГБУ ДПО «Новокуйбышевский РЦ»
Протокол № 3
от «4» 08 2020 г.

Секретарь совета
Ульянова Ю.А. Ульянова

УТВЕРЖДАЮ

Директор ГБУ ДПО
«Новокуйбышевский РЦ»



«7» августа 2020 г.
Т.А. Буренова

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Основы схемотехники и электроники»

технической направленности
Возраст детей 10 - 14 лет
Срок обучения – 1 год

Разработчики:
Серяпкин К.М., педагог
дополнительного образования

г. Новокуйбышевск, 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	2
Пояснительная записка	3
Модуль 1 «Основы аналоговой схемотехники»	8
Модуль 2. «Основы цифровой схемотехники»	11
Модуль 3. «Разработка коллективного проекта»	15
Методическое обеспечение программы	17
Материально-техническое оснащение программы	17
Список литературы	18

Аннотация

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Основы схемотехники и электроники» (далее – Программа) разработана на основе Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014-2020 годы и на перспективу до 2025 года и включает 3 тематических модуля.

Программа направлена на формирование первичных навыков проектно-конструкторской деятельности, приобретению первичных навыков работы с измерительными приборами электрических величин, работой с различными источниками информации, в т. ч. на иностранных языках посредством изучения и самостоятельного апробирования основных типовых схем включения базовых радиоэлектронных компонентов, устройств на основе электронных микросхем и модулей основанных на различных радиоэлектронных устройствах, в т. ч. и наиболее распространенных микропроцессорных модулях серийно изготавливаемых промышленностью в настоящее время.

Программа «Основы схемотехники и электроники» разработана с учётом возрастных особенностей, интересов конкретной целевой аудитории обучающихся в возрасте от 10 до 14 лет и способствует привлечению внимания обучающихся к инженерно-конструкторской деятельности в области проектирования и конструирования радиоэлектронных средств. Данная программа так же позволяет сформировать представление обучающихся о направлениях подготовки в высших учебных заведениях по следующим основным направлениям подготовки: 09.03.01-Автоматизированные системы обработки информации и управления; 11.03.01- Радиотехника; 11.03.03- Конструирование и технология электронных средств; 12.03.04- Биотехнические системы и технологии.

Пояснительная записка

Направленность дополнительной общеразвивающей программы «Основы схемотехники и электроники» техническая.

Актуальность программы заключается в том, что она нацелена на решение задач, определенных в федеральном проекте «Успех каждого ребенка», Стратегии социально-экономического развития Самарской области на период до 2030 года.

На сегодняшний день необходимо содействовать повышению уровня технической грамотности обучающихся, популяризации профессий радиоэлектронной отрасли и информационных технологий, что находит свое отражение в положениях принятой «Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014-2020 годы и на перспективу до 2025 года».

В современном обществе, характеризующемся высоким уровнем научно-технического прогресса, становится важно подготовить не потребителей, а создателей информационно-коммуникационных ресурсов. Для этого следует формировать навыки личности 21 века, является инженерный подход к решению практических задач, возникающих в процессе не только трудовой, но и повседневной деятельности.

Новизна программы состоит в том, что она разработана с учётом современных тенденций в образовании по принципу модульного освоения материала, что соответствует реализации личностно-ориентированного подхода в образовании.

Отличительной особенностью программы является ее адаптивность для обучающихся, как не имеющих ранее первичного навыка работы в области проектно-конструкторской деятельности, так и для обучающихся, имеющих опыт реализации собственных проектов в области электроники и радиотехники.

Педагогическая целесообразность реализации программы дополнительного образования «Основы схемотехники и электроники» заключается в возможности развития интереса обучающихся к инженерным специальностям, связанным с разработкой радиоэлектронных устройств и научно-исследовательской деятельности.

Цель программы: Профессиональная ориентация и развитие исследовательских навыков. Приобретение начальных теоретических знаний в области конструирования и разработки радиоэлектронных устройств; приобретение практических навыков работы с

паяльным и измерительным оборудованием, применяющимся в процессе производства и ремонта радиоэлектронных изделий в т. ч. на производстве и в научных лабораториях.

Задачи программы:

1. Образовательная задача: сформировать базовые умения и навыки работы с оборудованием, радиоэлементами, научной и технической документацией.

2. Развивающая задача: способствовать развитию познавательного интереса к сфере электротехники, радиотехники, микроэлектроники и профессиям, связанным с разработкой, конструированием и обслуживанием электротехнических и радиоэлектронных устройств и комплексов.

3. Воспитывающая задача: способствовать воспитанию информационной культуры, выражающейся в умении использовать современные информационно-коммуникационные технологии.

Возраст детей, участвующих в реализации программы: 10-14 лет

Для обучающихся данной целевой аудитории характерен повышенный интерес к новым видам деятельности, что обуславливает разноплановые задания, в рамках реализации программы «Основы схемотехники и электроники».

Сроки реализации: программа рассчитана на 1 год, объем 108 часов, 3 модуля (1 модуль - 49 часов, 2 модуль - 26 часов, 3 модуль - 35 часа).

Основные формы занятий:

- лекция;
- экскурсия;
- “круглый стол” и т. п.

Формы организации деятельности: индивидуальная, групповая.

Режим занятий: 3 часа в неделю.

Занятия проводятся: 2 раза в неделю по 67,5 минут (1,5 академических часа) с перерывом на отдых в 10 минут (СанПиН 2.4.4.3172-14).

Один академический час длится 45 минут

Наполняемость учебных групп: составляет 15 человек/

Планируемые результаты:

Личностные:

- формирование ответственного отношения к учению, готовности и способности обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению;

- формирование готовности и способности вести диалог с другими людьми и достигать в нем взаимопонимания;
- освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах, включая взрослые и социальные сообщества;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, детьми старшего и младшего возраста, взрослыми в процессе образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности и т. п.

Метапредметные:

Познавательные:

- обучающийся получит опыт критического оценивания высказываний;
- обучающийся получит опыт построения рассуждений на основе сравнения;
- обучающиеся научатся прогнозировать результат предстоящей деятельности;
- обучающиеся получают опыт преобразования познавательной задачи в практическую.

Регулятивные:

- обучающийся сможет научиться ставить цель предстоящей деятельности;
- обучающийся сможет научиться устанавливать взаимосвязь между данными;
- обучающийся получит опыт осуществления самоконтроля своих действий;
- обучающийся получит опыт конструктивно действовать даже в ситуации неуспеха.

Коммуникативные:

- обучающийся получит опыт организации учебного взаимодействия в группе (распределение ролей);
- обучающийся получит опыт анализа противоположных точек зрения других людей, выражать свою позицию в спорных ситуациях;
- обучающийся получит опыт нахождения общей точки зрения в дискуссии с другими субъектами и т. п.

Предметные результаты.

Модульный принцип построения программы предусматривает описание предметных результатов в каждом конкретном модуле.

Учебный план

№ модуля	Название модуля	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Основы аналоговой схемотехники	48	10	38

2.	Основы цифровой схемотехники и микропроцессорных устройств	28	10	18
3.	Самостоятельное проектирование с Arduino	32	7	25
	ИТОГО	108	27	81

Критерии оценки знаний, умений и навыков при освоении программы

Для оценки освоения программы, в течение года используются следующие методы диагностики: наблюдение, рефлексия, выполнение учебных проектов, участие в организуемых внутри группы конкурсах, соревнований, хакатонов, разработка и защита проекта разработанного индивидуально или самоорганизованной подгруппой обучающихся в конце учебного года.

По завершению 1 и 2 учебного модуля оценивание приобретенных знаний проводится посредством разработки каждым из обучающихся итогового проекта по теме сформулированной самостоятельно или предложенной преподавателем и имеющего практико-ориентированную направленность.

3 модуль является заключительным и предполагает разработку индивидуальных проектов как способа оценивания знаний обучающихся, полученных за весь период обучения по курсу “Основы схемотехники и электроники”.

Для оценивания системы знаний применяется 3-х балльная шкала (выделяется три уровня: ниже среднего, средний, выше среднего) в интеграции с образовательной системой Class Dojo (URL-адрес: <https://www.classdojo.com/ru-ru/>), где каждый из зарегистрированных обучающихся вместе с родителями сможет оценивать результаты своей успеваемости и уровень приобретенных компетенций в рамках курса.

Характеристика уровня освоения программы курса:

Уровень освоения программы ниже среднего – обучающийся овладел менее чем 50% предусмотренных знаний, умений и навыков, испытывает серьезные затруднения при работе с учебным материалом; в состоянии выполнять лишь простейшие практические задания педагога.

Средний уровень освоения программы – объём усвоенных знаний, приобретенных умений и навыков составляет 50-70%; работает с учебным материалом с помощью педагога; в основном, выполняет задания на основе образца; удовлетворительно владеет

теоретической информацией по темам курса.

Уровень освоения программы выше среднего – учащийся овладел на 70-100% предусмотренным программой учебным планом; работает с учебными материалами самостоятельно, не испытывает особых трудностей; выполняет практические задания с реализацией собственных замыслов; свободно владеет теоретической информацией по курсу, умеет анализировать и применять полученную информацию на практике.

Формы подведения итогов реализации ДОП:

- подготовка и защита индивидуальных проектов по освоению модулей;
- подготовка и защита индивидуальных проектов в конце учебного года.

Модуль 1 «Основы аналоговой схемотехники»

Цель – пропедевтика начального уровня знаний в области схемотехники. Освоение теоретических знаний о свойствах и характеристиках электрических цепей, базовых пассивных и полупроводниковых радиоэлементах.

Задачи:

Обучающие:

- познакомить с правилами техники безопасности;
- продемонстрировать аналитический и практический подход в работе с основными свойствами пассивных и активных радиоэлементов и типовыми схемами их включения;
- сформировать навыки работы с макетами, прототипами и реальными электронными и измерительными устройствами.

Развивающие:

- способствовать развитию аналитического типа мышления;
- способствовать развитию умения применять творческий, нестандартный подход к выполнению самостоятельных заданий и заданий по образцу.

Воспитательные:

- способствовать формированию умения выстраивать успешную коммуникацию в группе, учебное сотрудничество с педагогом и сверстниками.

Предметные ожидаемые результаты:

Обучающийся должен знать:

- технику безопасности при работе с паяльным и измерительным оборудованием и при настройке и отладке радиоэлектронных устройств;
- базовые понятия схемотехники: “электрические цепи”, “схема принципиальная электрическая”, отличать между собой радиоэлементы и идентифицировать их и т. п.
- базовые методики расчета параметров узлов электронных схем.

Обучающийся должен уметь:

- уметь производить расчет (на уровне оценки основных параметров, таких как напряжение питания, потребляемый ток, потребляемая мощность, амплитуда, частота сигнала и иных параметров элементов узлов радиоэлектронных устройств).

Обучающийся должен приобрести навык:

- чтения электрических принципиальных схем.
- документального оформления результатов деятельности.

Учебно-тематический план

№	Тема занятия	Количество часов			Формы контроля/ аттестации
		Теория	Практика	Всего	
1	«Электричество, схема, плата»	1	2	3	Беседа, опрос
2	«Пассивные радиоэлементы»	1	2	3	Наблюдение, беседа, опрос
3	«Полупроводник. Двухвыводные полупроводники»	1	2	3	Наблюдение, беседа, опрос
4	«Трехвыводные полупроводники. Типы электрических сигналов»	2	4	6	Наблюдение, беседа, опрос

5	«Усилитель звуковых частот, Фильтрация сигналов»	2	4	6	Наблюдение, беседа, опрос
6	Групповой проект «Цветомузыка»	0	6	6	Наблюдение, беседа, опрос
Итого:		7	20	27	

Содержание программы модуля

Тема 1. «Электричество, схема, плата»

Теория. Вводная лекция “Что такое электричество?”, изучения устройства электрических схем, приемов их схематичного изображения на бумаге.

Практика. Демонстрация макетной платы и составляющих ее компонентов (соединение), работа с тестером в режиме «прозвонка», измерение напряжения и т. п.

Тема 2. «Пассивные радиоэлементы»

Теория. Рассказ о базовых пассивных элементах (резистор, конденсатор, катушка индуктивности), законе Ома (последовательное и параллельное соединение, как производится расчет для этих цепей), переходных процессах при коммутации, конденсаторов, электрических машин, звуковых излучателей и микрофонов.

Практика. Составление схемы на основе закона Ома для участка цепи, самостоятельный расчет ее параметров (эквивалентная схема), проведение экспериментов с изменением параметров схемы заменой элементов, точек соединений, коммутация переключателями и т. п.

Тема 3. «Полупроводник. Двухвыводные полупроводники»

Теория. Теория о двухвыводных полупроводниках, демонстрация схемы, приемов соединения и свойств схемы на их основе, светодиодных индикаторов.

Практика. Самостоятельное выполнение задания обучающимися по подключению светодиодов с разным номиналом к макетной плате, осуществления расчета по формулам.

Тема 4. «Трехвыводные полупроводники. Типы электрических сигналов»

Теория. Ток и напряжение в виде сигналов (постоянный и переменный), диодный мост, блоки питания, эмиттерный повторитель, транзистор в режиме ключа.

Практика. Сборка типовой схемы включения биполярного транзистора по схеме “Транзисторный ключ”, “управление мощной нагрузкой”, сборка и исследование основных параметров схемы при помощи осциллографа.

Тема 5. «Усилитель звуковых частот, Фильтрация сигналов»

Теория. (1 часть) Изучение принципа работы усилителя: усилителя на одном транзисторе, усилительный каскад, принцип работы операционного усилителя.

Практика. (1 часть) Работа со звуком, изучение свойств и типовых схем включения операционных усилителей.

Теория (2 часть). Изучение приемов составления типовой схемы включения сумматоров, фильтры (ФВЧ, ФНЧ).

Практика (2 часть). Сборка схемы: сложение 2-х сигналов, приложение фильтров, тестирование схемы на работоспособность на практике.

Тема 6. Групповой проект “Цветомузыка”

Теория. Генерирование вариантов решения поставленной задачи: индикация уровня и частоты звуковых сигналов.

Практика. Самостоятельная групповая разработка проектной документации, реализация разработанного устройства на макетной плате, в т. ч. с пайкой радиоэлементов.

Модуль 2. «Основы цифровой схемотехники»

Цель – Освоение начальных теоретических знаний о цифровой схемотехнике и микропроцессорных устройствах.

Задачи:

Обучающие:

- изучить свойства основных дискретных элементов цифровой электроники;
- научить основным приемам синтеза цифровых схем и схем управления;
- продемонстрировать основные приемы программирования радиоэлектронных устройств на основе микроконтроллерной техники.

Развивающие:

- способствовать развитию аналитического типа мышления;
- способствовать развитию навыков разработки электронных устройств;

Воспитательные:

- способствовать формированию умения выстраивать успешную коммуникацию в группе, учебное сотрудничество с педагогом и сверстниками;

- способствовать формированию навыков самостоятельной работы с технической документацией и самостоятельному изучению новых тем для научно-технического творчества.

Предметные ожидаемые результаты:

Обучающийся должен знать:

- базовые понятия цифровой схемотехники: “представление чисел в двоичном виде”, “базовые операции с двоичными числами”, отличать между собой радиоэлементы и идентифицировать их, производить поиск технической документации (в сети internet) на радиоэлемент и т. п.
- базовые методики расчета узлов цифровых схем.

Обучающийся должен уметь:

- уметь синтезировать схему разрабатываемого или исследуемого устройства на уровне структурной схемы (Э1);
- синтезировать схему электрическую функциональную (Э2) а при необходимости и принципиальную (Э3) для узла разрабатываемого или исследуемого устройства на основе технической документации (при указании типовых схем включения в технической документации) применяемых в этой схеме радиоэлектронных устройств.

Обучающийся должен приобрести навык:

- синтеза схем (Э1, Э2, Э3) на основе цифровых радиоэлектронных модулей;
- начальные навыки программирования микроконтроллерных устройств на языке Си для платформы Arduino.

Учебно-тематический план

№	Тема занятия	Количество часов			Формы контроля/ аттестации
		Теория	Практика	Всего	
1	«Цифровые и аналоговые сигналы. Устройство персонального компьютера»	1	2	3	Наблюдение, беседа, опрос
2	«Представление чисел в вычислительной технике. Маленькая большая Arduino»	3	2	5	Наблюдение, беседа, опрос
3	«Базовые элементы цифровой схемотехники»	1	2	3	Наблюдение, беседа, опрос

4	«Когда микроконтроллер не нужен»	1	2	3	Наблюдение, беседа, опрос
5	«Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование»	2	4	6	Наблюдение, беседа, опрос
6	«Прерывания в микроконтроллерах. Ловим событие»	1	2	3	Наблюдение, беседа, опрос
7	«Взаимодействие электронных устройств»	2	1	3	Наблюдение, беседа, опрос
8	«Простое устройство дистанционного мониторинга»	1	5	6	Наблюдение, беседа, опрос
Итого:		12	20	32	

Содержание программы модуля

Тема 1. «Цифровые и аналоговые сигналы. Устройство персонального компьютера»

Теория. Изучение теоретического материала о цифровых сигналах (ТТЛ), устройстве персонального компьютера, разновидностях операционных систем.

Практика. Самостоятельное выполнение задания обучающимися по сборке/разборке реальной модели системного блока персонального компьютера.

Тема 2. «Представление чисел в вычислительной технике. Маленькая большая Arduino»

Теория. (1 часть). Знакомство со средой Arduino (язык C).

Практика. (1 часть). Написание первой программы “Hello world”.

Теория (2 часть). Представление двоичных чисел в вычислительной технике.

Практика (2 часть). Вывод числа в порт Arduino + битовые сдвиги.

Тема 3. «Базовые элементы цифровой схемотехники»

Теория. Базовые элементы цифровой схемотехники (и, или, не), изучение работы триггеров, сдвиговых регистров, шифраторов, дешифраторов, мультиплексоров и т. п.

Практика. Подключение семисегментного индикатора при помощи микросхемы дешифратора к Arduino.

Тема 4. «Когда микроконтроллер не нужен»

Теория. Цифровые устройства в интегральных корпусах (счетчики, шифраторы и дешифраторы, триггеры).

Практика. Сборка схемы счетчика без применения микроконтроллера.

Тема 5. «Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование»

Теория. Вопросы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразование».

Практика. Реализация проектов: Частотомер и R2R ЦАП на базе Arduino.

Тема 6. «Прерывания в микроконтроллерах. Ловим событие»

Теория. Изучение феномена прерывания в микроконтроллерах.

Практика. Реализация устройств счетчиков и генераторов (в различных вариантах) на базе Arduino с расширением функционала микропроцессорного модуля.

Тема 7. «Взаимодействие электронных устройств»

Теория. Сетевая модель OSI + базовые протоколы передачи данных.

Практика. Демонстрация устройства логического анализатора, анализатора протоколов.

Тема 8. «Простое устройство дистанционного мониторинга»

Теория. Протокол передачи данных UART/RS232.

Практика. Сборка макета устройства опроса датчиков (по выбору). Вывод полученных данных с Arduino в терминал на компьютере.

Модуль 3. «Разработка коллективного проекта»

Цель: Разработка и реализация проектов самоорганизованными группами обучающихся, как итога изучения данного курса.

Задачи:

Обучающие:

- изучить структуру и план работы над коллективным проектом;
- сформировать навык выбора актуальной темы проектной работы.

Развивающие:

- способствовать развитию умения работать в творческом коллективе;
- сформировать навыки самостоятельного поиска информации;
- способствовать развитию умения презентации проекта.

Воспитательные:

- способствовать формированию умения выстраивать успешную коммуникацию в группе, учебное сотрудничество с педагогом и сверстниками.

Предметные ожидаемые результаты:

Обучающийся должен знать:

- как проводится работа над коллективным проектом;
- как проводится защита коллективного проекта.

Обучающийся должен уметь:

- соотносить свои действия с планируемыми результатами;
- определять способы действий в рамках предложенных условий и требований;
- осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата.

Обучающийся должен приобрести навык:

- аналитической работы по поиску информации в сети; работы в команде, публичных выступлений.

Учебно-тематический план

№	Тема занятия	Количество часов			Формы контроля/ аттестации
		Теория	Практика	Всего	
1	Этапы и технология проектирования, жизненный цикл продукции	3	3	6	Наблюдение, беседа
2	Радиоловительские технологии в исследовательской деятельности	2	1	3	Наблюдение, беседа
3	Самостоятельная работа групп по выбранной тематике	6	35	41	Наблюдение, беседа
Итого:		11	39	50	

Содержание программы модуля

Тема 1. «Этапы и технология проектирования, жизненный цикл продукции»

Теория. Основные этапы проектирования радиоэлектронных устройств.

Практика. Коллективное генерирование идей проектов (формирование задела для самостоятельного проектирования).

Тема 2. «Радиоловительские технологии в исследовательской деятельности»

Теория. Технологии изготовления печатных плат.

Практика. Демонстрация приемов изготовления печатных плат радиолюбительскими технологиями.

Тема 3. «Самостоятельная работа групп по выбранной тематике».

Практика. Работа над коллективными проектами. Публичная презентация достигнутых результатов.

Обеспечение программы

Методическое обеспечение программы

Основные принципы, положенные в основу программы:

- принцип доступности, учитывающий индивидуальные особенности каждого ребенка, создание благоприятных условий для их развития;
- принцип демократичности, предполагающий сотрудничество педагога и обучающегося;
- принцип системности и последовательности – знание в программе даются в определенной системе, накапливая запас знаний, дети могут применять их на практике.

Методы работы:

- *словесные методы:* рассказ, беседа, сообщения – эти методы способствуют обогащению теоретических знаний детей, являются источником новой информации;
- *наглядные методы:* презентации, демонстрации ментальных карт, коллекций, иллюстраций. Наглядные методы способствуют повышению интереса и лучшему усвоению материала;
- *практические методы:* работа над программным кодом в формате фронтальной, индивидуальной, групповой и коллективной работы.

Сочетание словесного и наглядного методов учебной деятельности, воплощенных в форме опроса, беседы, творческого задания, позволяют психологически адаптировать ребёнка к восприятию материала, мотивировать на дальнейшую деятельность.

Занятие состоит из следующих структурных компонентов:

1. Организационный момент, характеризующийся подготовкой учащихся к занятию;
2. Повторение материала, изученного на предыдущем занятии;
3. Постановка цели занятия перед учащимися;
4. Изложение нового материала;
5. Практическая работа;
6. Обобщение материала, изученного в ходе занятия;
7. Подведение итогов;
8. Уборка рабочего места.

Материально-техническое оснащение программы

№	Условия	Оборудование	Количество
1	Помещение	Учебный кабинет	1
2	Программное обеспечение	Лицензия (шт.)	Многопользовательская
3	Учебное оборудование	Платы (микроконтроллеры) micro:bit	50
4	Техническое оснащение	Интерактивная доска (шт.)	1
		Проектор (шт.)	1
		Компьютеры (шт.)	15
		Наборы «Амперка», «Матрешка», «Интернет-вещей»	15
		МФУ	1
5	Оборудование кабинета	Парта ученическая (шт.)	10
		Стол компьютерный (шт.)	15
		Стол учительский (шт.)	1
		Стул ученический (шт.)	24
		Шкаф офисный (шт.)	1
		Широкий стол (шт.)	2

Список литературы:

1. Тицце У., Шенк К., Полупроводниковая схемотехника. 12е издание в 2х томах: Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2015.
2. Хоровиц П., Хилл У., Искусство схемотехники: Пер. с англ. – М.: МИР, Бином, 2010.
3. Бессонов Л.А., Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник/Л.А. Бессонов. – 11-е изд., перераб. и доп. – М.: Гардарики, 2007.
4. Мак-Комб Г., Бойсен Э., Радиоэлектроника для «чайников»: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2010.
5. Шонфелдер Г., Измерительные устройства на базе микропроцессора ATmega.: Пер. с нем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
6. Гадре Д., Занимательные проекты на базе микроконтроллеров tinyAVR.: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
7. Шустов М. А., Практическая схемотехника, 450 полезных схем радиолюбителям: – М.: Альтекс-А, 2003.
8. 302 новые профессиональные схемы.: Пер. с нем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009.
9. Ревич Ю. В., Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера. – 2е изд., испр. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012.