

**Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение
«Академия цифровых технологий»
Санкт-Петербурга**

ПРИНЯТО
на общем собрании
Протокол от «31» августа 2021 г.
№ 8

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГБНОУ
«Академия цифровых технологий»

_____ Д.С. Ковалев

Приказ от «31» августа 2021 г. № 334

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Программирование микроконтроллеров»

Возраст обучающихся: 12-16 лет

Срок реализации: 2 года

Разработчик:
Королёва Т.Н.,
педагог дополнительного образования

ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.	Учреждение	Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение «Академия цифровых технологий» Санкт-Петербурга
2.	Полное название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы программирования микроконтроллеров (Ардуино)»
3.	Направленность программы	Техническая направленность
4.	Сведения о разработчиках	
4.1.	ФИО, должность	Королева Татьяна Николаевна,
5.	Сведения о программе	
5.1.	Срок реализации	1 год, 144 часа, 2 раза в неделю по 2 часа.
5.2.	Адресат программы	учащиеся 12-13 лет (младший уровень). учащиеся 14-16 лет (старший уровень)
5.3.	Характеристика программы:	Тип - дополнительная общеобразовательная программа Вид - общеразвивающая программа Разноуровневая форма организации содержания учебного процесса.
5.4.	Цель программы	Развитие познавательных, интеллектуальных и творческих способностей, учащихся средствами и методами курса. Формирование у обучающихся основ знаний и навыков программирования встроенных микроконтроллеров, проектирование и создание электронных устройств под задачи проектов. Приобретение опыта командной и индивидуальной проектной работы.
5.5.	Уровень освоения программы	Базовый
6.	Формы и методы образовательной деятельности	Методы: объяснительно-иллюстративный; инструктивно-репродуктивный; частично-поисковый; исследовательский; метод творческих проектов, самостоятельная работа учащегося. Формы: Самостоятельная поисковая и творческая деятельность, презентация и защита проекта и др. Объяснение, инструктаж, демонстрация и др.; применение знаний на практике и др.; работа по схемам, таблицам, работа с литературой, интернет ресурсами и др.;
7.	Формы мониторинга результативности освоения программы	Входная и выходная диагностика, промежуточная аттестация по итогам полугодия и года. Участие учащихся в выставках, конкурсах и спортивно-технических соревнованиях.

8.	Результативность реализации программы	Сохранность контингента учащихся после 1-го года 60% от исходного количества на начало обучения. Наличие призовых мест на выставках, конкурсах и спортивно-технических соревнованиях районного, муниципального, республиканского, регионального уровней.
9.	Дата утверждения и последней корректировки программы	

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Образовательная программа «Программирование микроконтроллеров (Ардуино)», имеющая **техническую** направленность, разработана для подростков **12-16 лет**. По уровню усвоения программа **базовая**.

Навыки современного продвинутого «самодельщика» (которые являются также и основами современной общеинженерной подготовки) включают умение сконструировать механическую часть изделия, снабдить его электронной начинкой (включая микроконтроллерный «мозг») и эту электронику запрограммировать. Таким образом, инженерное 3D-моделирование и конструирование, цифровую электронику и программирование (в том числе, микроконтроллеров) следует рассматривать как 3 взаимосвязанных и взаимодополняющих направления обучения в рамках начальной пред-инженерной подготовки детей. Данный курс покрывает два из этих трех направлений: основы цифровой электроники и ее программирование.

Данный курс может рассматриваться как параллельный либо продолжающий курс **«Основы 3D-моделирования и конструирования»**, а также как продолжение курса **«Основы радиоэлектроники»**. Навыки, получаемые в ходе освоения данной учебной программы, могут использоваться обучающимися в ходе выполнения работ в других объединениях технической направленности (в первую очередь **робототехники**, также судо-, авто-, авиа-моделирование), дома и на уроках технологии в школе.

Актуальность данной образовательной программы определяется несколькими важными моментами:

- данная программа способствует достижению результатов, заложенных в Федеральном государственном образовательном стандарте для среднего образования, в частности, по предметным областям информатика и технология; обучение по данной программе поможет формированию у подростков основ инженерной грамотности, а также основных информационно-коммуникативных компетентностей;
- Освоение основ цифровой электроники и ее программирования подростками, склонными к техническому творчеству, резко сокращает дистанцию от замысла до изделия, позволяет реализовать свои творческие способности, применять полученные знания и навыки как в учебных, так и в личных целях;
- владение этими технологиями может стать хорошей страховкой при профессиональном становлении, а также в позитивном самоопределении подростка в среде сверстников.

Цель образовательной программы: развитие творческих способностей подростков и формирование информационно-коммуникативных и социальных компетентностей через создание собственных проектов «умных» самоделок с программируемой электронной начинкой.

Задачи образовательной программы.

Обучающие:

- Научить программировать на языке C в среде Ардуино в объеме, достаточном для задания логики работы несложных технических устройств, электронных игрушек и роботов;
- Научить работать с основными типами внешних устройств (различными датчиками, моторами, модулями связи и т.п.) и использовать их в творческих проектах, в том числе робототехнических и связанных с «интернетом вещей»;
- Научить детей основам схмотехники (принципиальные схемы и схемные обозначения различных компонентов);
- Научить работать с программами конструирования печатных плат, научить приемам самостоятельного изготовления печатных плат.
- Научить базовым навыкам ручной работы и использования инструментов, необходимых для сборки и настройки изготовленных изделий (пайка, радиомонтаж).

Развивающие:

- развивать познавательный интерес, внимание, память;
- развивать логическое и алгоритмическое мышление;
- формировать навыки сознательного и рационального использования конструкторских технологий в своей повседневной, учебной деятельности;
- развивать коммуникативные навыки, умение взаимодействовать в группе.

Воспитательные:

- формировать творческий подход к поставленной задаче;
- формировать навыки командной работы
- прививать техническую и информационную культуру как составляющую общей культуры современного человека;
- воспитывать чувство ответственности за свою работу;
- воспитывать сознательное отношение к выбору будущей профессии.

Возраст обучающихся 1 года обучения – 12-16 лет

В группы 1 года обучения набираются, в основном, дети, проходившие ранее обучение по направлениям, связанным с робототехникой, электроникой, программированием. При приеме проводится собеседование с ребенком для выявления уровня компьютерной грамотности и технических наклонностей обучающегося.

Формы занятий. В ходе образовательного процесса применяются различные формы организации деятельности учащихся и методы обучения. На начальном этапе преобладают групповые и индивидуально-групповые занятия, к концу курса все большая часть учебного времени выделяется на выполнение командных или индивидуальных творческих проектов учащихся.

Разноуровневость: при наличии более одной группы, учащиеся разделяются на группы по возрасту и/или подготовке. содержание модуля для младшей и для старшей групп отличается на уровне рабочих программ. Для старшей группы больше времени выделяется на самостоятельное решение задач по программированию, для младшей группы - объяснения подробнее и алгоритмы проще.

Ожидаемые результаты и способы определения их результативности

В результате освоения программы у обучающихся формируются информационно-коммуникативные компетентности.

Обучающиеся будут знать:

Основы программирования на языке C, основы архитектуры микроконтроллеров (Ардуино), основные типы Ардуино-совместимых внешних устройств и способы работы с ними, способы решения типовых задач программирования микроконтроллеров.

Обучающиеся будут уметь:

Собирать на макетной плате и программировать несложные электронные устройства на основе контроллера Ардуино и распространенных датчиков. Самостоятельно находить и изучать документацию на незнакомые внешние устройства (датчики). Находить, устанавливать и использовать библиотеки программ для работы с конкретным устройством. Используя знания, полученные на курсе 3D-конструирования, создавать и изготавливать корпуса и механические узлы для электронных изделий. Используя знания, полученные на курсе «Робототехники», создавать на базе контроллера Ардуино роботов для участия в соревнованиях. Объяснять и обосновывать использованные технические и программные решения. Уметь разработать и изготовить электронную игрушку, электронную «начинку» для моделей, изготавливаемых в рамках других технических объединений).

У обучающихся будет развиваться:

Логическое и алгоритмическое решение, умение выражать конструкторские идеи в виде схем и программ, изобретательский подход, способность к инженерному мышлению, самостоятельному поиску и изучению необходимой информации.

У обучающихся будет воспитываться:

Ответственность за создаваемый продукт, уважение к своему труду, упорство в достижении желаемых результатов, внимание к деталям, понимание ценности доброжелательных и конструктивных отношений в коллективе, навыки командной работы. Подростки научатся принимать компьютер как инструмент, необходимый для решения различных творческих задач.

Формы контроля.

Текущий контроль осуществляется путем проверки результатов выполнения заданий по каждой из тем занятий.

В качестве **промежуточного** контроля предусматривается выполнение тестов по отдельным разделам образовательной программы, а также проведение соревнований по сборке и программированию микроконтроллерных схем на время, по заданиям-карточкам.

Итоговым контролем является защита проектов и участие в конкурсах. Оценка результатов освоения образовательной программы выполняется по совокупности работ, выполненных каждым обучающимся, включая результаты участия в различных мероприятиях, фестивалях, конкурсах технического творчества.

Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель	Кол-во учебных часов	Режим занятий
Первый год			36	144	2 раза в неделю по 2 часа

Учебный план

№ п/п	Разделы и темы	Кол-во учебных часов		
		Всего	Теория	Практик а
1	Введение, инструктаж по ТБ, первое знакомство с Ардуино.	2	1	1
2	Основы программирования на C для контроллера Arduino.	60	10	50
2.1	Знакомство с Ардуино и языком C. Базовый ввод-вывод.	24	4	20
2.2	Аналоговый вход и ШИМ-выход, плавное управление светодиодами и сервоприводами	12	2	10
2.3	Работа с распространенными датчиками. Использование готовых библиотек.	24	4	20
3	Решение робототехнических задач с Ардуино	60	10	50
3.1	Драйвера моторов. Сборка робота-тележки. Плавное управление моторами.	10	2	8
3.2	Датчики освещенности и езда по линии. Понятие о регуляторах.	24	4	20
3.3	Телеуправление по ИК-каналу.	8	2	6
3.4	Использование сервопривода для захвата и переноски предметов.	18	2	16
4	Работа над проектами и подготовка к соревнованиям	20	0	20
5	Подведение итогов года.	2	2	0
	Итого	144	48	96

Примечание: в зависимости от уровня практической подготовки группы педагог может перераспределять часы по темам программы в пределах установленного времени.

СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Введение, инструктаж по ТБ, первое знакомство с Ардуино.

Теория: Правила поведения в компьютерном классе, правила техники безопасности при работе с компьютерной техникой. Введение в предмет курса: о среде программирования Ардуино и контроллере Ардуино, его возможностях и сфере применения. «Ножки» Ардуино как его способ общения с внешним миром. Язык C. Структура программы для Ардуино. Функции `setup()` и `loop()`, `digitalWrite()` и `delay()`.

Практика: Подключение Ардуино, загрузка и запуск готового примера программы (мигающий светодиод). Внесение изменений в программу.

Раздел 2. Основы программирования на C для контроллера Arduino

Тема 2.1. Основы программирования на C для контроллера Arduino. Базовый ввод-вывод.

Теория (программирование): Синтаксис языка C. Объявление и использование переменных. Типы переменных. Функции: определение и вызов. Параметры функций. Вывод отладочной информации через последовательный порт. Циклы и условные операторы. Массивы и работа с ними. Символы и строки. Перебор символов в строке. Подключение и использование библиотек.

Теория (оборудование): Макетная плата и ее внутренние соединения. Свойства светодиодов и их правильное подключение. Кнопочный выключатель как источник входного сигнала. Устройство и подключение потенциометра. Считывание аналогового сигнала. Использование пьезо-пищалки. Использование фоторезистора.

Практика: на занятиях выполняется последовательность постепенно усложняющихся заданий по программированию Ардуино на макетной плате, с использованием светодиодов и пищалки как выходов, кнопок и потенциометров как устройств ввода. Сквозной темой является устройство для передачи кода Морзе, начиная с модификации стандартного примера `Blink` для передачи сигнала SOS, кончая передачей морзянки по лазерному лучу и ее автоматическим распознаванием.

На этом этапе все делается только на монтажной плате, с минимальным набором внешних компонентов. Упор делается на синтаксис языка (т.е. умение не делать синтаксических ошибок) и программную логику.

Тема 2.2. Аналоговый вход и ШИМ-выход, плавное управление светодиодами и сервоприводами.

Теория (программирование): Цифровые и аналоговые сигналы. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) как способ управления яркостью светодиода. Функция `analogWrite()`. Делители напряжения. Потенциометр, как источник аналогового сигнала. Преобразование аналогового сигнала в цифровой. Чтение аналогового сигнала функцией `analogRead()`. Масштабирование полученных значений функцией `map()`. Пересылка отладочной информации на компьютер через последовательный интерфейс. Класс `Serial`.

Практика: серия заданий по программированию Ардуино на макетной плате, с использованием светодиодов, сервоприводов, потенциометров и датчиков освещенности. Задания включают в себя плавное управление яркостью светодиодов, в том числе в зависимости от данных с потенциометра или датчиков освещенности.

Тема 2.3. Работа с распространенными датчиками. Использование готовых библиотек.

Теория (программирование): **Обнаружение** препятствий. Сонар. Принцип работы. Нахождение и подключение готовых библиотек. Библиотека `Tone`. Использование аппаратных таймеров различными библиотеками, возможные конфликты в коде и их разрешение. Принцип работы сервопривода и программное управление им. Библиотеки `Servo` и `SoftServo`. Датчики освещенности, температуры.

Практика: Мини-проекты по созданию устройств, реагирующих на приближение объекта (автоматический открыватель ворот, «сонарный терменвокс» и пр.)

Раздел 3. Решение робототехнических задач с Ардуино

Тема 3.1. Драйвера моторов. Сборка робота-тележки. Плавное управление моторами.

Теория: Слаботочные и силовые устройства. Моторы постоянного тока. Необходимость драйверов моторов. Принцип действия драйвера мотора (H-bridge). Управление мощностью и направлением вращения. Техника безопасности при работе с источниками питания.

Практика: Создание двухколесной робо-тележки, на базе готовой платформы, либо самостоятельно (лазерная резка, 3D-печать). На собранной тележке отрабатываются базовые упражнения: плавное ускорение/замедление, повороты, «робот-прилипала» с сонаром.

на этом этапе материал подкрепляется как учебными заданиями, так и выполнением индивидуальных или командных мини-проектов. Учебные задания демонстрируют работу с различными внешними устройствами. Выполнение мини-проекта может быть рассчитано на несколько занятий. Устраиваются соревнования, лучшие проекты попадают на выставку работ или участвуют во внешних соревнованиях. Приветствуются проекты, выполняемые совместно с другими объединениями.

Тема 3.2. Датчики освещенности и езда по линии. Понятие о регуляторах.

Теория: Принцип действия оптопары. Оптопара как датчик линии. Цифровые и аналоговые датчики линии. Понятие о регуляторах. Типы регуляторов (релейный, PID). Следование по линии, подсчет перекрестков.

Практика: Робо-тележка оснащается разным количеством датчиков линии, начиная с одного. Выполняется ряд упражнений, связанных с движением по линии, по инверсной линии, с подсчетом перекрестков, с объездом препятствий.

Тема 3.3. Телеуправление по ИК-каналу.

Теория: Приемники инфракрасных команд. Декодировка команд в конструкции switch(){} языка C.

Практика: Используется модуль ИК-приемника, чтобы распознавать команды от пульта управления (телевизором, проектором и т.п.). Затем приемник устанавливается на роботе и программируется передача базовых команд (вперед/назад, поворот и т. п.).

Тема 3.4. Использование сервопривода для захвата и переноски предметов.

Теория: минимальна. Вспоминается управление сервоприводом.

Практика: В робо-тележку добавляется манипулятор с 2-мя степенями свободы (схват + подъем). Программируется любая типичная задача соревновательной робототехники (сбор банок и пр.).

Раздел 4. Работа над проектами и подготовка к соревнованиям.

Ведется индивидуальная и командная проектная работа с целью подготовки к соревнованиям по электронике и робототехнике.

Раздел 5. Подведение итогов года.

Тема 5.1. Заключительное занятие. Подведение итогов года,

Теория: Обсуждение изученного, успехи и неудачи, планы на будущее.

Практика: демонстрация работ.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Процесс достижения поставленных цели и задач программы осуществляется в сотрудничестве учащихся и педагога. При этом реализуются различные методы осуществления целостного педагогического процесса. На различных его этапах ведущими выступают отдельные, приведенные ниже методы.

Методы обучения:

- **объяснительно-иллюстративные** - демонстрация приемов работы с соответствующим программным обеспечением (с использованием проектора, интерактивной доски);
- **практические (репродуктивные)** – моделирование изделий с использованием пошаговых инструкций;
- **частично-поисковые** – конструирование изделий на основе технического задания, с помощью преподавателя;
- **метод проектов** – индивидуальные или групповые;

Методы стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности:

- привлекательные задания для обучающихся;
- возможность изготовить и забрать с собой удачные модели
- размещение фотографий удачных работ на странице объединения на сайте ЦТТИИТ
- размещение физических копий таких работ в музее объединения
- коллективные обсуждения выполненных работ.

Методы воспитания:

- беседы;
- метод примера;
- педагогическое требование;

Выбор метода обучения зависит от содержания занятия, уровня подготовки и опыта обучающихся. На занятиях преобладают репродуктивный и репродуктивно-творческий методы. Основной формой проведения занятий является практическая работа на компьютере, заключающаяся в выполнении заданий по образцу и творческие работы. В качестве результата выполнения заданий могут выступать:

- Компьютерная модель электронной схемы, выполненная в эмуляторе (например, Autodesk 123D-Circuit)
- Функционирующая (т. е. корректно собранная и запрограммированная) микроконтроллерная схема, выполненная на макетной плате.
- Робот или другое изделие с электронной «начинкой», выполненное с использованием как технологий, изучаемых на данном курсе, так и технологий 3D-моделирования и прототипирования.

На занятиях по всем темам проводится инструктаж по технике безопасности при работе в компьютерном классе.

Решению воспитательных задач способствует участие обучающихся в выставках и конкурсах различного уровня.

Для проведения учебного процесса необходимы:

- Компьютерный класс с персональными компьютерами по числу обучающихся,
- Учебные комплекты с контроллером Ардуино, по числу обучающихся (набор «Матрешка» или аналогичный),

- Различные датчики, моторы, модули беспроводной связи и пр.
- Электроизмерительные приборы (мультиметры, осциллограф, генератор сигналов)
- Выход в Интернет,
- Проектор и экран (предпочтительно - интерактивная доска),

Аппаратное обеспечение (компьютеров):

- процессор не хуже Intel® Core i5 или эквивалентный AMD
- Не менее 4 Гб оперативной памяти (рекомендуется 8 Гб или более),
- разрешение монитора 1024x768 (рекомендуется 1280x800), видеокарта с поддержкой OpenGL, аппаратного ускорения и 16-разрядных цветов, 256 Мб видеопамяти,

Программное обеспечение:

- Операционная система Windows, не ниже Windows 10 64-bit,
- Среда разработки Arduino IDE (бесплатная)
- Eagle CAD 7.3 (или новее), бесплатная версия.
- Fritzing – простая программа для разводки печатных плат, бесплатная.
- (Желательно) система управления классом (например, iTALC)
- (Желательно) средства управления доступом в Интернет с компьютера преподавателя
- Сетевое дисковое пространство для хранения работ обучающихся

Расходные материалы для одной группы (на весь учебный год):

- Arduino Nano 32k, или Arduino Uno – 20 штук. Макетные платы, различные датчики и другие радиокомпоненты. Моторы (DC, шаговые, сервоприводы)
- бумага для принтера формата А4 (1 пачка - 500 листов),
- карандаши чертежные, 3-4 упаковки
- картридж для принтера (1 шт.)

Каждому учащемуся необходимо иметь:

- тетрадь или альбом для зарисовок,
- чертежный карандаш и стирательную резинку,
- (желательно) электронный носитель информации («флэшку»).

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ЛИТЕРАТУРА

1. Виктор Петин, Проекты с использованием контроллера Ардуино. БХВ-Петербург, 2014 г. ISBN 978-5-9775-3550-2;
2. Чарльз Платт, Электроника для начинающих. БХВ-Петербург, 2014. ISBN 978-5-9775-0679-3
3. Джереми Блум, Инструменты и методы технического волшебства. БХВ-Петербург, 2015. ISBN 978-5-9775-3585-4.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. <http://arduino.ru/> - документация и библиотека проектов на Ардуино
2. <http://makezine.com/> - сайт журнала «самодельщиков» Make, в т.ч. проекты с Ардуино.
3. <http://www.instructables.com/> - огромная библиотека самоделок, в т.ч. электронных.
4. <http://www.cadsoftusa.com/> - сайт фирмы-разработчика программы Eagle CAD.
5. <https://123d.circuits.io/> - бесплатный online-сервис разработки электронных схем, включающий эмулятор Arduino (можно создать и запрограммировать схему с микроконтроллером прямо на экране)