

Дополнительная общеразвивающая программа

«Проектирование электронных устройств на основе микроконтроллерных плат»

*(наименование программы)*

техническая

*(направленность)*

12-15 лет

*(возраст детей)*

1 год

*(срок реализации)*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Программу составил (а):Малинина Екатерина Геннадьевна *(ФИО)*педагог дополнительного образования *(должность)* |

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Образовательная программа «Проектирование электронных устройств на основе микроконтроллерных плат» имеет **техническую направленность** и ориентирована на научно-техническую подготовку подростков, формирование творческого технического мышления, профессиональной ориентации обучающихся.

**Новизна, актуальность, педагогическая целесообразность, практическая значимость образовательной программы**

 Сегодня Россия стоит на пороге эволюционного перехода от индустриальной экономики к инновационной экономике знаний. В связи с этим назрела острая необходимость решения кадровых проблем модернизации страны путем воспитания нового поколения исследователей, разработчиков и рабочих для высокотехнологических отраслей. Важными приоритетами социально-экономической политики сегодня становятся привлечение детей и молодёжи в научно-техническую сферу профессиональной деятельности и повышение престижа научно-технических профессий – от рабочих до инженеров и от изобретателей до инноваторов.

Переход экономики России на 5-й, 6-й экономический уклад предполагает широкое использование наукоемких технологий и оборудования с высоким уровнем автоматизации. Все современные технологические процессы связаны с электронными технологиями, которые будут и в дальнейшем развиваться и совершенствоваться.

Обучение робототехнике на основе образовательной линейки лего имеет ряд неоспоримых преимуществ. Использование робтотехнических конструкторов лего дает возможность развития у учащегося инженерного мышления, формирует навыки конструирования и программирования. Для начального этапа введения в основы проектирования робототехнических систем учебные возможности лего являются удачным решением. Робототехника - это прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем, которая вбирает в себя научные знания из электроники, механики и программирования. Использование готовых деталей конструкторов лего не позволяет сформировать у учащихся знания и навыки в области электроники. Образовательная программа «Проектирование электронных устройств на основе микроконтроллерных плат» восполняет этот пробел и позволяет расширить возможности конструирования автоматизированных и робототехнических систем, приближая их к реальным моделям. Образовательная программа является самостоятельным образовательным блоком многоуровневой модели непрерывного инженерного образования, реализуемой в МБУ ДО ДЮЦ г. Гурьевска и логическим продолжением курса «Основы робототехники». Программа носит ознакомительный характер. Предметом изучения являются принципы и методы разработки, конструирования и программирования электронных автоматизированных и робототехнических систем на базе микроконтроллерной платы Arduino или её клона. Arduino — это аппаратная вычислительная платформа, основными компонентами которой являются простая плата ввода-вывода и среда разработки на языке Processing/Wiring.

**Целесообразность изучения данного курса определяется:**

* возможностью продолжить обучение в области робототехники для учащихся старших классов;
* расширением возможностей для проектной и исследовательской деятельности учащихся в различных предметных областях;
* возможностью развить и применить на практике знания, полученные в школе на уроках информатики, физики, математики;

**Отличительной особенностью** образовательной программы от уже существующих является включение в содержание раздела «Основы робототехники на платформе Arduino».

**Ключевые понятия образовательной программы (этого раздела не было раньше в пояснительной записке, общие понятия можно скопировать)**

В образовательной программе используются следующие термины и понятия:

**Общие термины:**

**Дополнительная общеобразовательная программа –** документ, определяющий содержание дополнительного образования. К дополнительным образовательным программам относятся: дополнительные общеразвивающие программы, дополнительные предпрофессиональные программы (Ст.12 п.4 ФЗ-273 «Об образовании в РФ»).

**Учебный план** – документ, который определяет перечень, последовательность и распределение по периодам обучения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности и, если иное не установлено настоящим Федеральным законом, формы промежуточной аттестации обучающихся.

**Рабочая программа –** часть образовательной программы, определяющий объем, содержание и порядок реализации дополнительных общеобразовательных программ.

**Учащиеся** – лица, осваивающие образовательные программы начального общего, основного общего или среднего общего образования, дополнительные общеобразовательные программы;

**Средства обучения и воспитания** – приборы, оборудование, включая спортивное оборудование и инвентарь, инструменты (в том числе музыкальные), учебно-наглядные пособия, компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства, печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы и иные материальные объекты, необходимые для организации образовательной деятельности

**Специальные термины:**

**Микроконтроллер -** Микроконтро́ллер (англ. Micro Controller Unit, MCU) — микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. Отличается от микропроцессора интегрированными в микросхему устройствами ввода-вывода, таймерами и другими периферийными устройствами.

**Устройство ввода-вывода** - устройство для взаимодействия между обработчиком информации (например, компьютер) и внешним миром, который может представлять как человек, так и любая другая система обработки информации. Ввод — сигнал или данные, полученные системой, а вывод — сигнал или данные, посланные ею (или из неё). Устройства ввода-вывода используются человеком (или другой системой) для взаимодействия с компьютером. Например, клавиатуры и мыши — специально разработанные компьютерные устройства ввода, а мониторы и принтеры — компьютерные устройства вывода. Устройства для взаимодействия между компьютерами, как модемы и сетевые карты, обычно служат устройствами ввода и вывода одновременно.

**Алгоритм** - набор [инструкций](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_%28%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%29), описывающих порядок действий исполнителя для достижения результата [решения задачи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87) за конечное число действий, при любом наборе исходных данных.

**САПР** - система автоматизированного проектирования. Здесь понимается как прикладное программное обеспечение для осуществления проектной деятельности.

**Макетная плата** - универсальная [печатная плата](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%B0) для сборки и моделирования [прототипов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) [электронных устройств](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0) без пайки.

**Электронные компоненты** - составляющие части электронных схем, радиодетали.

**Принципиальная схема** - [графическое изображение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0) ([модель](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C)), служащее для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений ([пиктограмм](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0)) связей между элементами электронного

 ( [электрического) устройства](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80).

**Цель:**

Познакомить учащихся с принципами разработки электронных автоматизированных и робототехнических систем на базе микроконтроллерной платы Arduino (и/или ее клона)

 **Задачи:**

***Обучающие:***

* Обучить принципам работы с радиоэлектронными компонентами;
* Обучить принципам сборки схем на макетных платах;
* Сформировать навыки чтения принципиальных схем;
* Обучить принципам работы с измерительными приборами;
* Обучить принципам работы с аналоговыми и цифровыми датчиками, исполнительными устройствами;
* Обучить основам программирования в среде Arduino IDE;
* Обучить базовым алгоритмами движения и ориентации робота в пространстве;

***Развивающие:***

* Развивать коммуникативные навыки, умение работать в команде;
* Развивать активное творческое мышление;
* Развивать познавательную активность учащихся посредством включение в проектную деятельность;
* Развивать интерес учащихся к различным областям электроники, программирования и роботостроения;

***Воспитательные:***

* Воспитывать творческую, целеустремленную, социально активную личность;
* Воспитывать самостоятельность, умение ставить цели и достигать их;
* Воспитывать уважительное отношение к достижениям отечественной науки и инженерной мысли, патриотизм;

**Принципы отбора содержания образовательной программы** Программа носит практико-ориентированный характер. В первом полугодии учащиеся собирают электронные устройства на макетной плате и в ходе выполнения проекта знакомятся с основами радиоэлектроники и программирования. Задания сформированы по принципу «от простого к сложному», каждый проект предполагает базовый и углубленный уровень освоения. Базовый уровень предполагает выполнение задания строго по образцу. Углубленный уровень предусматривает выполнение дополнительных творческих заданий к проекту. Во втором полугодии предполагается знакомство с основами робототехники на базе Arduino. Учащиеся собирают роботехнические системы, используя готовые двухмоторные платформы, датчики, платы расширения, осваивают базовые алгоритмы движения роботов по траектории, объезд препятствий, решают задачи ориентации робота в пространстве, задачи обмена и передачи данных.

 Для учащихся, проявляющих стойкий интерес к предмету, возможно формирование индивидуального образовательного маршрута, включающий самоподготовку, индивидуальные консультации посредством электронной почты, подготовку к участию в соревнованиях по робототехнике в направлении “Hello, robot, Arduino”, “Роботраффик», областной выставке НТТМ.

 Сложность практических заданий соответствует возрастным особенностям учащихся. Кроме того, образовательная программа позволяет использовать на практике знания, полученные учащимися в общеобразовательной организации по предметам физика, информатика, технология в 7-9 классах.

**Межпредметные связи**

В образовательной программе реализуется связь между следующими школьными предметными областями:

Информатика: развитие алгоритмического мышления, формирование навыков разработки алгоритмов и программ;

Физика: применяются теоретические знания из раздела «Электротехника»;

Технология: формирование навыков использования измерительного, паяльного оборудования;

Математика: применяются навыки устного счета;

Использование Arduino в образовательном процессе вследствие доступности широкого перечня комплектующих, электронных компонентов открывает неограниченные возможности для проектной и исследовательской деятельности учащихся в различных предметных областях.



**Формы организации учебного процесса.**

Основной **формой обучения** является практическая работа, которая выполняется малыми группами (2-3 человека).

Используются также различные методы обучения:

* словесный(рассказ, беседа, лекция);
* наглядный (показ, демонстрация, экскурсия);
* практический (работа над чертежом, эскизом, созданием модели, макета);
* исследовательский (самостоятельный поиск эскизов, чертежей для разработки моделей, макетов).
* репродуктивный метод (деятельность обучаемых носит алгоритмический характер, т.е. выполняется по инструкциям, предписаниям, правилам в аналогичных, сходных с показанным образцом ситуациях);
* объяснительно-иллюстративный метод;
* метод проблемного изложения материала;
* частично-поисковый.

**Возраст детей**

Образовательная программа рассчитана на детей **12-15 лет.**

**Условия набора**

Набор учащихся осуществляется на бесконкурсной основе, в объединение принимаются все желающие.

**Прогнозируемые результаты**

По окончанию обучения учащиеся будут знать и уметь:

* Уметь читать принципиальные схемы;
* Уметь чертить электронные схемы в САПР;
* Уметь собирать электронные схемы на макетных платах;
* Уметь использовать в работе измерительные приборы;
* Уметь находить и устранять ошибки в схеме;
* Знать основные законы электричества;
* Знать технические характеристики основных электронных компонентов;
* Знать и уметь использовать в работе цифровые и аналоговые датчики, исполнительные устройства;
* Знать основы программирования в среде Arduino IDE;
* Знать базовые алгоритмы движения и ориентации робота в пространстве;

**Воспитательные результаты освоения программы:**

 Основным воспитательным результатом является самостоятельная, творчески и социально активная личность, ориентирующаяся в современном мире, умеющая планировать свою деятельность, доводить начатое дело до конца. Личность, знающая и уважающая историю и достижения отечественной инженерной мысли.

**Механизм оценивания образовательных результатов**

Контроль уровня освоения материала учащимися осуществляется по результатам выполнения практических заданий на каждом занятии, по результатам тестирования, завершающим теоретические разделы программы.

Критерии оценки качества выполнения практических заданий:

* Сборка и программирование электронного устройства осуществлена без ошибок в полном соответствии с инструкцией к заданию - хорошее освоение материала;
* Сборка и программирование электронного устройства осуществлена без ошибок в полном соответствии с инструкцией к заданию, выполнены дополнительные задания, предполагающие творческое решение учащимися поставленной задачи – отличное освоение.

Важным элементом механизма оценивания образовательных результатов является рейтинг творческой активности учащихся в конкурсах, выставках и иных мероприятиях различных уровней.

**Формы подведения итогов**

* по результатам конкурсных работ на муниципальной, областной выставке НТТМ;
* по результатам соревнований по робототехнике;

**Организационно-педагогические условия реализации программы**

Образовательный процесс осуществляется на основе учебного плана, рабочей программы и регламентируется расписанием занятий.

В качестве нормативно-правовых оснований проектирования данной программы выступает Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказ Министерства образования Российской Федерации от 29.08.2013 г. № 1008 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам», Устав учреждения, правила внутреннего распорядка обучающихся, локальные акты учреждения.

Для организации занятий необходим набор электронных компонентов (из расчета одного набора на группу в два человека), программное обеспечение (распространяется бесплатно), компьютер с выходом в сеть Интернет (один на группу в два человека), тренировочные поля, двухмоторные робототехнические платформы, сенсоры, платы расширения.

Образовательная программа обеспечена необходимыми методическими разработками, дидактическим материалом.

**Режим занятий**

Образовательная деятельность проводятся в течение всего календарного года, с 1 сентября по 31 августа, который делится на учебный период по общеразвивающей программе и летний период.

**Учебный период**

Начало учебного периода- 1 сентября

Окончание учебного периода – 31 мая

Учебный период состоит из аудиторных и внеаудиторных занятий.

-продолжительность аудиторные занятия – 36 недель

-продолжительность внеаудиторных занятий- 3 недели

**Летний период**:

Начало летнего периода – 1 июня;

Окончание летнего периода – 31 августа;

Летний период состоит из внеуадиторных занятий и самоподготовки.

-Продолжительность внеаудиторных занятий*–*7 недель;

 -Продолжительность самоподготовки-6 недель

 Комплектование в группы производится с 1 июня по 1 сентября текущего года для групп второго и последующих годов обучения,

и до 10 сентября – для первого года обучения.

Образовательная программа рассчитана на один год обучения. Возможны базовый и углубленный уровень прохождения программы. Базовый уровень рассчитан на 72 часа (36 аудиторных занятий), углубленный – на 144 часа (72 аудиторных занятия). Содержание углубленного варианта программы расширено за счет включение дополнительных часов на проектную деятельность, подготовку команд к участию в соревнованиях, фестивалях, конкурсах.

Общее количество часов, включая летний каникулярный период, составляет 104 часа.

Режим занятий, базовый уровень:

1 занятие в неделю. Продолжительность занятия – два академических часа с 10-минутным перерывом. Продолжительность академического часа – 45 минут.

Режим занятий. Углубленный уровень:

2 занятия в неделю. Продолжительность занятия – два академических часа с 10-минутным перерывом. Продолжительность академического часа – 45 минут.

Формы работы в летний период: В летний период занятия детей в объединении проводятся в разных формах и видах: экскурсии, поездки, соревнования, конкурсы, участие в работе летнего оздоровительного лагеря, самоподготовка.

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**

**(базовый уровень)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Раздел программы/ Предмет, дисциплина, модуль** | **Общее количество часов** | **В том числе** |
| **Теоретические** | **Практические** |
| 1. | Введение | 2 | 2 | - |
| 2. | Основные понятия электричества | 8 | 4 | 4 |
| 3. | Основы проектирования электронного устройства на базе Arduino. | 24 | 8 | 16 |
| 4.  | Основы робототехники на базе Arduino | 26 | 10 | 20 |
| 5. | Проектная деятельность | 8 | - | 10 |
| 6. | Подведение итогов. Итоговая аттестация | 2 |  |  |
|  | **Всего аудиторные занятия:** | **72** | **24** | **48** |
| 6. | Внеаудиторные занятия | 20 | 20 | - |
| 7. | Самоподготовка | 12 | 12 | - |
| **Всего:** | **104** |  |  |

**КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Год реали-зации программы** |  **Учебный период**  | **Летний период** | **Продолжительность****календарного года** |
| сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август |
| **I год обучения** | 1,5 нед. | 2,5 нед | 4недели | 4 недели | 5 недель | 1,5нед. | 3 нед. | 4 недели | 5 нед. | 4 недели | 4,5 недели | Итоговая аттестация | 4 нед. | 3   | 2  | 4 нед. | 52 недели |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Аудиторные занятия по расписанию - 36 недель |
|  | Внеаудиторный период - 10 недель |
|   | Cамоподготовка – 6 недельВ конце учебного года проводится промежуточная и итоговая аттестации.  |

**СОДЕРЖАНИЕ КУРСА**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тема** | **Основное содержание** | **Основные формы работы** | **Средства обучения и воспитания** | **Форма подведения итогов** |
|  | Введение |  |  |  |  |
|  | Основные понятия электричества | Основные законы и понятия, сборка простейших схем на макетной плате | Практическая работа, беседа, рассказ, просмотр видеофильмов | Макетная плата,электронные компоненты,мультиметр | Результат практикуматестирование |
|  | Основы проектирования электронного устройства на базе Arduino. | Сборка и программирование электронных устройств на макетной плате | Практическая работа | Макетная плата,электронные компоненты,компьютер, программное обеспечение | Результат практикуматестирование |
|  | Основы робототехники на базе Arduino | Базовые алгоритмы движения робота, основы теории автоматического управления | Практическая работа | Макетная плата,электронные компоненты,датчики, двухмоторные платформы, конструктор Robot Kit, программное обеспечение | Результат практикуматестирование |
|  | Проектная деятельность | Работа над индивидуальным (групповым) проектом | Практическая работа | Макетная плата,электронные компоненты, датчики | Презентация проектной идеи (прототипа, готового устройства). |
|  | Подведение итогов.Итоговая аттестация |  |  |  |  |

**УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

**Аудиторные часы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование разделов и тем | Общее количество учебных часов | В том числе: |
| теоретические | практические |
| Раздел 1 «**Введение»** | **2** | **2** | **-** |
| * 1. Вводное занятие. Техника безопасности
 | **2** | **2** | **-** |
| Раздел 2 «**Основные понятия электричества»** | **8** | **4** | **4** |
| 2.1 | Электрический ток.  | 2 | 1 | 1 |
| 2.2 | Основные законы электричества. Основы схемотехники | 2 | 1 | 1 |
| 2.3 | Основные законы электричества. Основы схемотехники | 2 | 1 | 1 |
| 2.4 | Измерительные приборы | 2 |  | 2 |
| Раздел 3 **«Основы проектирования электронного устройства на базе Arduino»** | **26** |  |  |
| 3.1 | Основные сведения о микроконтроллерах. Плата Arduino | 2 | 1 | 1 |
| 3.2 | Среда разработки Arduino IDE | 2 | 1 | 1 |
| 3.3 | Программа Fritzing для создания принципиальных электрических схем | 2 | 1 | 1 |
| 3.4 | Широтно-импульсная модуляция. | 2 | 1 | 1 |
| 3.5 | Цифровые и аналоговые датчики.  | 2 | 1 | 1 |
| 3.6 | Цифровые и аналоговые датчики.  | 2 | - | 2 |
| 3.7 | Вывод показаний датчиков на LCD дисплей и монитор порта | 2 | - | 2 |
| 3.8 | Кнопка. Простейший датчик нажатия. | 2 | 1 | 1 |
| 3.9 | Кнопка. Простейший датчик нажатия. | 2 |  | 2 |
| 3.10 | Светодиодные сборки. | 2 | - | 2 |
| 3.11 | Светодиодные сборки | 2 | - | 2 |
| 3.12 | Управление большими нагрузками | 2 | 1 | 1 |
| 3.13 | Подключение сервоприводов и двигателей | 2 | 1 | 1 |
| Раздел 4 **«Основы робототехники на базе Arduino»** | **26** |  |  |
| 4.1. | Сборка мобильного робота на основе двухмоторной платформы Turtle | 2 | 2 | 2 |
| 4.3 | Основные типы движения робота.  | 2 | - | 2 |
| 4.4 | Датчики расстояния. Простейший метод обнаружения препятствий.  | 2 | - | 2 |
| 4.5 | Движение вдоль стены  | 2 | - | 2 |
| 4.5 | Аналоговые и цифровые датчики линии. | 2 | - | 2 |
| 4.7 | Обнаружение белых и черных участков поверхности. | 2 | - | 2 |
| 4.8 | Движение робота в пределах границ, между двумя параллельными линиями | 2 | - | 2 |
| 4.9 | Движение робота вдоль черной линии. Обнаружение перекрестков. Инверсная линия. | 2 | - | 2 |
| 4.10 | Основы ТАУ. Обзор регуляторов. | 2 | - | 2 |
| 4.11 | Пропорциональное управление. | 2 | 2 | - |
| 4.12 | Пропорционально-дифференциальное управление | 2 | - | - |
| 4.13 | Пропорционально-интегрально-дифференциальное управление | 2 | - | 2 |
| 4.14 | Принципы и методы работы с сервоприводом | 2 | - | 2 |
| 4.15 | Принципы и методы работы с сервоприводом | 2 | - | 2 |
| Раздел 5 **«Проектная деятельность»** | **8** | **-** | **10** |
| 5.1 | Работа над индивидуальным (групповым) проектом | 2 | - | 2 |
| 5.2 | Работа над индивидуальным (групповым) проектом | 2 | - | 2 |
| 5.3 | Работа над индивидуальным (групповым) проектом | 2 | - | 2 |
| 5.4 | Работа над индивидуальным (групповым) проектом | 2 | - | 2 |
| Раздел 6 **«Подведение итогов. Итоговая аттестация»** | **2** |  |  |
| 6.1. | Итоговое занятие. Защита проектов | 2 |  |  |
|  | **Итого часов:**  | **72** |  |  |

**Примерные темы для самоподготовки:**

1. Электронные устройства для «умного дома»;
2. Электронные устройства для мониторинга погодных условий;
3. Бытовые роботы-помощники;

**Примерные темы для проектной деятельности:**

1. Робот-автомобиль;
2. Робот для соревнований по регламенту «Шорт-трек»;
3. Робот для соревнований по регламенту «Биатлон»;
4. Электронные устройства для «умного дома»;
5. Электронные устройства для мониторинга погодных условий;
6. Бытовые роботы-помощники;
7. Иные темы, предложенные учащимися.

**Примечание:**

Учащиеся в качестве итогового могут выбрать небольшой проект и реализовать его до конца учебного года. В случае выбора более сложного проекта, учащиеся могут продолжить работу в рамках профильной летней смены, в рамках самоподготовки в период летних каникул.

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тема** | **Основное содержание** | **Основные формы работы** | **Средства обучения и воспитания** | **Ожидаемые результаты** | **Формы** **контроля** |
| Раздел 1 **«Введение»** |
| 1.1 | Вводное занятие | Содержание курса. Правила техники безопасности. | беседа | Презентация  | - | опрос |
| Раздел 2«**Основные понятия электричества»** |  |
| 2.1. | Электрический ток.  | Понятие о строении вещества, электрическом токе и его действиях. Проводники, полупроводники, непроводники, их свойства и применение. | беседа | Презентация, показ видеофильма | Сформированные представления о природе электрического тока | опрос |
| 2.2. | Основы схемотехники. Измерительные приборы. | Резисторы. Применение резисторов. Светодиоды. Принципиальные схемы. Быстрая сборка схем на макетной плате. Основные электрические величины (напряжение, сила тока, сопротивление).Мультиметр. Практическая работа «Определение номинала резистора по цветовому коду, с помощью мультиметра» | беседапрактическая работа | Макетная плата,электронные компоненты,мультиметр | Сформированные представления об основных электрических величинах, о принципах работы с измерительными приборами, сформированное умение определять номинал резистора | текущий контроль – результат практикума |
| 2.3 | Основные законы электричества.  | Закон Ома. Практическая работа «Определение номинала резистора для светодиода по закону Ома» | беседапрактическая работа | Макетная плата,электронные компоненты,мультиметр | Сформированное представление о законе Ома. Сформированное умение подбора резистора для схемы.  | текущий контроль – результат практикума |
| 2.4 | Основные законы электричества. | Практическая работа «Сборка простейших схем на макетной плате» | практическая работа | Макетная плата,электронные компоненты,мультиметр | Закрепление пройденного материала | Итоговый тест по разделу |
| Раздел 3 **«Основы проектирования электронного устройства на базе Arduino»** |  |
| 3.1 | Основные сведения о микроконтроллерах. Плата Arduino | Основные сведения о микроконтроллерах. Применение и перспективы развития в России. Плата Arduino. Технические спецификации | беседа, просмотр Интернет-ресурсов | Презентация, Компьютеры с выходом в сеть интернет | Сформированное представление о микроконтроллерах, о микроконтроллерных платах, в том числе Arduino | текущий контроль – результат практикума |
| 3.2 | Среда разработки Arduino IDE | Цифровые порты Arduino. Мини-проекты «Маячок», «Железнодорожный семафор» на макетной плате.Дополнительные творческие задания: «Бегущий огонек», «Светофор».Программирование: знакомство со средой программирования, структура программы, процедуры setup () и loop (). Встроенные функции pinMode, digital Write, delay параметры функций. | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino  | Сформированное представление о структуре программы, функциях pinMode, digital Write, delay | текущий контроль – результат практикума |
| 3.3 | Программа Fritzing для создания принципиальных электрических схем | Знакомство с программой Fritzing для создания принципиальных электрических схем. Практическая работа «Схема «Светофор» во Fritzing | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением  | Сформированное представление о возможностях программы Fritzing | текущий контроль – результат практикума |
| 3.4 | Широтно-импульсная модуляция. | Электроника: широтно-импульсная модуляция, порты, поддерживающие ШИМПрограммирование:Встроенная функция analogWrite, параметры функции. Объявление переменных. Практическая работа: «Маячок с нарастающей яркостью»,  | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino | Сформированное представление о широтно-импульсной модуляции, функциях analogWrite,  | текущий контроль – результат практикума |
| 3.5 | Цифровые и аналоговые датчики.  | Электроника: последовательное и параллельное подключение, делитель напряжения, переменные резисторы, устройство резистивных датчиков, потенциометрПрограммирование:Функции map, tone. Считывание резистивных датчиков. Функция analogReadАлгоритмы с ветвлением. Конструкция If. Практическая работа:«Светильник с управляемой яркостью» «Умный светильник» | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino | Сформированное представление об устройстве и принципах работы с резистивными датчиками, применении конструкции if | текущий контроль – результат практикума |
| 3.6 | Цифровые и аналоговые датчики.  | Электроника: датчик освещенности, фоторезистор.Практическая работа:«Терменвокс» | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino | Закрепление материала. | текущий контроль – результат практикума |
| 3.7 | Вывод показаний датчиков на LCD дисплей и монитор порта | Обзор цифровых и аналоговых датчиков. Инфракрасный дальномер, датчик освещенности, датчик линии. Работа с последовательным портом. Вывод сигнала датчика на монитор порта.Назначение и устройство жидкокристаллических экранов. Библиотека <LiquidCrystal.h>.LCD дисплей. Подключение LCD дисплея. Вывод показаний датчика на дисплей.  | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino | Сформированное представление о цифровых и аналоговых датчиках, работе с последовательным портом.  | текущий контроль – результат практикума |
| 3.8 | Кнопка. Простейший датчик нажатия. | Особенности подключения кнопки. Устранение шумов с помощью стягивающих и подтягивающих резисторов. Программное устранение дребезга кнопки. Булевские переменные и константы, логические операции.Практическая работа «Кнопочный переключатель» | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino | Сформированное представление о принципах подключения кнопки, программного и аппаратного устранения недостатков. | текущий контроль – результат практикума |
| 3.9 | Кнопка. Простейший датчик нажатия. | Практическая работа «Мерзкое пианино»«Светильник с кнопочным управлением». |  | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino | Закрепление материала | текущий контроль – результат практикума |
| 3.10 | Светодиодные сборки. | Светодиодная шкала. Циклы со счетчиком. Практическая работа «Бегущий огонек» | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino | Навыки работы со светодиодной шкалой. Конструкция for. | текущий контроль – результат практикума |
| 3.11 | Светодиодные сборки | Семисегментный индикатор. Управление семисегментынм индикатором.Практическая работа «Счет до 10 и обратно», «Секундомер» | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino | Навыки подключения и программирования семисегментного индикатора  | текущий контроль – результат практикума |
| 3.12 | Управление большими нагрузками | Транзистор – управляющий элемент схемы. Назначение, виды и устройство транзисторов. Биополярный транзистор. Использование транзистора в моделях, управляемых Arduino. | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino | Сформированное представления о принципах и методах управления большими нагрузками | текущий контроль – результат практикума |
| 3.13 | Подключение сервоприводов и двигателей | Разновидности двигателей: постоянные, шаговые, серводвигатели. Способы управления мощной нагрузкой. MOSFET – транзистор. Конденсатор. Управление коллекторным двигателем. Управление скоростью коллекторного двигателя. Управление серводвигателем. Библиотека Servo.h | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino | Сформированное представление об устройстве сервоприводов и двигателей, навыки подключения и программирования.  | **Итоговый тест по разделу.****Участие в муниципальной выставке НТТМ** |
| Раздел 4 **«Основы робототехники на базе Arduino»** |  |
| 4.1 | Сборка мобильного робота на основе двухмоторной платформы Turtle | Сборка мобильного робота на основе двухмоторной платформы Turtle. | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Навыки сборки робота, работа с инструментом | текущий контроль – результат практикума |
| 4.2 | Основные типы движения робота.  | Управление без обратной связи:Движение вперед, назад. Движение по кругу, по спирали. Движение по контуру геометрических фигур. | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Сформированное представление о принципах и методах управления роботом без обратной связи. | текущий контроль – результат практикума |
| 4.3 | Датчики расстояния. Простейший метод обнаружения препятствий.  | Управление с обратной связью.Подключение инфракрасного дальномера. Datasheet. Простейший метод нахождения препятствий. Объезд препятствий.  | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Сформированное представление о методах нахождения и объезда препятствий. | текущий контроль – результат практикума |
| 4.5 | Движение вдоль стены  | Движение вдоль стены. Алгоритм выхода из лабиринта.  | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Навыки программирования робота для движения вдоль стены, алгоритм выхода из лабиринта | текущий контроль – результат практикума |
| 4.6 | Аналоговые и цифровые датчики линии. | Отражательные датчики линии. Datasheet.Преимущества и недостатки цифровых и аналоговых датчиков.  | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Навыки подключения и считывания сигнала с аналоговых и цифровых датчиков линии. Сформированные представления об аналоговом и цифровом сигнале | текущий контроль – результат практикума |
| 4.7 | Обнаружение белых и черных участков поверхности. | Обнаружение белых и черных участков поверхности с помощью аналоговых датчиков линии. Усреднение аналогового сигнала.  | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Навыки программирования робота для обнаружения белых и черных участков. Сформированные представления о методе усреднения аналогового сигнала | текущий контроль – результат практикума |
| 4.8 | Движение робота в пределах границ, между двумя параллельными линиями |  Движение робота в пределах границ (танец в круге), движение между двумя параллельными линиями. Концепция программирования. Реализация программы.  | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Навыки программирования робота в соответствии с поставленной задачей. Закрепление материала | текущий контроль – результат практикума |
| 4.9 | Движение робота вдоль черной линии. Обнаружение перекрестков. Инверсная линия. | Движение вдоль черной линии. Концепция программирования. Реализация программы. | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Навыки программирования робота на движение вдоль черной линии. | текущий контроль – результат практикума |
| 4.10 | Основы ТАУ. Обзор регуляторов. Пропорциональное управление. | Теория автоматического управления – предмет изучения. Краткий обзор. Понятие регулятора. Объект управления, управляющие воздействие, ошибка. Типовые законы управления. Пропорциональный регулятор. Концепция программирования. Реализация программы. Преимущества. Недостатки. | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Сформированное представление о пре6дмете изучения Теории автоматического управления. Знание основных законов управления. Навыки настройки пропорционального регулятора. | текущий контроль – результат практикума |
| 4.11 | Пропорционально-дифференциальное управление | Пропорционально-дифференциальное управление. Дифференциальная компонента. Концепция программирования. Реализация программы. Преимущества и недостатки. | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Сформированное представление о дифференциальной составляющей ПИД-регулятора. Понимание физического смысла. Навыки настройки дифференциальной компоненты. | текущий контроль – результат практикума |
| 4.12 | Пропорционально-интегрально-дифференциальное управление | Пропорционально-интегрально-дифференциальное управление. Интегральная компонента. Концепция программирования. Реализация программы. Преимущества и недостатки. | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Сформированное представление об интегральной составляющей ПИД-регулятора. Понимание физического смысла. Навыки настройки интегральной компоненты. | текущий контроль – результат практикума |
| 4.13 | Принципы и методы работы с сервоприводом | Подключение сервопривода. Робот для соревнований «биатлон» | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, двухмоторная тележка | Сформированные навыки программирования сервопривода для решения поставленных задач. | **Итоговый тест по разделу** |
| Раздел 5 **Проектная деятельность** |  |
| 5.1 | Работа над индивидуальным проектом | Обсуждение идей. Темы проектов.  | Практическая работа | Компьютер с выходом в сеть Интернет | Развитие навыков постановки целей, навыков устной речи, коммуникативных навыков. | - |
| 5.2 | Работа над индивидуальным проектом | Самостоятельный поиск информации. | Практическая работа | Компьютер с выходом в сеть Интернет | Развитие навыков самостоятельного поиска информации | - |
| 5.3 | Работа над индивидуальным проектом | Реализация идеи.  | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino,необходимые для реализации проекта комплектующие  | Развитие способностей самостоятельно использовать полученные знания для решения практических задач | - |
| 5.4 | Работа над индивидуальным проектом | Реализация идеи.  | Практическая работа | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, необходимые для реализации проекта комплектующие | Развитие способностей самостоятельно использовать полученные знания для решения практических задач | - |
| **Раздел 6 «Подведение итогов. Итоговая аттестация»** |
| 6.1. | Итоговое занятие. Защита проекта |  | Защита проекта | Компьютер с программным обеспечением, электронные компоненты, плата Arduino, необходимые для реализации проекта комплектующие  |  | **Презентация проектной идеи (прототипа, готового устройства).** В зависимости от степени разработки проекта |

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**Основные формы занятий**

Основной **формой обучения** является практическая работа, которая выполняется малыми группами (2-3 человека).

* Практическая работа. Выполняя мини-проекты, учащиеся знакомятся с основами электроники и программирования;
* Проекты. На основании полученных знаний учащиеся решают задачи по разработке более сложных электронных устройств и робототехнических систем. Возможно выполнение как индивидуальных, так и групповых (команда 2-3 человека) проектов.

**Приемы и методы организации занятий:**

С точки зрения подачи учебного материала на занятиях используются следующие методы:

* Словесные методы (рассказ, беседа, инструктаж, чтение справочной литературы);
* Наглядные методы (демонстрация мультимедийных презентаций, фильмов);
* Практические методы (упражнения, задачи);

С точки зрения творческой активности учащихся используются следующие методы:

* Репродуктивные методы (выполнение задания по образцу, в соответствии с технологическими картами);
* Исследовательские методы (учащиеся сами открывают необходимую информацию);
* Эвристические методы (частично-поисковые, с возможностью выбора нескольких вариантов);
* Проблемные методы (методы проблемного изложения, когда дается лишь часть готового знания).

**МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Для организации занятий необходимо следующий набор оборудования (из расчета одного набора на группу в два человека).

* 1× Платформа Arduino Uno (или аналог)
* 1× Монтажная площадка для Arduino
* 1× Макетная плата Breadboard Half
* 30× Резисторы на 220 Ом
* 10× Резисторы на 1 кОм
* 10× Резисторы на 10 кОм
* 1× Переменный резистор (потенциометр)
* 1× Фоторезистор
* 1× Термистор
* 10× Конденсаторы керамические на 100 нФ
* 10× Конденсаторы электролитические на 10 мкФ
* 10× Конденсаторы электролитические на 220 мкФ
* 5× Транзисторы биполярные
* 1× Транзистор полевой MOSFET
* 5× Диоды выпрямительные
* 12× Светодиоды 5 мм красные
* 4× Светодиоды 5 мм зелёные
* 4× Светодиоды 5 мм жёлтые
* 1× Трёхцветный светодиод
* 1× Светодиодная шкала
* 1× 7-сегментный индикатор
* 5× Кнопка тактовая
* 1× Пьезо-пищалка
* 1× Выходной сдвиговый регистр 74HC595
* 1× Инвертирующий Триггер Шмитта
* 1× Клеммник нажимной
* 65× Соединительные провода «папа-папа»
* 1× Кабель USB тип A — B
* 1× Кабель питания от батарейки Крона
* 1× Штырьковые соединители (1×40)
* 1× Мотор FA-130
* 1× Микросервопривод
* 1× Текстовый экран 16×2
* Компьютер
* Программное обеспечение Arduino IDE, Fritzing, StampPlot, SPlan.
* Тележка двухмоторная Turtle (или аналог).

Программное обеспечение Arduino IDE распространяется бесплатно и может быть загружено с официального сайта Arduino <http://arduino.cc>.

Программные продукты Fritzing, StampPlot, SPlan также распространяются бесплатно.

Для организации и проведения занятий необходим дидактический материал:

* Технологические карты с описанием хода выполнения мини-проектов;
* Тесты для контроля освоения программы;

Для выполнения заданий раздела «Основы робототехники» необходимо следующее оборудование:

* Тренировочные поля;
* Стол (тренировочный полигон) для проведения соревнований.

Тренировочные поля для выполнения заданий можно делать самостоятельно, используя для разметки черную изоляционную ленту и ватман.

Для успешной организации занятий и проектной деятельности также необходимо использование Интернет-ресурсов:

<http://wiki.amperka.ru/> - теоретическая информация, примеры проектов, видео-уроки, примеры использования различных компонентов;

<http://arduino.ru/Reference> - справочник по программированию;

<http://cxem.net/arduino/arduino.php> - сайт для радиолюбителей с подборкой уроков и проектов на Arduino;

<http://arduino-projects.ru/> - каталог электронных устройств на Arduino;

<http://lartmaster.ru/> - обучающие материалы;

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ:**

**Тест №1,2**

Инструкции по прохождению теста

В первой части теста предложены вопросы, предполагающие выбор одного или нескольких правильных ответов из предложенных вариантов. Отметьте правильный ответ.

|  |
| --- |
| 1-й этап теоретический |
| №/ | Вопросы | Варианты ответов |
| **а** | **б** | **в** | **г** |
|  | На платформе Arduino размещено …… цифровых контактов (ввода-вывода) | 5 | 10 | 14 | 20 |
|  | На платформе Arduino расположено ….. аналоговых контактов ввода | 5 | 10 | 14 | 6 |
|  | Контакты, поддерживающие ШИМ, обозначаются знаком | & | - | ~ | \* |
|  | Зачем нужна функция PinMode? | Для настройки режима ввода-вывода контактов | Для настройки паузы | Для подачи высокого или низкого сигнала на контакт вывода | Иное |
|  | Как правильно написать команду, подающую цифровой высокий сигнал на контакт вывода | digitalWrite (13, HIGH) | DigitalWrite (13, High) | analogWrite (13, HIGH) | digitalWrite (13, HIGH); |
|  | Как правильно написать команду, которая приостанавливает выполнение программы на 5 секунд? | delay (5000); | delay (5); | Delay (5000) | delay (500) |
|  | Функция analogRead возвращает целочисленное значение в диапазоне  | от 1 до 1024 | от 0 до 1023 | от 0 до 255 | от 0 до  |
|  | Количество уровней сигнала, которые позволяет использовать ШИМ, составляет | 64 | 128 | 256 | 1024 |
|  | Для объявления целочисленной переменной необходимо задать следующий тип …… | Int  | float | boolean | int |
|  | Какие обязательные процедуры должны присутствовать в скетче для Arduino? | void loop() | void setup() | void main() | void drive() |
|  | Отметьте правильные утверждения | Резистор ограничивает силу тока | Резистор увеличивает силу тока | Номинал резистора определяется цветом его корпуса | Номинал резистора определяется цветом и порядком расположения полос на корпусе |
|  | Отметьте правильные утверждения | Сила тока, проходящего через светодиод, регулируется собственным сопротивлением светодиода | Собственное сопротивление светодиода слишком велико и даже небольшое напряжение создает большой ток | Собственное сопротивление светодиода слишком мало, и даже небольшое напряжение создает большой ток | Для ограничения силы тока светодиод необходимо подключать через резистор |
|  | На какой максимальный ток рассчитаны цифровые контакты Arduino? | 40 мА | 500мА | 1А | 400мА |
|  | Отметьте правильные утверждения | При последовательном подключении сила тока в каждом потребителе — одна и та же, различается напряжение: в каждом компоненте падает его часть. | При последовательном подключении напряжение вокруг каждого потребителя — одно и то же, различается сила тока: каждый потребляет ток в соответствии с собственным сопротивлением. | При параллельном подключении напряжение вокруг каждого потребителя — одно и то же, различается сила тока: каждый потребляет ток в соответствии с собственным сопротивлением. | При параллельном подключении сила тока в каждом потребителе — одна и та же, различается напряжение: в каждом компоненте падает его часть. |
|  | Отметьте правильные утверждения | Транзистор — это электронная кнопка. На кнопку нажимают пальцем, а на биполярный транзистор — током. | Транзисторы используют для управления мощными нагрузками при помощи слабых сигналов с микроконтроллера. | В отличие от [биполярного транзистора](http://wiki.amperka.ru/%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82-arduino%3A%D0%B1%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80) полевой контролируется именно напряжением, а не током. Т.е. в открытом состоянии ток через затвор не идёт. |  |
| 2 –й этап практический |
|  | Определите номинал резистора: |  |
|  | Рассчитайте номинал резистора для светодиода если: |  |  |

**ЛИТЕРАТУРА**

**Нормативные акты**

1. Конвенция о правах ребенка (одобрена Генеральной Ассамблеей ООН 20 ноября 1989 г.). Ратифицирована Постановлением ВС СССР 13 июня 1990 г. № 1559-1 // СПС Консультант Плюс.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
3. Приказ Министерства образования Российской Федерации от 29.08.2013 г. № 1008 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
4. Концепция развития дополнительного образования детей в Российской Федерации до 2020 года;
5. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 04.07.2014 г. № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей"».
6. Положение о дополнительных общеразвивающих программах (локальный акт МБУ ДО ДЮЦ);
7. Устав МБУ ДО ДЮЦ;

**Литература:**

1. Джереми Блюм. Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства. БХВ-Петербург. 2015;
2. Джон Боксел. Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками. С-Пб, 2016;
3. Иго. Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств – Спб: БХВ-Петербург, 2016;
4. Виктор Петин. Проекты с использованием контроллера Arduino. - – Спб: БХВ-Петербург, 2016;

**Интернет-ресурсы**

1. <http://wiki.amperka.ru/> - проекты, теоретические сведения, видеоуроки по направлению Arduino, форум увлеченных по обмену опытом;
2. <https://edugalaxy.intel.ru/> - сообщество учителей. Обмен опытом.
3. <http://arduino-projects.ru/> - все проекты Arduino в одном месте.
4. <http://myrobot.ru/> - роботы своими руками. Простейшие роботы на одной микросхеме. Программирование микроконтроллеров
5. <https://www.arduino.cc/> - официальный сайт Arduino. Программное обеспечение. Блокнот программиста