

Управление образования
Администрации городского округа Стрежевой Томской области
**Муниципальное общеобразовательное учреждение
«Средняя школа № 5 городского округа Стрежевой
с углубленным изучением отдельных предметов»
(МОУ «СОШ № 5»)**

✉ 636785, Томская область, г. Стрежевой, 4-ый микрорайон, дом № 460
☎, факс: (382-59) 5-44-97; E-mail: Shkola5@guostrj.ru
<http://strjschool5.edu.tomsk.ru/>

Код ОКПО 36308050; ОГРН 1027001619590; ОКТМО 697010000
ИНН \ КПП 7022008630 \ 702201001

СОГЛАСОВАНО

на заседании МС,
протокол № 1
от «29» августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

приказом директора МОУ «СОШ №5»
№ 19/1
от «29» августа 2024 г.

**НОВЫЕ МЕСТА ДОД
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

**«ОСНОВЫ ПРОГРАММИРУЕМОЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ. СОЗДАНИЕ
УПРАВЛЯЕМЫХ УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ
АРДУИНО»**

Направленность: техническая

Уровень: стартовый

Возраст учащихся: 12–18 лет

Объем: 68 часов

Авторы-составители:

Булатова Елизавета Владимировна

г. Стрежевой
2024-2025 год

Пояснительная записка

1. Обоснование необходимости разработки и внедрения программы в образовательный процесс:

Программа по робототехнике реализуется в соответствии с основными нормативными документами:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» (№ 273-ФЗ от 29.12.2012).

2. Приказ Министерства просвещения РФ от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

3. СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».

4. Письмо Минобрнауки РФ от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении рекомендаций» (вместе Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ).

5. Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 05.05.2018 № 298н).

Робототехника - это проектирование и конструирование всевозможных интеллектуальных механизмов - роботов, имеющих модульную структуру и обладающих мощными микропроцессорами.

Возникнув на основе кибернетики и механики, робототехника, в свою очередь, породила новые направления развития и самих этих наук. В кибернетике это связано, прежде всего, с интеллектуальным направлением и бионикой как источником новых, заимствованных у живой природы идей, а в механике – с многостепенными механизмами типа манипуляторов.

Актуальность: Среда обитания современного человека насыщена разнообразными электронными устройствами, которые будут и в дальнейшем развиваться и совершенствоваться. Другая сторона этого явления – упрощение самого процесса создания электронного устройства. Благодаря накопленным разработкам, он может быть настолько простым, что с ним справится и ребёнок. В частности, такую возможность предоставляет вычислительная платформа Ардуино. На базе этой платформы ученики могут конструировать и программировать модели электронных управляемых систем, не вдаваясь в сложные вопросы схемотехники и программирования на низком уровне. Причём эта уникальная инженерно-конструкторская среда имеет низкий порог вхождения и не имеет потолка. Конструировать и программировать простые устройства управления новогодней гирляндой или передачи акустических сигналов азбукой Морзе, несложные электронные игрушки ребёнок может уже на первых шагах знакомства с Ардуино. В то же время Ардуино используют профессиональные программисты и «продвинутые» любители в сложных конструкциях управления робототехническими устройствами. Интегрированная среда разработки Arduino — это кроссплатформенное приложение на Java, включающее в себя редактор кода, компилятор и модуль передачи прошивки в плату. Среда разработки основана на языке программирования Processing и спроектирована для программирования новичками, не знакомыми близко с разработкой программного обеспечения. Учебный курс «Основы программируемой микроэлектроники. Создание управляемых устройств на базе вычислительной платформы Ардуино» даёт возможность ученику освоить основные приёмы конструирования и программирования управляемых электронных устройств и получить необходимые знания и навыки для дальнейшей самореализации в области инженерии, изобретательства, информационных технологий и программирования. При этом необходимо отметить, что

оснащение курса не требует больших финансовых вложений, а программное обеспечение относится к классу СПО. Обучение ведется на русском языке, также используются специальные слова на английском языке.

Направленность: техническая.

Уровень освоения: стартовый.

Новизна образовательной программы: новые образовательные технологии и методики, позволяющие решить существующие проблемы в ранней профориентации, дополнительном образовании в области Интернета вещей, робототехники, системной инженерии, научно-техническом творчестве детей и подростков.

Практическая значимость: Учебный курс «Основы программируемой микроэлектроники. Создание управляемых устройств на базе вычислительной платформы Ардуино» входит в образовательную область «информатика». Он включает 34 часа аудиторных занятий и (при возможности) самостоятельную работу учащихся. Курс может быть использован для профильной подготовки учащихся в классах физико-математического и информационнотехнологического профилей. В неполном объеме курс может быть использован также при изучении информатики и технологии в непрофильных классах. Курс также предполагает знакомство с основами программированием на языке высоко уровня. Предметом изучения являются принципы и методы разработки, конструирования и программирования управляемых электронных устройств на базе вычислительной платформы (контроллера) Ардуино или её клона.

Целесообразность изучения данного курса определяется:

- востребованностью специалистов в области программируемой микроэлектроники в современном мире

- возможностью развить и применить на практике знания, полученные на уроках математики, физики, информатики

- возможностью предоставить ученику образовательную среду, развивающую его творческие способности и амбиции, формирующую интерес к обучению, поддерживающую самостоятельность в поиске и принятии решений.

Вид программы: модифицированная.

2. **Цель программы:** развить исследовательские, инженерные и проектные компетенции через моделирование и конструирование научно-технических объектов в робототехнике.

Задачи программы:

Обучающие:

- получение новых знаний и навыков по созданию веб-приложений;
- освоение работы с микрокомпьютерами, датчиками, исполнительными устройствами;
- получение знаний по разработке, тестированию, отладке и продвижению цифровых приложений;

- приобретение навыков безопасного, грамотного использования любого технологического оборудования;

- популяризация достижений отечественной и мировой науки;

- приобретение навыков защиты выполненных проектов.

Развивающие:

- раскрытие потенциала обучающихся в процессе работы с современными технологиями;

- профессиональная ориентация молодежи в сфере техники и технологий;

- развитие у обучающихся интереса к глубокому изучению основ наук, проектной и исследовательской деятельности;

- развитие у обучающихся инженерно-технологических компетенций, навыков и умений;

воспитательные:

–содействие профессиональному самоопределению, личностному и профессиональному развитию;

–привитие чувства гражданственности, ответственности, патриотизма;

–содействие свободному ориентированию обучающихся в инновационных технологиях настоящего и будущего, проникающих во все сферы жизни современного человека;

–формирование у обучающихся понимания ценности научных знаний для каждого человека и общества в целом;

–формирование отношения сотрудничества, содружества и толерантности в детском коллективе и во взаимодействии со взрослыми: научиться уважать чужое мнение, слушать и говорить, работать в группе.

Первый уровень: на базе Ардуино с использованием макетной платы и набора электронных элементов научить учащихся

- понимать заданные схемы («схема на макетке») электронных устройств и воспроизводить их на макетной плате;
- понимать назначение элементов, их функцию;
- понимать правила соединения деталей в единую электрическую цепь;
- понимать ограничения и правила техники безопасности функционирования цепи;
- понимать написанный программный код управления устройством, вносить незначительные изменения, не затрагивающие структуру программы (например, значения констант);
- записывать отлаженный программный код на плату Ардуино, наблюдать и анализировать результат работы;
- использовать монитор последовательного порта для отладки программы, наблюдения за показателями датчиков и изменением значений переменных;

Второй уровень: на базе Ардуино с использованием макетной платы и набора электронных элементов научить учащихся

- понимать заданные схемы («принципиальная схема» и «схема на макетке») электронных устройств и воспроизводить их на макетной плате
- понимать назначение элементов, их функцию
- понимать правила соединения деталей в единую электрическую цепь
- понимать ограничения и правила техники безопасности функционирования цепи
- модифицировать заданные схемы для измененных условий задачи
- понимать написанный программный код управления устройством и
- модифицировать его для измененных условий задачи
- самостоятельно отлаживать программный код, используя, в частности, такие средства как мониторинг показаний датчиков, значений переменных и т. п.
- записывать отлаженный программный код на плату Ардуино, наблюдать и анализировать результат работы, самостоятельно находить ошибки и исправлять их

Третий уровень предполагает достижение результатов второго уровня и, кроме того, умение учащихся самостоятельно проектировать, конструировать и программировать устройство, которое решает практическую задачу, сформулированную учителем или самостоятельно.

Основной формой обучения является практическая работа, которая выполняется малыми (2 человека) группами. Для работы необходим персональный компьютер (один на каждую группу), установленное программное обеспечение (может быть установлено с сайта <http://arduino.cc/en/Main/Software>), контроллер Arduino Uno или его клон (1 на каждую группу), набор деталей.

3. **Отличительные особенности программы:**

Формы организации учебного процесса

• практическая направленность занятий, выполнение законченного практического проекта на каждом занятии

• аудиторные занятия в малых группах, индивидуализированные образовательные траектории

• дистанционная поддержка индивидуализированных траекторий в форме структурированного курса на школьном сервере (LMS Moodle), который содержит электронные учебные материалы и электронные тесты для самоконтроля

Режим занятий:

Основными принципами обучения являются:

1. **Научность.** Этот принцип предопределяет сообщение обучаемым только достоверных, проверенных практикой сведений, при отборе которых учитываются новейшие достижения науки и техники.

2. **Доступность.** Предусматривает соответствие объема и глубины учебного материала уровню общего развития учащихся в данный период, благодаря чему, знания и навыки могут быть сознательно и прочно усвоены.

3. **Связь теории с практикой.** Обязывает вести обучение так, чтобы обучаемые могли сознательно применять приобретенные ими знания на практике.

4. **Воспитательный характер обучения.** Процесс обучения является воспитывающим, ученик не только приобретает знания и нарабатывает навыки, но и развивает свои способности, умственные и моральные качества.

5. **Сознательность и активность обучения.** В процессе обучения все действия, которые отрабатывает учащийся, должны быть обоснованы. Нужно учить критически осмысливать, и оценивать факты, делая выводы, разрешать все сомнения с тем, чтобы процесс усвоения и наработки необходимых навыков происходили сознательно, с полной убежденностью в правильности обучения. Активность в обучении предполагает самостоятельность, которая достигается хорошей теоретической и практической подготовкой и работой педагога.

6. **Наглядность.** Объяснение техники сборки робототехнических средств на конкретных изделиях и программных продукта. Для наглядности применяются существующие видео материалы, а также материалы своего изготовления.

7. **Систематичность и последовательность.** Учебный материал дается по определенной системе и в логической последовательности с целью лучшего его освоения. Как правило, этот принцип предусматривает изучение предмета от простого к сложному.

8. **Прочность закрепления знаний, умений и владений.** Качество обучения зависит от того, насколько прочно закрепляются знания, умения и владения учащихся. Не прочные знания и навыки обычно являются причинами неуверенности и ошибок. Поэтому закрепление умений и навыков должно достигаться неоднократным целенаправленным повторением и тренировкой.

9. **Индивидуальный подход в обучении.** В процессе обучения педагог исходит из индивидуальных особенностей детей (уравновешенный, неуравновешенный, с хорошей памятью или не очень, с устойчивым вниманием или рассеянный, с хорошей или замедленной реакцией, и т.д.) и опираясь на сильные стороны ребенка, доводит его подготовленность до уровня общих требований.

На занятиях используются различные формы организации образовательного процесса:

Формы занятий:

- практические занятия;
- теоретические занятия;
- самостоятельная работа, творческие конкурсы, проектные работы;
- научно-практическая конференция;

– соревнования по робототехническим и инженерным дисциплинам.

Формы организации деятельности: индивидуальные, групповые.

Для предъявления учебной информации используются следующие методы:

- наглядные;
- словесные;
- практические.

Для стимулирования учебно-познавательной деятельности применяются методы:

- соревнования;
- поощрение и порицание.

Для контроля и самоконтроля за эффективностью обучения применяются методы:

- предварительные (анкетирование, диагностика, наблюдение, опрос);
- текущие (наблюдение, ведение таблицы результатов);
- тематические (билеты, тесты);
- итоговые (соревнования).

4. Особенности возрастной группы детей, которым адресована программа:

Возраст детей 12-18 лет. Это учащиеся 6-11 классов. Небольшая разница в возрасте не оказывает существенное влияние на работу в кружке робототехники.

Особенности набора детей: желание самого ребенка заниматься в кружке по робототехнике.

4 группы по 12 человек (24 набора)

1-й год обучения – 68 часа 1 раз в неделю по 2 часа.

Формы подведения итогов

Диагностика уровня усвоения материала осуществляется:

- по результатам электронного тестирования, завершающего изучение темы (группы тем);
- по результатам выполнения учащимися практических заданий на каждом уроке;
- по результатам конкурсных работ (в течение изучения курса проводится несколько творческих конкурсов);

5. Уровень результатов работы по программе:

1. Личностные результаты:

- ответственное отношение к информации с учетом правовых и этических аспектов ее распространения;
- развитие чувства личной ответственности за качество окружающей информационной среды;
- способность увязать учебное содержание с собственным жизненным опытом, понять значимость подготовки в области леги-конструирования и робототехники в условиях развивающегося общества
- готовность к повышению своего образовательного уровня;
- способность и готовность к принятию ценностей здорового образа жизни за счет знания основных гигиенических, эргономических и технических условий безопасной эксплуатации средств леги-конструирования и робототехники.

2. Метапредметные результаты:

- владение информационно-логическими умениями: определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение и делать выводы;
- владение умениями самостоятельно планировать пути достижения целей; соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности, определять

способы действий в рамках предложенных условий, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией; оценивать правильность выполнения учебной задачи;

- владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в учебной и познавательной деятельности;

- самостоятельное создание алгоритмов деятельности при решении проблем творческого и поискового характера;

- владение информационным моделированием как основным методом приобретения знаний: умение преобразовывать объект из чувственной формы в пространственно-графическую или знаково-символическую модель;

- способность и готовность к общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной, общественно-полезной, учебно-исследовательской, творческой деятельности.

3. Предметные результаты: знания, умения, владение:

По итогам окончания года:

Способность самостоятельно планировать пути достижения поставленных целей;

Готовность выбора наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий;

Самостоятельное создание алгоритмов деятельности при решении проблем творческого и поискового характера;

Готовность и способность создания новых моделей, систем;

Способность создания практически значимых объектов;

Способность излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.

Владение информационным моделированием как основным методом приобретения знаний.

Готовность и способность применения теоретических знаний по физике для решения задач в реальном мире.

6. Система отслеживания результатов

Предусматриваются различные формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы:

- олимпиады;
- соревнования;
- фестивали;

Учебно-тематический план

№ п/п	Тема	в том числе			Формы аттестации / контроля
		Общее количество часов	теоретические	практические	
1	Вводное занятие (в том числе техника безопасности).	1	1	-	Анкетирование
2	Основы радиоэлектроники.	2	2	0	Опрос
3	Схема. Условно – графическое изображение.	2	1	1	Опрос
4	Проектирование светофора.	2	1	1	Опрос
5	Проектирование кнопки.	2	1	1	Опрос
6	Цикл For или бегущие огни.	2	1	1	Опрос
7	Связь с компьютером.	2	1	1	Опрос
8	Датчик температуры.	2	1	1	Опрос
9	Семисегментный индикатор.	2	1	1	Опрос
10	Расширитель портов	2	1	1	Опрос
11	ШИМ управляет диодом.	2	1	1	Опрос
12	Управление серводвигателем.	2	1	1	Опрос
13	Пьезопищалка.	2	1	1	Опрос
14	Фоторезистор.	2	1	1	Опрос
15	Потенциометр (переменный резистор).	2	1	1	Опрос
16	MotorShield 2DC.	2	1	1	Опрос
17	LCD – экран.	2	1	1	Опрос
18	RTC – часы.	2	1	1	Опрос
19	MotorShield от Freeduino 4DC-2Servo	2	1	1	Мини-выставка
20	Joystick Module For Arduino (SKUDFR0061)	2	1	1	Мини-выставка
21	Конструирование робота бегущего по линии (6 класс) Конструирование робота - сумо (7-8 класс) Конструирование робота – футболиста (9-11 класс)	25	13	12	Творческий проект
	Итого	64	34	30	

Тема 1. Введение (1ч.)

Правила поведения при работе с микросхемами.

Тема 2. Основы радиоэлектроники (2 ч.)

Знакомство с контроллером Ардуино Микроконтроллеры в нашей жизни (сообщения учеников), контроллер, контролер Ардуино (сообщение учеников), структура и состав Ардуино. Среда программирования для Ардуино (IDE Arduino) и язык программирования Processing.

Тема 3. Схема. Условно – графическое изображение(2ч.)

Знакомство с радиоэлементами, изображениями на схеме. Основы проектирования и моделирования электронного устройства на базе Ардуино Управление электричеством. Законы

электричества. Как быстро строить схемы: макетная доска (breadboard). Чтение электрических схем. Управление светодиодом на макетной доске

Тема 4. Проектирование светодора. (2 ч.)

Составление принципиальной электрической схемы, монтаж и отладка.

Тема 5. Проектирование кнопки (2 ч.)

Обзор робототехнических приводов. Знакомство с основными видами электродвигателей. Способы передачи движения. Понятие о редукторах.

Тема 6. Цикл For или бегущие огни. (2 ч.)

Роботы на транзисторах. Знакомство с микросхемой L293D, L298N и ее возможностями.

Тема 7. Связь с компьютером. (2 ч.)

Знакомство с микроконтроллером Arduino

Тема 8. Датчик температуры. (2 ч.)

Знакомство с датчиками температуры, влажности. Подключение Wi-Fi и Bluetooth модулей.

Тема 9. Семисегментный индикатор. (2 ч.)

Подключение светодиодов, семисегментного индикатора, ЖК дисплея.

Тема 10. Расширитель портов (2 ч.)

Подключение кнопок и джойстика.

Тема 11. ШИМ управляет диодом. (2 ч.)

Изменение яркости диода.

Тема 12. Управление серводвигателем. (2 ч.)

Изучение сервопривода. Подключение и программирование.

Тема 13. Пьезопищалка. (2 ч.)

Подключение пьезоэлемента.

Тема 14. Фоторезистор. (2 ч.)

Подключение и изучение действия фоторезистора.

Тема 15. Потенциометр (переменный резистор). (2 ч.)

Сборка простой модели. Движение вперед-назад.

Тема 16. MotorShield 2DC. (2 ч.)

Сборка модели, подключение платы.

Тема 17. LCD – экран. (2 ч.)

Сборка модели с экраном.

Тема 18. RTC – часы. (2 ч.)

Сборка часов.

Тема 19. MotorShield от Freeduino 4DC-2Servo (2 ч.)

Сборка модели, подключение платы.

Тема 20. Joystick Module For Arduino (SKUDFR0061) (2 ч.)

Подключение джойстика.

Тема 21. Конструирование робота бегущего по линии (6 класс)

Конструирование робота - сумо (7-8 класс)

Конструирование робота – футболиста (9-11 класс)

Разработка моделей для соревнований на кубок Губернатора томской области.

Материально-техническое обеспечение программы.

1. Программное обеспечение Ардуино.
2. Наборы конструкторов: Образовательный набор «Амперка» , «Интернет вещей».

Раздел II. Комплекс организационно-педагогических условий

2.1. Формы аттестации и оценочные материалы

Способы определения результативности:

- педагогическое наблюдение;
- результаты промежуточного тестирования на предмет усвоения материала;

- защита проектов;
- участие воспитанников в мероприятиях (соревнованиях, конференции);
- решение задач поискового характера;
- активность обучающихся на занятиях.

Формы аттестации: самостоятельная работа, зачет, соревнования, презентация творческих работ, самоанализ, защита проектов на научно-практической конференции, выявление лидеров и награждение.

Оценочный лист

Дополнительная общеразвивающая программа освоена, если обучающиеся научились:

- выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;
- организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения;
- анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы;
- осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач;
- пользоваться профессиональной документацией;
- использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;
- работать в команде, эффективно общаться с коллегами;
- планировать собственное профессиональное и личностное развитие;
- определять основной функционал реализуемого на объекте решения;
- определять соответствие проектируемого решения требованиям технического задания;
- определять спецификацию технического решения;
- корректно размещать и подключать датчики и исполнительные устройства к ИИС;
- локально программировать и настраивать используемое оборудование (контроллер);
- настраивать сетевое взаимодействие локального оборудования и облачного приложения;
- настраивать основные возможности облачных приложений по сбору данных с ИИС для дальнейшего использования и анализа;
- настраивать возможности дистанционного управления ИИС посредством облачного приложения;
- настраивать возможности автоматической работы системы в рамках программируемых параметров;
- реализовать основной функционал объекта в виде 8 функциональных решений с использованием линейных, условных и вариативных условий в соответствии с техническим заданием на реализацию;
- выявлять несоответствие реализуемых функций предоставленному ТЗ и возможности оперативных изменений;
- осуществлять поиск возможных неисправностей в работе системы;

- выполнять дополнительные технические задания.

2.2. Условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое обеспечение для реализации программы:

- локальная сеть (провод) с доступом в Интернет;
- ПО для компетенции «Интернет вещей»;
- наборы по робототехнике; (Образовательный набор «Амперка» , «Интернет вещей».)
- поля для проведения соревнований;
- ноутбуки;
- наборы комплектующих инженерных макетов;
- фрезерный станок с ЧПУ;
- 3D-ручки, расходный материал;
- ПО для компетенции «Виртуальная и дополненная реальность»;

2.3. Методические материалы

Обеспечение программы методическими видами продукции (разработка игр, бесед, походов, экскурсий, конкурсов, конференций и т.д.):

- 1) перед началом курса преподаватель-мейкер проводит беседу с целью краткого изложения курса;
- 2) имеется комплекс игр по тимбилдингу. В ходе игр возможно определение роли участников проекта;
- 3) рекомендуется посещение конференция для ознакомления с форматом их проведения и непосредственного участия;
- 4) имеется набор УМК, каждый из которых обеспечивает методическим материалом различные этапы проекта.

Рекомендации по проведению лабораторных и практических работ, по постановке экспериментов или опытов и т.д.:

- 1) рекомендуется подробное изучение системы облачных приложений ThingSpeak;
- 2) требуется знание по работе с платформой Arduino;
- 3) необходимо проверить все компоненты проекта;
- 4) каждый этап проекта по работе с отдельными компонентами должен быть произведен независимо от других этапов, каждая схема этапа разбирается до следующего этапа.

Дидактический и лекционный материалы, методики по исследовательской работе, тематика опытнической или исследовательской работы и т.д.:

- 1) в ходе работы над проектом рекомендуется использовать материалы сайтов arduino.ru, arduino.cc, amperka.ru;
- 2) к изучению предлагается теоретический материал, полученный на занятиях по платформе Arduino;
- 3) материалы и техническую документацию по компонентам можно найти на сайте производителей.

Список литературы:

1. Блум Д. Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства. М.: БХВ-Петербург, 2015.

2. Голованов В.П. Методика и технология работы педагога дополнительного образования: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. М.: Владос, 2004.
3. Петин В. Проекты с использованием контроллера Arduino. М.: БХВ-Петербург, 2017.
4. Роуз Д. Будущее вещей. Как сказка и фантастика становятся реальностью. М.: Альпина нон-фикшн, 2015.
5. Sommer U. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/ Freeduino: пер. с нем. – 2 –е изд., перераб. и доп. – СПб.:БХВ-Петербург, 2017. – 256 с.

Список литературы, рекомендованной обучающимся

1. Блум Д. Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства. М.: БХВ-Петербург, 2015.
2. Петин В. Проекты с использованием контроллера Arduino. М.: БХВ-Петербург, 2015.
3. Роуз Д. Будущее вещей. Как сказка и фантастика становятся реальностью. М.: Альпина нон-фикшн, 2015.