

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Министерство образования Тульской области
Муниципального образования Богородицкий район
муниципальное общеобразовательное учреждение «Средняя школа №3»
(МОУ СШ № 3)

РЕКОМЕНДОВАНО
к принятию
Педагогическим
советом
(протокол от
30.08. 2023г. № 1)

СОГЛАСОВАНО
заместителем директора
по ВР
28.08.2023 г.

УТВЕРЖДЕНО
приказом от 30.08.2023 г.
№ 113/3

Дополнительная образовательная программа
кружок «Робототехника на основе Arduino»

Возраст детей, на которых рассчитана программа: 12-15 лет
Срок реализации: 1 год

Разработчик:

Сурский Алексей Николаевич, первая квалификационная категория

Пояснительная записка

Жизнь в XXI веке стремительна и, порой, образование не поспевает за ней. Появляется множество важных проблем, на которые никто не хочет обращать внимания, до тех пор, пока ситуация не становится критической.

Одна из таких проблем - недостаточная обеспеченность инженерными и рабочими кадрами производства и низкий статус технического образования. В школах уроки трудового обучения заменены уроками технологии, учащиеся не держат в руках инструментов, не работают на станках, не видят результатов своего труда. Интенсивное использование роботов в быту, на производстве, армии и МЧС требуют, чтобы пользователи обладали современными знаниями в области управления роботами, что позволит развивать новые, умные, безопасные и более продвинутое автоматизированные системы. Необходимо прививать интерес учащихся к области робототехники и автоматизированных систем.

Чтобы достичь высокого уровня творческого и технического мышления, дети должны пройти все этапы конструирования. Необходимо помнить, что такие задачи ставятся, когда учащиеся имеют определённый уровень знаний, опыт работы, умения и навыки. Юные исследователи, войдя в занимательный мир роботов, погружаются в сложную среду информационных технологий, позволяющих роботам выполнять широчайший круг функций.

Цель «Робототехника на основе Arduino» состоит в том, чтобы дать возможность учащимся, проявляющим повышенный интерес и склонности к изучению механизмов, получить разносторонние теоретические и прикладные знания, умения и практические навыки, развить личность, её познавательные и созидательные способности.

Робототехника является популярным и эффективным методом для изучения важных областей науки, технологии, конструирования. Программа включает в себя общие сведения о способах конструирования и моделирования с применением микроконтроллеров, составление программ для работы моделей применяемых в практической деятельности, теоретические основы составления программ и рациональные приемы сборки моделей. Важное место отводится самостоятельному моделированию и проектированию в ходе работы над проблемными ситуациями. Это развивает творческий, самостоятельный подход к решению различных задач, связанных с вопросами конструирования, моделирования и программирования.

В процессе обучения дети знакомятся с ключевыми идеями, относящимися к информационным технологиям, многое узнают о самом процессе исследования и решения задач, получают представление о возможности разбиения задачи на более мелкие составляющие, о выдвижении гипотез и их проверке, а так же о том, как обходиться с неожиданными результатами. Учебные занятия способствуют развитию конструкторских, инженерных и вычислительных навыков и проливают свет на многие вопросы, связанные с изучением естественных наук, информационных технологий и математики.

Общая характеристика курса.

В рамках программы обеспечивается сочетание различных видов познавательной деятельности, направленных на формирование познавательных и коммуникативных учебных действий, развитие навыков работы с техническими средствами, что открывает новые возможности для поддержки интереса младшего школьника как к индивидуальному творчеству, так и к коллективному. Особую значимость данный курс

имеет для детей, проявляющих интерес к навыкам работы конструктора и модельера, имеющим активную жизненную позицию, тем самым предоставляя обучающимся широкий спектр возможностей для самореализации и формирования ценностного отношения к процессу познания.

В ходе реализации программы используются следующие формы организации занятий:

Соревнование между группами;
проблемная ситуация;
групповая и парная работа;
практическая деятельность;
тренировочные упражнения;
написание программ;
обсуждение результатов соревнований;
участие в выставках.

Для **оценки эффективности занятий** используются следующие показатели: степень самостоятельности обучающихся при выполнении заданий; познавательная активность на занятиях: живость, заинтересованность, которые обеспечивают положительные результаты. Например, можно использовать качественные итоговые оценки успешности учеников. “Проявил творческую самостоятельность на занятиях курса”, “Успешно освоил курс”, “Прослушал курс”, “Посещал занятия курса”.

Планируемые личностные, метапредметные и предметные результаты освоения учебного курса.

Личностные результаты

Формирование целостного, интеллектуально ориентированного взгляда на мир в его органичном единстве и разнообразии природы, народов, культур и религий.

Формирование уважительного отношения к иному мнению.

Принятие и освоение социальной роли обучающегося, развитие мотивов учебной деятельности и формирование личностного смысла учения.

Развитие самостоятельности и личной ответственности за свои поступки, в том числе в информационной и технологической деятельности.

Формирование эстетических потребностей, ценностей и чувств.

Развитие навыков сотрудничества со взрослыми и сверстниками в разных ситуациях, учений не создавать конфликтов и находить выходы из спорных ситуаций.

Формирование установки на безопасный и здоровый образ жизни.

Метапредметные результаты

Регулятивные универсальные учебные действия.

Овладение способностью принимать и реализовывать цели и задачи учебной деятельности, приемами поиска средств ее осуществления.

Повышение мотивации учащегося к обучению программированию.

Освоение способов решения проблем творческого и поискового характера.

Формирование умений планировать, контролировать и оценивать учебные действия в соответствии с поставленной задачей и условиями ее реализации, определять наиболее эффективные способы достижения результата.

Познавательные универсальные учебные действия.

Освоение основ объектно-ориентированного и графического программирования.

Использование различных способов поиска, сбора, обработки, анализа, организации, передачи и интерпретации информации в соответствии с коммуникативными и

познавательными задачами, соблюдать нормы информационной избирательности, этики и этикета.

Развитие логики при построении программ при помощи пиктограмм и пространственного мышления.

Овладение действиями для построения моделей конструкций.

Овладение логическими действиями сравнения, анализа, синтеза, обобщения, установления аналогий и причинно-следственных связей, построения рассуждений, отнесение к известным понятиям.

Коммуникативные универсальные учебные действия.

Овладение всеми видами речевой деятельности и основами культуры устной и письменной речи.

Овладение базовыми умениями и навыками использования языка в жизненно важных для учащихся сферах и ситуациях общения.

УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Для реализации программы в кабинете должно иметься следующее оборудование и программное обеспечение (1 учебный комплект на 1 — 3 учащихся):

набор для изучения основ электроники на базе платформы Ардуино;

персональный компьютер с выходом в интернет;

макетная плата с микроконтроллером Ардуино;

среда разработки Arduino IDE;

электронные компоненты.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ

Данный курс призван решить следующие образовательные и развивающие задачи.

Учащиеся должны знать:

правила и меры безопасности при работе с электрооборудованием;

роль и место микроэлектроники в жизни;

основные характеристики микропроцессоров;

элементы технического дизайна;

методы проектирования, сборки, настройки, тестирование готовых устройств;

методику проверки работоспособности отдельных узлов и деталей;

основы программирования автоматизированных систем;

основы языка программирования СИ;

Учащиеся должны уметь:

самостоятельно разрабатывать электрические схемы программируемых устройств;

разрабатывать и конструировать учебно-демонстрационные системы управления на основе микроконтроллеров;

грамотно применять электроизмерительные приборы;

вести индивидуальные и групповые исследовательские работы;

самостоятельно изготавливать простые модели систем управления из готовых электронных компонентов;

самостоятельно программировать микроконтроллеры на одном из популярных языков программирования;

работать с программным пакетом прототипирования Fritzing;

программировать собранные устройства под задачи начального уровня сложности.

Учебно-тематический план направления

№ тем ы	Название разделов и тем направления	Кол-во ак. часов			Дата проведения
		теория	практика	всего	
	Микроэлектроника и микропроцессоры (2ч)				
1	Правила техники безопасности при работе с роботами-конструкторами. Правила обращения с роботами.	1		1	1неделя
2	Простейшие конструкции, необходимые для создания роботов. Электронная плата Arduino.		1	1	2неделя
	Неформальная схемотехника (2 ч)				
3	Электронные компоненты. Что такое электричество: напряжение и ток. Как укротить электрический ток.	1		1	3неделя
4	Монтажная плата. Мультиметр. Создание макета светофора		1	1	4неделя
	Программирование микроконтроллеров (22 ч)				
5	Среда разработки Arduino IDE. Простейшие программы	1		1	5неделя
6	Обзор языка Arduino IDE. Процедуры	1		1	6неделя
7	Ветвления и циклы. Библиотеки. Учим микроконтроллер реагировать на клавиатуру.		1	1	7неделя
8	Массивы и строки. Учим микроконтроллер управлять звуком.		1	1	8неделя
9	Понятие ШИМ и инертности восприятия. Управление яркостью светодиода.		1	1	9неделя
10	Датчики. Аналоговый и цифровой сигнал		1	1	10неделя
11	Аналоговые датчики: фоторезистор, потенциометр, микрофон.		1	1	11неделя
12	Цифровые датчики: температуры, давления, влажности.		1	1	12неделя
13	Определение расстояния: ультразвуковой сонар, инфракрасный датчик		1	1	13 неделя
14	LCD дисплей. Построение погодной станции		4	4	14-17 недели
15	TFT дисплей с тач панелью. Построение умного инкубатора		2	2	18-19 недели
16	Серводвигатель. Модель железнодорожного шлагбаума.		1	1	20 неделя
17	Шаговый двигатель. Управление вращением.		2	2	21-22 недели
18	Робот-тележка		1	1	23неделя

19	Передача сигналов по инфракрасному каналу.		1	1	24неделя
20	Передача сигналов по радио каналу. Обратная связь.		1	1	25неделя
21	Как подружить Arduino мобильный телефон. Bluetooth и Wi-Fi.		1	1	26неделя
	«Технические инновации» (8 ч)				
22	Отладка и доработка модели с исправлением программы работы робота-тележки		1	1	27 неделя
23	Работа над групповыми проектами по разработке различных конструкций робота		3	3	28-30 недели
24	Защита проектных работ		2	2	30-32 недели
25	Создание презентации в среде Power Point по теме работы. Участие в итоговой выставке.		2	2	33-34 недели
	Всего	4	30	34	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Тема 1. Микроэлектроника и микропроцессоры (42ч)

Микроэлектроника

Теоретический материал

Микроэлектроника. Фотолитография. Цифровые интегральные микросхемы. Микропроцессоры. Развитие микроэлектроники. Однокристальные микро-ЭВМ. Микроконтроллеры. Применение и перспективы развития направления. Производство микропроцессоров в России. Платформа Arduino. Технические спецификации. Правила техники безопасности. Правила работы с оборудованием.

Практическая работа №1 «Мигающий светодиод»

Изучение оборудования и комплекта электронных компонентов. Написание базовой программы «Мигающий светодиод», используемой для включения и выключения светодиода, который подключён к Arduino и мигает заданное время. Анализ имеющегося программного кода программы и творческое изменение алгоритма работы программы.

Микроконтроллеры

Теоретический материал

Архитектура фон Неймана. Гарвардская архитектура. Компьютеры в одной микросхеме. Микропроцессоры для встраиваемых систем. Микроконтроллеры — основа управления. История микроконтроллеров. Как работает микроконтроллер. Порты ввода/вывода. Маркировка на плате микроконтроллера. RISC архитектура. Оцифровка. ЦАП и АЦП.

Практическая работа №2 «Поиск информации»

Поиск нужной информации в Интернете. Особенности поиска новой информации. Перевод web-страниц. Принципы работы с Википедией.

Тема 2. Неформальная схемотехника (2ч)

Ток и напряжение

Теоретический материал

Электрический ток. Проводники. Полупроводники. Диэлектрики. Разность потенциалов. Напряжение. Сила тока. Единицы измерения. Обозначение. «Земля». Электродвижущая сила. Источники питания. Обозначения на схеме. Энергия. Мощность.

Практическая работа №3 «Электрические цепи»

Создание простых электрических цепей из основных компонентов. Схема работы электрического звонка.

Резисторы

Теоретический материал

Сопротивление. Резисторы. Обозначение на схеме. Характеристики резисторов. Закон Ома. Соединение резисторов. Параллельное и последовательное соединение резисторов. Применение резисторов. Токоограничивающие резисторы. Стягивающие и подтягивающие резисторы. Делители напряжения. Мощность резисторов. Маркировка резисторов. Допустимая нагрузка и техника безопасности. Воспламенение резисторов.

Практическая работа №4 «Резисторы»

Чтение маркировки резисторов. Создание простейших электрических цепей, содержащих резисторы. Параллельное и последовательное соединение резисторов. Электрические схемы с токоограничивающим, стягивающим и подтягивающим резисторами.

Светодиоды

Теоретический материал

Диод. Электроды. Анод. Катод. Полупроводниковые диоды. P-n переход. Применение диодов. Выпрямители. Владимир Фёдорович Миткевич. Светоизлучающий диод. Электролюминесценция. Олег Владимирович Лосев. Виды светодиодов. Применение светодиодов. Характеристики светодиода. RGB-светодиод. Органические светодиоды. Производство светодиодов (российские светодиоды).

Практическая работа №5 «Светодиоды»

Изучение работы диодов в электрической цепи. Создание электрических схем со светодиодами. Последовательное соединение светодиодов. Вычисление сопротивления токоограничивающего резистора для светодиода.

Измерение электрических величин

Теоретический материал

Вольтметр, амперметр и омметр. Мультиметр. Аналоговые и цифровые мультиметры. Разрядность цифрового мультиметра. Основные режимы измерений. Дополнительные функции.

Практическая работа №6 «Мультиметр»

Изучение основных режимов работы мультиметра. Измерение мультиметром напряжения, сопротивления и силы тока. Изучение дополнительных функций мультиметра. Измерение температуры с помощью термопары. Измерение напряжения в цепи с нагрузкой и без нагрузки.

Делитель напряжения

Теоретический материал

Схема делителя напряжения. Примеры. Применение делителя для считывания показаний датчика. Потребитель тока. Подключение нагрузки. Расход энергии «впустую». Применимость делителя напряжения. Для чего не подходит делитель напряжения. Опасные факторы и возгорание.

Практическая работа №7 «Делитель напряжения»

Создание простейшей схемы с делителем напряжения. Расчёт электрических параметров цепи.

Транзисторы Теоретический материал

Транзисторы. Обозначения на схеме. Применение транзисторов. Аналоговая и цифровая техника. Биполярные и полевые транзисторы. Дважды Нобелевский лауреат Джон Бардин. Подключение транзисторов для управления мощными компонентами. Транзистор - «кирпичик» для построения микросхем логики, памяти, процессора. Закон Мура.

Практическая работа №8 «Управление мощной нагрузкой»

Изучение работы полевого транзистора при управлении работой электромотора. Создание схемы.

Конденсаторы

Теоретический материал

Конденсатор. Ёмкость. Единицы измерения. Зарядка и разрядка. Типы конденсаторов. Электролитические и керамические конденсаторы. Полярность. Опасность разрушения (взрыва). Применение конденсаторов в микроэлектронике. Резервный и фильтрующий конденсатор. Соединение конденсаторов. Предельные характеристики.

Практическая работа №9 «Фильтрующий и резервный конденсатор»

Применения керамических конденсаторов при создании схем с использованием микроконтроллера Arduino. Изучение электрических цепей с фильтрующим и резервным конденсаторами. Построение графика изменения напряжения.

Тема 3. Программирование микроконтроллеров (22ч)

Среда разработки приложений

Теоретический материал

Среда разработки приложений для микроконтроллера Arduino. Язык C/C++. Структура программы. Операторные скобки. Константы. Комментарии. Управление цифровым входом/выходом. Случайные числа.

Практическая работа №10 «Гирлянда»

Изучение среды разработки приложений. Создание схемы с одним, двумя, тремя и т.д. светодиодами. Программное управление последовательностью включения светодиодов и временем их горения. Создание модели, описывающей работу ёлочной гирлянды.

Основы языка Си

Теоретический материал

Переменные. Присваивание. Арифметические операции и математические функции. Условный оператор. Операторы сравнения. Циклы.

Практическая работа №11 «Счётчики»

Управление включением/выключением светодиодов, подключённых к Arduino. Создание и контроль счётчиков включений светодиодов.

Управление и алгоритмы

Теоретический материал

Управление и алгоритмы. Открытые и закрытые системы управления. Модель светофора для пешехода. Описание принципа работы. Алгоритм управления.

Практическая работа №12 «Светофор»

Создание моделей светофора. Создание программ управления работой различных моделей светофора.

Цветовая модель

Теоретический материал

Цветовые модели. Аддитивная цветовая модель. RGB-куб. Смешение цветов (синтез). Широтно-импульсная модуляция (PWM). Создание схемы для модели «Декоративный светильник». Цикл со счётчиком.

Практическая работа №13 «Декоративный светильник»

Создание модели декоративного светильника, на основе RGB- светодиода. Программное управление работой светильника. Изучение аддитивной цветовой модели и синтеза цветов.

Двоичное кодирование

Теоретический материал

Кодирование информации. Двоичное кодирование. Кодирование информации с помощью светодиодов.

Практическая работа №14 «Двоичное кодирование»

Создание кодовой таблицы, используя последовательность светодиодов и кодового табло из светодиодов. Программное управление передачей закодированного сообщения.

Потенциометр

Теоретический материал

Реостат. Потенциометр. Делитель электрического напряжения. Подстроечный резистор. Аналоговый и цифровой вход/выход на микроконтроллере. Проблема соответствия шкал. Пропорциональный перенос значений.

Практическая работа №15 «Регулятор»

Использование потенциометра для управления временем мигания светодиода.

Последовательный интерфейс обмена данными

Теоретический материал

Связь микроконтроллера Arduino с компьютером или другими устройствами, поддерживающими последовательный интерфейс обмена данными. Встроенный монитор последовательного интерфейса. Скорость связи. Функции обмена данными.

Практическая работа №16 «Монитор последовательного интерфейса» Мониторинг цифровых показаний с потенциометра с помощью монитора последовательного интерфейса.

Фоторезисторы

Теоретический материал

Переменные резисторы. Фоторезистор. Применение.

Практическая работа №17 «Фоторезистор»

Мониторинг цифровых показаний с фоторезистора с помощью монитора последовательного интерфейса. Поиск коэффициента перевода сопротивления фоторезистора в цифровой код. Схема управления включением светодиода в зависимости от окружающей освещённости. Изучение модели системы управления автоматическим включением/выключением освещения.

Пьезокерамические излучатели

Теоретический материал

Звук. Громкоговорители. Пьезоэлектрический эффект. Пьезокерамические излучатели (пьезоизлучатели). Генерирование звука на пьезоизлучателе. Таблица соответствия частоты и нот. Последовательность нот как массив элементов. Массивы.

Практическая работа №18 «Воспроизведение звуков»

Изучение соответствия нот и частот. Изучение работы прототипа музыкальной открытки (шкатулки).

Кнопки

Теоретический материал

Интерфейс человек-машина. Миниатюрное механическое устройство для передачи сигнала (ввода информации). Пример подключения кнопки к контроллеру Arduino. Функции связи микроконтроллера с компьютером. Счётчик нажатий на кнопку. Азбука Морзе. Проблема дребезга контактов. Функции связи микроконтроллера Arduino с компьютером Практическая работа №19 «Управляющие кнопки»

Подключения управляющей кнопки к микроконтроллеру. Счётчик нажатий на кнопку. Изучение и программное решение проблемы дребезга контактов. Изучение системы ввода информации, использующей всего 2 кнопки.

Тензорезистор

Теоретический материал

Датчики давления. Тензорезистор. Принцип действия, применение. Тензостанция.

Практическая работа №20 «Цифровой силомер»

Контроль показаний тензодатчика и управление светодиодами, в зависимости от показаний. Создание модели цифрового силомера (в зависимости от силы нажатия на датчик загораются несколько светодиодов).

Сервоприводы Теоретический материал

Сервоприводы. Состав. Рулевая машинка (сервомашинка). Характеристики. Применение.

Практическая работа №21 «Управление сервоприводом»

Практическая работа по использованию функции для поворота мотора от 0 до 180° и наоборот. Создание модели пульта управления краном погрузчика (используя кнопки и сервомоторы).

Датчик Холла

Теоретический материал

Датчики магнитного поля. Эффект Холла. Датчик Холла. Применение. Системы защиты и контроля. Система контроля открытия дверей.

Практическая работа №22 «Датчик Холла»

Программный контроль состояния датчика Холла. Создание модели системы контроля открытия/закрытия дверей.

Управление мощной нагрузкой

Теоретический материал

Электродвигатели постоянного тока. Способы управления мощной нагрузкой. MOSFET-транзистор. Управление электродвигателем.

Практическая работа №23 «Модель вентилятора»

Создание различных моделей вентилятора (автоматическое управление; управление с помощью кнопок, потенциометра).

Датчики температуры

Теоретический материал

Единицы измерения температуры. Датчики температуры. Цифровые датчики. Интерфейс 1-Wire. Схема подключения датчика к Arduino.

Практическая работа №24 «Пожарная сигнализация»

Программный контроль температурного режима. Создание модели пожарной сигнализации.

Жидкокристаллический дисплей

Теоретический материал

Жидкокристаллический дисплей (LCD). Характеристики. Подключение символьного дисплея к микроконтроллеру. Основные команды для вывода информации на экран дисплея.

Практическая работа №25 «Работа с ЖК дисплеем»

Работа с символьным жидкокристаллическим дисплеем. Вывод информации на экран дисплея. Бегущая текстовая строка. Создание пользовательских символов.

Структурное программирование

Теоретический материал

Композиция. Альтернатива. Итерация. Использование задач из школьного курса информатики на линейные, условные и циклические алгоритмы в системах автоматического управления. Работа со строковыми переменными.

Практическая работа №26 «Строковые переменные»

Реализация классических алгоритмов работы со строковыми переменными (палиндром, счастливый билет).

Тема 4. «Технические инновации» (8 ч)

Творчество и инновации

Теоретический материал

Творчество в технике. Инновация — что это? Как рассказать о своём изобретении. Проект — что это? Презентация проекта. Размещение информации в сети Интернет. Программное обеспечение Fritzing для быстрой разработки электрических схем на основе электронных компонентов и микроконтроллера Arduino.

Практическая работа №27 «Компьютерное моделирование»

Изучение компьютерной программы Fritzing для создания принципиальных электрических схем и их визуализации.

Проект «Цифровые часы»

Практическая работа

Создать прототип цифровых часов с функцией будильника.

Проект «Велосипедный спидометр»

Практическая работа

Создать физическую модель описывающую принципы работы велосипедных спидометров.

Проект «Цифровая метеостанция»

Практическая работа

Используя различные датчики, создать прототип цифровой метеостанции.

Проект «Управляемый светофор»

Практическая работа

Создание модели управляемого светофора.

Литература

- Катцен С. PIC-микроконтроллеры. Все, что вам необходимо знать/ пер. с англ. Евстифеева А.В. — М.: Додэка-XXI, 2008- 656 с.
- Кравченко А.В. 10 практических устройств на AVR-микроконтроллерах. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», К. «МК-Пресс», 2008. — 224с.
- Голубцов М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. — М.: СО ЛОН-Пресс, 2003. — 288с.
- Тавернье К. PIC-микроконтроллеры. Практика применения/ пер.с фр. — М.: ДМК Пресс, 2004. — 272с.
- Микушин А.В. Занимательно о микроконтроллерах. — СПб.: БХВ- Петербург, 2006. — 432с.
- Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто! Т.1. — М.: ООО «ИД Скимен», 2002. — 336с.
- Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто! Т.2. — М.: ООО «ИД Скимен», 2002. — 392с.
- Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто! Т.3. — М.: ООО «ИД Скимен», 2003. — 224с.
- Суэмацу Ё. Микрокомпьютерные системы управления. Первое знакомство. / Пер. с яп; под ред. Ёсифуми Амэмия. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2002. — 226с.
- Ревич Ю.В. Занимательная микроэлектроника. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 592с.
- Эванс Б. Arduino блокнот программиста /пер. с англ. В.Н.Гололобов (электронная книга).
- Для учащихся:**
- Копосов Д. Г. Первый шаг в робототехнику: практикум для 5–6 классов. М: БИНОМ. Лаборатория знаний. — 2012. — 284 с.
- Копосов Д. Г. Первый шаг в робототехнику: рабочая тетрадь для 5–6 классов. М: БИНОМ. Лаборатория знаний. — 2012. — 88 с.
- Ревич Ю.В. Занимательная микроэлектроника. – Спб.: БХВ-Петербург, 2007. – 592с.
- Эванс Б. Arduino блокнот программиста /пер. с англ. В.Н.Гололобов (электронная книга).
- Веб-ресурсы:**
- <http://www.arduino.cc> . Официальный сайт производителя.
- <http://www.arduino.ru> . Русская версия официального сайта.
- <http://wiki.amperka.ru> . Теоретические основы схемотехники.
- <http://robocraft.ru> . Информационный портал калининградской команды RoboCraft в области робототехники.
- <http://www.freduino.ru> . Сайт ООО «Микромодульные технологии», выпускающего аналог Arduino.

Опубликовано 25.07.17 в 16:11 в группе [«Всероссийские и международные конкурсы для учителей»](#)