

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ
Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного
профессионального образования
«Московский центр технологической модернизации образования»

Программа
дополнительного профессионального образования
(программа повышения квалификации)

**«Преподавание курса «Изучение киберфизических устройств и систем на
базе микропроцессорных плат Arduino»**

Автор-составитель:
С.В. Кондрашов

Москва 2017 г.

Раздел 1. «Характеристика программы»

1.1. Цель реализации программы

Цель: совершенствование профессиональных компетенций слушателей в области преподавания основ киберфизических устройств и систем на базе микропроцессорных плат Arduino.

Совершенствуемые компетенции

№ п/п	Компетенции	Направление подготовки Педагогическое образование Код компетенции
		Бакалавриат
		4 года (44.03.01)
1.	Способен использовать современные методы и технологии обучения и диагностики	ПК-2
2.	Способен руководить учебно-исследовательской деятельностью	ПК-12

1.2. Планируемые результаты обучения

№ п/п	Знать	Направление подготовки (44.03.01) Педагогическое образование Код компетенции
		Бакалавриат
		4 года
1.	Основные направления и тенденции развития в области разработки киберфизических устройств и систем на базе микропроцессорных плат Arduino, основы электроники, теоретические основы технической кибернетики и информатики, физики, а	ПК-2

	также методики их эффективного применения.	
2.	Алгоритмы программ для микропроцессорных плат Arduino.	ПК-2, ПК-12
3.	Правила построения принципиальных схем электрических цепей. Принципы оформления технической документации для учебных проектов.	ПК-2, ПК-12
	Уметь	Бакалавриат
		4 года
1.	Проектировать и разрабатывать электрические (электронные) схемы с использованием специализированных редакторов электрических схем, писать программы для микропроцессорных плат Arduino.	ПК-2, ПК-12
2.	Разрабатывать учебные проекты в области информатики и технической кибернетики с использованием киберфизических устройств и систем на базе микропроцессорных плат Arduino.	ПК-2, ПК-12
3.	Работать с технической документацией, состоящей из принципиальных электрических (электронных) схем, технических справочников, содержащих параметры и характеристики электронных компонентов, макетов электронных устройств. Систематизировать и подготовить техническое описание учебного проекта: назначение, принцип действия, технические параметры и характеристики разрабатываемых устройств и т.п.	ПК-2, ПК-12

Категория обучающихся: учителя технологии, информатики, физики основной и старшей общеобразовательной школы, преподаватели среднего профессионального образования, учреждений дополнительного образования

детей, имеющие или получающие высшее образование.

Форма обучения: очная

Режим занятий, срок освоения программы: 4 часа одно занятие,
трудоемкость: 72 академических часа.

Раздел 2. «Содержание программы»

2.1. Учебный (тематический) план

№	Наименование	Всего, часов	Виды учебных занятий, учебных работ		Форма контроля
			Лекции	Интерактивные занятия	
1.	Модуль 1. Основные направления и тенденции развития киберфизических устройств и систем	4	4	0	
1.1	Синергия киберпространства и реального мира как реализация синтеза наук. Архитектура киберфизических устройств. Ретроспектива и современные тенденции развития киберфизических устройств и систем.	1	1	0	
1.2	Принципы организации образовательной среды для обеспечения учебной и проектной деятельности обучающихся и разработки программ дополнительного образования, связанных с изучением технической кибернетики в старших классах общеобразовательной школы.	3	3	0	
2.	Модуль 2. Основы электроники и схемотехники	8	2	6	Зачет
2.1.	Электрический ток, напряжение, сопротивление, мощность. Язык схем. Использование макетной платы для быстрой сборки электрической схемы. Измерение параметров электрических цепей и электронных компонентов.	4	1	3	

	Мультиметр. Использование редакторов принципиальных электронных схем. Виртуальная лаборатория.				
2.2.	Полупроводники.	4	1	3	
3.	Модуль 3. Основы цифровой техники	12	4	8	Зачет
3.1.	Математические основы кибернетики. Преобразование аналогового сигнала в цифровой. Логические элементы «и», «или», «не» на кнопках и транзисторах	4	1	3	
3.2.	Комбинационная и последовательная логика.	4	1	3	
3.3.	Общие сведения о микропроцессорах и микроконтроллерах. Уровни абстракций электронных вычислительных систем. Моделирование электронных киберфизических систем: иерархичность, модульность, регулярность.	1	1	0	
3.3	Начальные сведения о конечных автоматах	3	1	2	
4.	Модуль 4. Знакомство с микропроцессорной платой Arduino	12	2	10	Зачет
4.1.	Краткая история Arduino. Устройство Arduino. Интегрированная среда разработки Arduino (Arduino Integrated Development Environment, IDE).	4	1	3	
4.2.	Основы программирования на языке C. Функции из библиотеки Arduino. Программирование цифровых выводов. Проектная документация	8	1	7	

5.	Модуль 5. Практика разработки простых киберфизических устройств (синергия физического, электрического и информационного уровней)	8	2	6	Зачет
5.1.	Устройства с аналоговыми датчиками. Звуковые колебания.	4	1	3	
5.2.	Электромеханические исполнительные устройства (мехатроника)	4	1	3	
6.	Модуль 6. Практика программирования на углубленном уровне	4	1	3	Зачет
6.1.	Конечные автоматы, прерывания по таймеру, аппаратные прерывания, ... Использование и создание специализированных библиотек программного кода. Основы ООП.	4	1	3	
7.	Модуль 7. Практика разработки киберфизических сетевых систем. Интерфейсы передачи данных.	8	3	5	Зачет
7.1.	Упрощенная версия модели организации сетевого обмена OSI Open Systems Interconnect. Уровни согласования: физический, электрический, логический, уровень данных, уровень приложений. Установка соединения на нижних уровнях.	4	2	2	
7.2.	Организация информационного взаимодействия микроконтроллера с микросхемами и устройствами с	4	1	3	

	использованием интерфейсов 1-Wire, SPI...				
8.	Модуль 8. Практика разработки киберфизических систем, взаимодействующих в локальной сети Ethernet и сети Интернет.	12	5	7	Зачет
8.1.	Сетевые топологии и сетевые адреса. Клиенты и серверы	4	3	1	
8.2.	Практика использование Arduino в качестве сервера и клиента киберфизической системы	8	2	6	
9.	Итоговая аттестация	4	0	4	Итоговый проект
		72	23	49	

2.2. Учебная программа

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
Модуль 1. Основные направления и тенденции развития киберфизических устройств и систем		
Тема 1.1. Синергия киберпространства и реального мира как реализация синтеза наук. Архитектура киберфизических устройств. Ретроспектива и современные тенденции развития киберфизических устройств и систем.	Лекция, 1 час.	Киберфизические устройства и системы как синтез вычислительных устройств, различного рода датчиков, воспринимающих параметры окружающей среды, и исполнительных электронных и электромеханических устройств. Знакомство с архитектурой киберфизических устройств и систем. Примеры практического применения киберфизических систем в различных областях жизнедеятельности человека

<p>Тема 1.2. Принципы организации образовательной среды для обеспечения учебной и проектной деятельности обучающихся и разработки программ дополнительного образования, связанных с изучением технической кибернетики в старших классах общеобразовательной школы.</p>	<p>Лекция 3 час</p>	<p>Рекомендации по использованию учебных методических ресурсов (книги, справочники, электронные ресурсы) в рамках прохождения данного курса. Варианты организации и использования материально-технических условий для реализации учебного процесса. Знакомство с примерами технических заданий на учебные проекты, используемые в качестве заданий (кейсов компетенции «электроника») чемпионатов и олимпиад JUNIORSKILLS и заданий заключительного этапа ВСЕРОССИЙСКОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ОЛИМПИАДЫ НТИ - Национальная технологическая инициатива по профилю "ЭЛЕКТРОННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: УМНЫЙ ДОМ". Данные примеры – образцы проектов, подобных тем, которые слушатели данных курсов должны выполнить в качестве зачетной работы.</p>
<p>Модуль 2. Основы электроники и схемотехники</p>		
<p>Тема 2.1. Электрический ток напряжение, сопротивление, мощность. Язык схем. Использование макетной платы для быстрой сборки электрической схемы. Измерение параметров электрических цепей и электронных компонентов. Мультиметр. Использование редакторов принципиальных электронных схем.</p>	<p>Лекция 1 час</p>	<p>Природа электрического тока. Электрический ток напряжение, сопротивление, мощность. Закон Ома. Источники электроэнергии. Язык схем. Знакомство с технической документацией на обозначения в электрических схемах согласно существующим ГОСТам. Резисторы, кнопки, переключатели, реле, светодиоды. Переменное сопротивление – потенциометр. Конденсаторы, технические характеристики, маркировка. Реле – назначение и принцип работы. Катушка индуктивности. Знакомство с документацией на цветовую и кодовую маркировку электрических компонент.</p>

Виртуальная лаборатория.	Практикум, 3 часа	Создание батарейки из овощей и фруктов. Использование мультиметра для измерения параметров электронных компонентов. Использование виртуальных лабораторий (симуляторов электронных цепей) для моделирования и построения электрических схем, имитации процессов в электронных устройствах, измерения параметров электрических цепей. Начертить (создать в виртуальной графической среде моделирования) электронную схему устройства согласно техническому заданию и в соответствии с технической документацией на обозначения в электрических схемах. Сборка электронных схем на макетной плате.
Тема 2.2. Полупроводники	Лекция 1 час	Полупроводники – назначение и принцип работы. Типы транзисторов. Знакомство с технической документацией на промышленные полупроводниковые приборы.
	Практикум, 3 часа	Практика применения транзисторов в электронных схемах. Измерение параметров. Учебный проект с использованием транзисторов. Сборка электронного устройства согласно техническому заданию.
Модуль 3. Основы цифровой техники		
Тема 3.1. Математические основы кибернетики. Преобразование аналогового сигнала в	Лекция 1 час	Математические основы: системы счисления, биты, байты, кодирование чисел. Логические элементы. Основы кодирования, преобразование аналогового сигнала в цифровой.

цифровой. Логические элементы «и», «или», «не» на кнопках и транзисторах	Практикум, 3 часа	Создание простых электронных схем, с использованием переключателей (кнопок) и транзисторов, моделирующих работу логических элементов. Учебный проект с использованием логических элементов. Сборка электронных устройств согласно техническому заданию.
Тема 3.2. Комбинационная и последовательная логика.	Лекция 1 час	Комбинационная и последовательная логика, логические элементы, принцип устройства триггера.
	Практикум, 3 часа	Практика использования логических микросхем, эксперименты с триггерами. Учебный проект с использованием логических элементов. Сборка электронных устройств согласно техническому заданию.
Тема 3.3. Общие сведения о микропроцессорах и микроконтроллерах. Уровни абстракций электронных вычислительных систем. Моделирование электронных киберфизических систем: иерархичность, модульность, регулярность.	Лекция 1 час	Общие сведения о микропроцессорах и микроконтроллерах. Архитектура. Уровни абстракций электронных вычислительных систем. Моделирование электронных киберфизических систем: иерархичность, модульность, регулярность.
Тема 3.4. Начальные сведения о конечных автоматах	Лекция 1 час	Принципы автоматного программирования.
	Практикум, 2 часа	Работа в виртуальной среде автоматного программирования, имитирующей поведение робота «Румба».
Модуль 4. Знакомство с микропроцессорной платой Arduino		
Тема 4.1. Краткая история Arduino. Устройство Arduino. Интегрированная среда разработки Arduino (Arduino Integrated	Лекция 1 час	Устройство Arduino – основные элементы платы (базовые схемы). Характеристики микропроцессорных плат семейства Arduino. Знакомство с технической документацией на микропроцессорные платы Arduino Uno.

Development Environment, IDE).	Практикум, 3 часа	Интегрированная среда разработки Arduino (Arduino Integrated Development Environment, IDE): установка, знакомство с интерфейсом. Правила работы в среде разработки. Подключение микропроцессорной платы к компьютеру. Компиляция программного кода и загрузка кода в микроконтроллер.
Тема 4.2. Основы программирования на языке C. Функции из библиотеки Arduino. Программирование цифровых выводов. Проектная документация.	Лекция 1 час	Основы программирования на языке C. Числовые переменные и арифметические операции. Команды if, for, while. Константы. Функции. Массивы и строки. Директивы. Типы данных в Arduino. Стандартная библиотека Arduino. Функции из библиотеки Arduino.
	Практикум, 7 часов	Программирование цифровых выводов. Монитор последовательного порта. Широтно-импульсная модуляция с помощью analogWrite(). Считывание данных с цифровых контактов. Устранение "дребезга" кнопок. Разработка проектной документации, в которую входят: описание разрабатываемого устройства, его технические характеристики, принципиальная электронная схема устройства, в случае промышленного производства – схема печатной платы, при использовании навесного монтажа – схема расположения элементов на макетной плате, программный код с комментариями. Варианты практического применения. Предложения по дальнейшей модернизации устройства.
Модуль 5. Практика разработки простых киберфизических устройств (синергия физического, электрического и информационного уровней)		
Тема 5.1. Устройства с аналоговыми датчиками. Звуковые колебания.	Лекция 1 час Практикум, 3 часа	Сборка и программирование устройств использующих аналоговые датчики. Звуковые колебания. Сборка и программирование генератора звуковых колебаний.

Тема 5.2. Электромеханические исполнительные устройства (мехатроника)	Лекция 1 час	Принципы управления двигателем постоянного тока. H – мост.
	Практикум, 3 часа	Сборка и программирование устройства, управляющего работой реверсивного двигателя постоянного тока с переменной скоростью вращения.
Модуль 6. Практика программирования на углубленном уровне		
Тема 6.1. Конечные автоматы, прерывания по таймеру, аппаратные прерывания. Использование и создание специализированных библиотек программного кода. Основы ООП.	Лекция 1 час Практикум, 3 часа	Многозадачность на Arduino, ... Практика использования и создания специализированных библиотек программного кода. Основы объектно-ориентированного программирования. Учебный проект с использованием Arduino. Сборка электронных устройств согласно техническому заданию.
Модуль 7. Практика разработки киберфизических сетевых систем. Интерфейсы передачи данных.		
Тема 7.1. Установка соединения на нижних уровнях.	Лекция 2 час	Упрощенная версия модели организации сетевого обмена OSI Open Systems Interconnect. Уровни согласования: физический, электрический, логический, уровень данных, уровень приложений.
	Практикум, 2 часа	Установка соединения на нижних уровнях. (Вариант реализации модели уровней согласования на примере взаимодействия микропроцессорной платы Arduino с персональным компьютером по последовательному каналу связи USB/TTL-Serial)
Тема 7.2. Организация информационного взаимодействия микроконтроллера с микросхемами и устройствами с использованием интерфейсов 1-Wire, SPI...	Лекция 1 час	Подключение к Arduino внешних устройств посредством низкоуровневых интерфейсов 1-Wire, SPI...
	Практикум, 3 часа	Передача данных на LCD экран... Учебный проект с использованием Arduino и LCD экрана. Беспроводная связь с Arduino посредством спецификации Bluetooth. Сборка электронных устройств согласно

		техническому заданию. Работа над итоговым учебным проектом.
Модуль 8. Практика разработки киберфизических систем, взаимодействующих в локальной сети Ethernet и сети Интернет.		
Тема 8.1. Сетевые топологии и сетевые адреса. Клиенты и серверы	Лекция 3 часа	Сетевые топологии и сетевые адреса Модемы, хабы, коммутаторы, маршрутизаторы Аппаратные и сетевые адреса Структура IP адресов Преобразование числовых адресов в имена Коммутация пакетов для пересылки по сети (протоколы) Клиенты и серверы
	Практикум, 1 час	Работа с сетевыми сервисами. Работа с командной строкой. Работа над итоговым учебным проектом.
Тема 8.2. Практика использование Arduino в качестве сервера и клиента киберфизической системы	Лекция 2 часа	Развертывание киберфизической системы на базе микропроцессорной платы Arduino в локальной сети.
	Практикум, 6 часов	Практика использование Arduino в качестве сервера и клиента киберфизической системы. Обработка данных, полученных из Интернет на микропроцессорной плате Arduino. Работа над итоговым учебным проектом.
Модуль 9. Итоговая аттестация		
Проведение итоговой аттестации	Практика, 4 часа	Мероприятия в рамках курса.

Раздел 3. «Формы аттестации и оценочные материалы»

Текущий контроль – в форме выполнения и защите текущих практических заданий. Практические занятия требуют от учащихся конкретных действий по выполнению заданий преподавателя: решения задач, расчет параметров электрических цепей, написания программ, проведения тестирования программного кода и испытаний киберфизических устройств и сетей.

В процессе текущего контроля оценивается правильность выполненных заданий.

Итоговая аттестация – в процессе обучения слушатели курса изучают и разрабатывают и тестируют различные киберфизические устройства и системы.

Содержание: на итоговую аттестацию слушатели должны представить к защите практико-ориентированный краткосрочный проект - киберфизическое устройство или систему с сопутствующей сопроводительной документацией включающей: краткую пояснительную записку с описанием назначения и принципа работы устройства, принципиальную электронную схему, схему макетной платы, программный код. Продемонстрировать работу устройства.

Критерии оценивания:

1. Необходимо наличие актуальной задачи (проблемы), для решения которой создается проект.
2. Выполнение проекта начинается с планирования действий по разрешению проблемы, иными словами – с проектирования самого проекта, в частности – с определения вида продукта и формы представления результата.
3. Каждый проект требует исследовательской работы учащихся.

4. Результатом работы над проектом, иначе говоря, выходом проекта, является продукт – в конкретном случае, киберфизическое устройство или модель.
5. Представление готового продукта с обоснованием, что это эффективное средство решения поставленной проблемы. Иными словами, осуществление проекта требует на завершающем этапе презентации продукта и защиты самого проекта.

Оценивание: зачет/ незачет.

Раздел 4. «Организационно-педагогические условия реализации программы»

4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы

Список литературы

1. Белов А.В. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только. – М.: Наука и Техника, 2016 г. - 352 с.
2. Джереми Блум Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства.- БХВ-Петербург, 2016 г. - 336 с.
3. Ревич Ю. Азбука электроники. – Москва : Издательство АСТ,. 2017. – 224 с.
4. Саймон Монк Програмируем Arduino. Основы работы со скетчами; Питер, 2017 г. - 208 с.
5. Саймон Монк Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами; Питер, 2017 г. - 272 с.
6. Саймон Монк Мейкерство. Arduino и Raspberry Pi. Управление движением, светом и звуком; БХВ-Петербург, 2017 г. 336 с.
7. Хэррис Дэвид М., Хэррис Сара Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера; ДМК-Пресс, 2017 г. - 772 с.
8. Чарльз Платт Электроника для начинающих; БХВ-Петербург, 2017 г. - 416 с.

Интернет-ресурсы

1. Виртуальная интерактивная среда для разработки и тестирования электронных устройств. Добавлено: 04.9.2017. – Проверено: 04.9.2017. <https://www.tinkercad.com/circuits>
2. Википедия на сайте Амперка. Методические материалы по микроэлектронике и одноплатным микропроцессорным устройствам. Добавлено: 04.9.2017. – Проверено: 04.9.2017. <http://wiki.amperka.ru/>
3. Сайт поддержки и сопровождения микропроцессорных плат Arduino. Добавлено: 04.9.2017. – Проверено: 04.9.2017. <https://www.arduino.cc/>

4. Logisim - это образовательный инструмент для разработки и моделирования цифровых логических схем. Добавлено: 04.9.2017. – Проверено: 04.9.2017. <http://www.cburch.com/logisim/ru/index.html>
5. Система проектирования электроники. Добавлено: 04.9.2017. – Проверено: 04.9.2017. <https://easyeda.com/>
6. Знакомство с цифровой электроникой (учебный курс). Добавлено: 04.9.2017. – Проверено: 04.9.2017. https://pushkininstitute.ru/school/facultative/external_courses/38
7. Архив заданий чемпионата JUNIORSKILLS. Добавлено: 04.9.2017. – Проверено: 04.9.2017. <https://spo.mosmetod.ru/junior-skills/archive>
8. Профиль "ЭЛЕКТРОННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: УМНЫЙ ДОМ" ВСЕРОССИЙСКОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ОЛИМПИАДЫ НТИ - Национальная технологическая инициатива. Добавлено: 04.9.2017. – Проверено: 04.9.2017. <http://nti-contest.ru/profiles/smarthouse/>
9. Сборник задач Олимпиады НТИ - 2017 по профилю: "Электронная инженерия: умный дом". Добавлено: 04.9.2017. – Проверено: 04.9.2017. <https://drive.google.com/file/d/0B0X30BfOmpvzdFpTVTFRcFpjMjQ/view>
10. Обозначения в электрических схемах. Добавлено: 04.9.2017. – Проверено: 04.9.2017. <https://elektroshema.ru/2009-02-05-22-57-45/ugo-2.html>

4.2. Материально-технические условия реализации программы

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины:

Рабочие места слушателей с компьютерами (ОС Windows XP/Vista/7/8).

Рабочее место преподавателя (ОС Windows XP/Vista/7/8), проектор, интерактивная доска.

Возможно использование компьютеров под управлением операционной системы Linux.

Среда разработки – Arduino IDE

Ресурсные наборы «Матрешка Z» от ООО «Амперка», в состав которых включена микропроцессорная плата Arduino, или подобный обучающие наборы на базе Arduino от ООО "АЙРДУИНО", дополненные необходимыми электронными компонентами.