

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Стодолиценская средняя школа**

Принято:
протокол заседания
педагогического совета
№1 от 31.08.2023 г.

Утверждаю:
директор школы:
_____ В.А. Скобляков
Приказ №323а от 31.08.2023 г.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
естественно - научной направленности**

«ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ»

Программа реализуется в Центре образования естественно - научного и
технологического профилей «Точка роста»

Возраст обучающихся: 11-15 лет
Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:
Тимошенков Денис Витальевич

п. Стодолице, 2023 г.

Общеобразовательная программа дополнительного образования детей естественно-научной направленности разработана на основе следующих нормативно-правовых документов:

- закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ;
- об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (Приказ Минпросвещения РФ от 9 ноября 2018 г. № 196);
- СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 4 июля 2014 г. № 41);
- концепция развития дополнительного образования детей (Распоряжение правительства РФ от 4 сентября 2014 г. № 1726-р);
- методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (Письмо Минобрнауки России «О направлении информации» от 18 ноября 2015 г. N 09- 3242);
- учебного плана МБОУ Стодолиценской СШ на 2023/2024 учебный год.

Уровень освоения – общеинтеллектуальный

Объем программы: 102ч

Форма организации образовательного процесса: очная

Срок освоения: 1 год

Режим занятий: 2 занятия в неделю по 1 и 2 часа.

Адресат программы: обучающиеся 11-15 лет.

Программа ориентирована на учащихся 5-9 классов.

Цель: создание условий для формирования интереса к техническим видам творчества и развития конструктивного мышления средствами робототехники.

Задачи:

Обучающие:

познакомить с основными принципами механики: конструкции и механизмы для передачи и преобразования движения;

познакомить с основным элементами конструктора Lego и способами их соединения;

научить читать элементарные схемы, а также собирать модели по предложенным схемам и инструкциям.

Развивающие:

развивать образное мышление, конструкторские способности детей;

развивать умение довести решение задачи от проекта до работающей модели.

Воспитательные:

организовать занятость обучающихся во внеурочное время;

привить трудолюбие, аккуратность, самостоятельность, ответственность,

активность, стремление к достижению высоких результатов.

Отличительные особенности программы. Настоящий курс предлагает использование образовательных конструкторов Lego как инструмента для обучения

конструированию, моделированию и компьютерному управлению на уроках робототехники. Простота в построении модели в сочетании с большими конструктивными возможностями конструктора позволяют детям в конце занятия увидеть сделанную своими руками модель, которая выполняет поставленную ими же самими задачу.

Ожидаемые результаты

Личностные:

- устанавливать связь между целью учебной деятельности и ее мотивом;
- воспитание российской гражданской идентичности: патриотизма, уважения к Отечеству, осознания вклада отечественных учёных в развитие мировой науки;
- ответственное отношение к обучению, готовность и способность детей к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;
- осознанный выбор и построение дальнейшей индивидуальной траектории образования на базе ориентировки в мире профессий и профессиональных предпочтений с учётом устойчивых познавательных интересов, а также на основе формирования уважительного отношения к труду, развитие опыта участия в социально значимом труде;
- оценивать усваиваемое содержание учебноматериала исходя из личностных ценностей;
- ориентация на понимание причин успеха в творческой деятельности;
- устанавливать связь между целью деятельности и ее результатом.

Метапредметные:

Познавательные УУД

- ориентироваться в своей системе знаний (определять границы знания/незнания);
- находить ответы на вопросы в тексте, иллюстрациях, используя свой жизненный опыт;
- проводить анализ учебного материала;
- проводить сравнение, объясняя критерии сравнения;
- уметь определять уровень усвоения учебного материала.

Регулятивные УУД

- определять и формулировать цель своей деятельности;
- формулировать учебные задачи;
- работать по предложенному плану, инструкции;
- высказывать свое предположение на основе учебного материала;
- осуществлять итоговый и пошаговый контроль в своей творческой деятельности;
- вносить необходимые коррективы в действие после его завершения на основе оценки в характере сделанных ошибок;
- умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации;
- осуществлять поиск информации с использованием литературы и сети Интернет.

Коммуникативные УУД

- слушать и понимать речь других;
- уметь с достаточной полнотой и точностью выразить свои мысли;
- владеть диалогической формой речи в соответствии с грамматическими и синтаксическими нормами родного языка;
- сотрудничать и оказывать взаимопомощь, доброжелательно и уважительно строить свое общение со сверстниками и взрослыми;
- формировать собственное мнение и позицию.

Предметные:

- знать общенаучные и технические термины, теоретические основы создания электронных устройств и робототехнического оборудования;
- знать элементную базу, при помощи которой собирается устройство;
- порядок взаимодействия механических узлов аппаратов с электронными и оптическими

устройствами;

- осознание значения технической грамотности для повседневной жизни человека;
- знать правила техники безопасности при работе с инструментом и электрическими приборами;
- развитие умений работы с электрическими схемами, конструирование некоторых моделей роботов; проводить сборку на базе конструктора «Эвольвектор»;
- умение читать и анализировать даташиты и другие описания технических модулей, устройств и микросхем;
- формирование умения применять классические функции роботов в нестандартном назначении; обрабатывать полученные изображения в панорамные снимки или туры;
- читать и анализировать данные;
- работать с источниками информации (инструкции, литература, Интернет и др.);
- выступать с творческими проектами на конкурсных мероприятиях различного уровня.

Критерии и способы определения результативности

Входной мониторинг проводится на первых занятиях при помощи педагогического наблюдения, опросов, выполнения учащимися диагностических заданий. Это позволяет определить первоначальную подготовку детей и внести корректировку в планирование образовательного процесса. Для отслеживания теоретической подготовки применяются опросные методы. Для отслеживания результатов практической деятельности применяется метод наблюдения и индивидуального контроля.

Результативность отслеживается методом анализа практических и творческих работ, результатов тестирования, участия в мероприятиях (викторинах, выставках, олимпиадах).

Формы подведения итогов реализации программы

По разделам обучения форма подведения итогов - участие детей в робототехнических соревнованиях различного уровня; создание творческих проектов для участия в конкурсах проектов и др.

В конце учебного года проводится анализ качества данной программы (содержания и организационных моментов) и по необходимости проводится коррекция программы.

№ п/п	Наименование раздела, темы	Всего часов	Теория	Практика (интерактивные занятия)	Формы аттестации (контроля)
1	Введение в робототехнику	2	1	1	Демонстрация подключенного к Ардуино светодиода
2.	Основы электротехники	18	12	6	Сборка цепи по заданной схеме
3.	Алгоритм. Программа. Основы языка С	5	2	3	Демонстрация сделанного светофора
4.	Аналоговые и цифровые сигналы, датчики	12	4	8	Демонстрация подключения ребенком 1 датчика освещенности, 1 датчика расстояния и 1 сервомотора
5.	Транзисторный ключ	4	2	2	Демонстрация работы транзистора в режиме ключа. Переключение реле

6.	Индикаторы и дисплеи	3	1	2	
7.	Управление двигателем постоянного тока с Arduino с помощью драйвера	8	2	6	Демонстрация работы двигателя от драйвера с управлением по Ардуино.
8.	Схемы электрического питания	4	2	2	Испытание изготовленного ребенком зарядного устройства на сотовом телефоне преподавателя
9.	Соединение с компьютером	3	2	1	Мини-отчет ребенка по разработанной модели шасси для робота
10.	Сборка шасси робота, его механика и электроника. Езда вперед-назад-влево-вправо	3		3	Заезды шасси
11.	Автоматизированные системы управления	8	5	3	Демонстрация движения робота в соответствии с показаниями датчиков
12.	Следователь по линии	4	1	3	Демонстрация езды по извилистой черной линии
13.	Робот, ориентирующийся в пространстве	6	1	5	Заезд шасси с датчиком расстояния
14.	Управление роботом от первого лица	4	2	2	Результат управления через сервер
15.	Сборка итогового проекта	24	8	16	Демонстрация созданных проектов
16.	Итого	108	45	63	

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ.

Тема 1. «Введение» (2 часа).

Теория (1 час): Введение в робототехнику. Роботы. Введение в историю робототехники. Микроконтроллер. Плата Ардуино. Основы программирования в Arduino.

Практика (1 час): Управление светодиодом с Arduino. Мигание светодиодом, изменение времени его включения/выключения, управление им по программе

Тема 2. «Основы электротехники» (18 часов).

Теория (12 часов): Ток и напряжение. Электрический ток. Проводники. Полупроводники. Диэлектрики. Разность потенциалов. Напряжение. Сила тока. Единицы измерения. Обозначение. «Земля». Электродвижущая сила. Источники питания. Обозначения на схеме. Энергия. Мощность. **Резисторы.** 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. **Светодиоды.** Диод. Электроды. Анод. Катод. Полупроводниковые диоды. P-p 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). **Измерение электрических величин.** Вольтметр, амперметр и омметр. Мультиметр. Аналоговые и цифровые мультиметры. Разрядность цифрового мультиметра. Основные режимы измерений. Дополнительные функции. **Делитель напряжения.** 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. **Конденсаторы.** 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.

Практика (6 часов): Создание простых электрических цепей из основных компонентов. Схема работы электрического звонка. Чтение маркировки резисторов. Создание простейших электрических цепей, содержащих резисторы. Параллельное и последовательное соединение резисторов. Электрические схемы с токоограничивающим, стягивающим и подтягивающим резисторами. Изучение работы диодов в электрической цепи. Создание электрических схем со светодиодами. Последовательное соединение светодиодов. Вычисление сопротивления токоограничивающего резистора для светодиода. 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. Создание простейшей схемы с делителем напряжения. Расчёт электрических параметров цепи. Применения керамических конденсаторов при создании схем с использованием микроконтроллера Arduino. Изучение электрических цепей с фильтрующим и резервным конденсаторами. Построение графика изменения напряжения.

Тема 3. «Алгоритм. Программа. Основы языка C» (5 часов).

Теория (2 час): Понятия программы и алгоритма. Условия, циклы, функции. **Среда разработки приложений.** Среда разработки приложений для микроконтроллера Arduino. Язык C/C++. Структура программы. Операторные скобки. Константы. Комментарии. Управление цифровым входом/выходом. Случайные числа. Переменные. Присваивание. Арифметические операции и математические функции. Условный оператор. Операторы сравнения. Циклы. Кодирование информации. Двоичное кодирование. Кодирование информации с помощью светодиодов.

Практика (3 час): Разработка алгоритма функционирования светофора на разноцветных светодиодах. 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. Управление включением/выключением светодиодов, подключённых к Arduino. Создание и контроль счётчиков включений светодиодов. Создание кодовой таблицы, используя последовательность светодиодов и кодового табло из светодиодов. Программное управление передачей закодированного сообщения.

Тема 4. «Аналоговые и цифровые сигналы, датчики» (12 часов).

Теория(4 часа). Что такое сигналы. Какие виды сигналов существуют. Устройство аппаратной платформы Arduino: Atmega 328 и FT232.. Изменение яркости светодиода с помощью широтно-импульсной модуляции с помощью функций delay() и analogWrite(). Управление RGB-светодиодом. Создание генератора цветов радуги с помощью Ардуино, потенциометра и RGB-светодиода. Переменные резисторы. Фоторезистор. Применение. Звук. Громкоговорители. Пьезоэлектрический эффект. Пьезокерамические излучатели (пьезоизлучатели). Генерирование звука на пьезоизлучателе. Таблица соответствия частоты и нот. Последовательность нот как массив элементов. Массивы. 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. Датчики давления. Тензорезистор. Принцип действия, применение. Тензостанция. Датчики магнитного поля. Эффект Холла. Датчик Холла. Применение. Системы защиты и контроля. Система контроля открытия дверей. Единицы измерения температуры. Датчики температуры. Цифровые датчики. Интерфейс 1-Wire. Схема подключения датчика к Arduino.

Практика (8 часов). Работа с цифровыми и аналоговыми сигналами на примере датчиков освещенности и расстояния. Подключение сервомотора. Управление углом поворота сервомотора в зависимости от значения, полученного с датчика расстояния. 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. Изучение соответствия нот и частот. Изучение работы прототипа музыкальной открытки (шкатулки). Подключения управляющей кнопки к микроконтроллеру. Счётчик нажатий на кнопку. Изучение и программное решение проблемы дребезга контактов. Изучение системы ввода информации, использующей всего 2 кнопки. Контроль показаний тензодатчика и управление светодиодами, в зависимости от показаний. Создание модели цифрового силомера (в зависимости от силы нажатия на датчик загораются несколько светодиодов). Программный контроль состояния датчика Холла. Создание модели системы контроля открытия/закрытия дверей. Программный контроль температурного режима. Создание модели пожарной сигнализации.

Тема 5. «Индикаторы и дисплеи» (4 часа).

Теория(2 часа). Цветовая модель. Цветовые модели. Аддитивная цветовая модель. RGB-куб. Смешение цветов (синтез). Широтно-импульсная модуляция (PWM). Создание схемы для модели «Декоративный светильник». Цикл со счётчиком. Жидкокристаллический дисплей (LCD). Характеристики. Подключение символьного дисплея к микроконтроллеру. Основные команды для вывода информации на экран дисплея. Семисегментный индикатор.

Практика (2 часа). Создание модели декоративного светильника, на основе RGB-светодиода. Программное управление работой светильника. Изучение аддитивной цветовой модели и синтеза цветов. Работа с символьным жидкокристаллическим дисплеем. Вывод информации на экран дисплея. Бегущая текстовая строка. Вывод показаний на семисегментный индикатор.

Тема 6. «Транзисторный ключ» (3 часа).

Теория (1 час). Общие представления о биполярном и полевом транзисторах. Транзистор в режиме ключа. Управление двигателем с помощью транзистора, а также с помощью реле.

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.

Практика (2 часа). Управление двигателем постоянного тока с помощью транзисторного ключа. А затем с помощью реле. Изучение работы полевого транзистора при управлении работой электромотора. Создание схемы.

Тема 7. «Управление двигателем постоянного тока с Arduino с помощью драйвера» (8 часов).

Теория (2 часа). Двигатель постоянного тока. Конструкция и принцип работы. Транзисторный мост Н-типа. Драйвер двигателей. Сервоприводы. Состав. Рулевая машинка (сервомашинка). Характеристики. Применение. Электродвигатели постоянного тока. Способы управления мощной нагрузкой. MOSFET-транзистор. Управление электродвигателем.

Практика (6 часов). Подключение мотора постоянного тока к Arduino. Практическая работа по использованию функции для поворота мотора от 0 до 180° и наоборот. Создание модели пульта управления краном погрузчика (используя кнопки и сервомоторы). Создание различных моделей вентилятора (автоматическое управление; управление с помощью кнопок, потенциометра).

Тема 8. «Схемы электрического питания» (4 часа).

Теория (2 часа). Почему важно использовать не только элементы питания, но и дополнительные схемы к ним. Закон Ома. Схемы питания. Сложение напряжений и увеличение тока. Понижающие и повышающие преобразователи напряжения.

Практика (2 часа). Изготовления зарядного устройства для сотового телефона.

Тема 9. «Соединение с компьютером» (3 часа).

Теория (2 часа). Bluetooth модуль. WiFi модуль. Пара приемника и передатчика на 433 МГц. Как подключать Bluetooth модуль и управлять роботом с сотового телефона. Связь микроконтроллера Arduino с компьютером или другими устройствами, поддерживающими последовательный интерфейс обмена данными. Встроенный монитор последовательного интерфейса. Скорость связи. Функции обмена данными.

Практика (1 час). Создание и тестирование робота, управляемого с сотового телефона. Мониторинг цифровых показаний с потенциометра с помощью монитора последовательного интерфейса.

Тема 10. «Сборка шасси робота, его механика и электроника. Езда вперед-назад-влево-вправо» (3 часа).

Практика (3 часа). Установка моторов на шасси. Подключение моторов к драйверу двигателей. Написание программы для движения робота вперед, назад, влево и вправо. Алгоритмы перемещения робота по квадрату, кругу и треугольнику.

Тема 11. «Автоматизированные системы управления» (8 часов).

Теория (5 часов). Условный оператор. Полное и неполное условие. Вложенные циклы. Управление и алгоритмы. Открытые и закрытые системы управления. Модель светофора для пешехода. Описание принципа работы. Алгоритм управления. Композиция. Альтернатива. Итерация. Использование задач из школьного курса информатики на

линейные, условные и циклические алгоритмы в системах автоматического управления. Работа со строковыми переменными.

Практика (3 часа). Создание и тестирование алгоритма работы устройства с несколькими датчиками работающего полностью на основе их показаний. Создание моделей светофора. Создание программ управления работой различных моделей светофора. Реализация классических алгоритмов работы со строковыми переменными (палиндром, счастливый билет).

Тема 12. «Следователь по линии» (4 часа).

Теория (1 час). Алгоритм движения по линии по двум датчикам линии. Кубический алгоритм. Возможность накопления ошибки и оценки скорости ее изменения.

Практика (3 часа). Создание и тестирование следователя по линии.

Тема 13. «Робот, ориентирующийся в пространстве» (6 часов).

Теория (1 час). Разработка алгоритмов ориентации в пространстве по датчику расстояния.

Практика (5 часов) Сборка и испытание робота избегающего препятствия.

Тема 14. «Управление роботом от первого лица» (4 часа).

Теория (2 часа). Управление роботом с помощью программы RoboCam. Создание сервера и подключение к нему с помощью клиента.

Практика (2 часа). Управление роботом с помощью программы RoboCam. Создание сервера и подключение к нему с помощью клиента.

Тема 15. «Проектная деятельность. Доработка идеи ученика до стадии макетного образца» (24 часа).

Теория (8 часов). Примеры реальных стартап-проектов. Пути их развития. Этапы работ. Основы командной деятельности. Примеры современных роботов и решаемых проектов. Теоретическая индивидуальная помощь в необходимых вопросах.

Практика (16 часов). Работа над придуманным вариантом относительно быстрого и несложного стартапа. Разработка идеи проекта. Обозначение функционала робота. Поиск необходимой компонентной базы, модулей и датчиков. Сборка прототипа робота. Отладка робота. Демонстрация робота.

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Введение в робототехнику	2
2	Основы электротехники	18
3	Алгоритм. Программа. Основы языка С	5
4	Аналоговые и цифровые сигналы, датчики	12

5	Транзисторный ключ	4
6	Индикаторы и дисплеи	3
7	Управление двигателем постоянного тока с Arduino с помощью драйвера	8
8	Схемы электрического питания	4
9	Соединение с компьютером	3
10	Сборка шасси робота, его механика и электроника. Езда вперед-назад-влево-вправо	3
11	Автоматизированные системы управления	8
12	Следователь по линии	4
13	Робот, ориентирующийся в пространстве	6
14	Управление роботом от первого лица	4
15	Сборка курсового проекта	24

Список литературы

1. Катцен С. PIC-микроконтроллеры. Все, что вам необходимо знать/ пер. с англ. Евстифеева А.В. — М.: Додэка-XXI, 2008- 656 с.
2. Кравченко А.В. 10 практических устройств на AVR-микроконтроллерах. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», К. «МК-Пресс», 2008. — 224с.
3. Голубцов М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. — М.: СО ЛОН-Пресс, 2003. — 288с.
4. Тавернье К. PIC-микроконтроллеры. Практика применения/ пер.с фр. — М.: ДМК Пресс, 2004. — 272с.
5. Микушин А.В. Занимательно о микроконтроллерах. — СПб.: БХВ- Петербург, 2006. — 432с.
6. Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто! Т.1. — М.: ООО «ИД Скимен», 2002. — 336с.
7. Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто! Т.2. — М.: ООО «ИД Скимен», 2002. — 392с.
8. Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто! Т.3. — М.: ООО «ИД Скимен», 2003. — 224с.
9. Суэмацу Ё. Микрокомпьютерные системы управления. Первое знакомство. / Пер. с яп; под ред. Ёсифуми Амэмия. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2002. — 226с.
10. Ревич Ю.В. Занимательная микроэлектроника. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 592с.
11. Эванс Б. Arduino блокнот программиста /пер. с англ. В.Н.Гололобов (электронная книга).

Для детей:

1. Копосов Д. Г. Первый шаг в робототехнику: практикум для 5–6 классов. М: БИНОМ. Лаборатория знаний. — 2012. — 284 с.
2. Копосов Д. Г. Первый шаг в робототехнику: рабочая тетрадь для 5–6 классов. М: БИНОМ. Лаборатория знаний. — 2012. — 88 с.
3. Ревич Ю.В. Занимательная микроэлектроника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 592с.
4. Эванс Б. Arduino блокнот программиста /пер. с англ. В.Н.Гололобов (электронная книга).

Веб-ресурсы:

1. <http://www.arduino.cc>. Официальный сайт производителя.
2. <http://www.arduino.ru>. Русская версия официального сайта.
3. <http://wiki.amperka.ru>. Теоретические основы схемотехники.
4. <http://www.freeduino.ru>. Сайт ООО «Микромодульные технологии», выпускающего аналог Arduino.