

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Программирование встроенных систем управления

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Математическая робототехника

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.09 Программирование встроенных систем управления относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1: Знает современные методы решения задач фундаментальной и прикладной математики ОПК-1.2: Умеет использовать фундаментальные знания и практический опыт в профессиональной деятельности ОПК-1.3: Имеет навыки решения актуальных и значимых проблем фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1: Знает современные методы решения задач теории управления применительно к разработке встраиваемых систем управления ОПК-1.2: Умеет проектировать архитектуру программного обеспечения встраиваемых систем управления Умеет реализовать и отлаживать программное обеспечение встраиваемых систем управления ОПК-1.3: Умеет проектировать архитектуру сложных программно-аппаратных комплексов встраиваемых систем Умеет проектировать, разрабатывать и отлаживать сложные программно-аппаратные комплексы на основе открытых микроконтроллерных платформ	Отчет по лабораторным работам Контрольная работа	Зачёт: Практическое задание

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	43
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
1. Введение во встраиваемые управляющие системы	13	4	4	8	5
2. Основы цифровой и аналоговой схемотехники	13	4	4	8	5
3. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования	13	4	4	8	5
4. Классификация периферийных устройств, Вывод и визуализация данных	13	4	4	8	5
5. Работа с микроконтроллером, таймеры и прерывания	13	4	4	8	5
6. Широтно-импульсная модуляция, методы звукогенерации на микроконтроллерах	13	4	4	8	5
7. Работа с электродвигателями, ПИД-регулирование на микроконтроллерах	13	4	4	8	5
8. Передача информации через ir-канал, протокол UART	16	4	4	8	8
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	108	32	32	65	43

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение во встраиваемые управляющие системы

Установка среды Arduino, установка драйверов Arduino, подключение платформы к ПК и запуск простейших программ, сборка простейших схем – подключение светодиода через сопротивление, подключение потенциометра.

2. Основы цифровой и аналоговой схемотехники

Проблема подключения кнопки к микроконтроллеру, применение сопротивлений подтяжки для устранения «висящего» контакта, применение аппаратной фильтрации для борьбы с дребезгом кнопки. Основы разработки системы, зажигающую или гасящую «бортовой» светодиод на Arduino при каждом последующем нажатии на кнопку.

3. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования

Варианты считывания данных с аналоговых датчиков, подробно рассматривается проблема распределения разрешения АЦП в диапазоне рабочих значений датчика. Предлагается собрать схему с фоторезистором и светодиодом и добиться максимально эффективного распределения разрешения АЦП по рабочему диапазону освещенности фоторезистора путем подбора значения сопротивления подтяжки. В качестве дополнительного задания предлагается вывести формулу для оптимального значения сопротивления подтяжки в зависимости от минимального и максимального значений сопротивления фоторезистора.

4. Классификация периферийных устройств, Вывод и визуализация данных

Предлагается разработать две программы: преобразование текста, подаваемого с ПК через Serial, в код Морзе, и преобразование ввода с кнопки в текст, посылаемый на ПК. Предлагается рассмотреть соединение двух систем, выполненных на отдельных Arduino-платах, посредством светового канала (светодиод - фоторезистор).

5. Работа с микроконтроллером, таймеры и прерывания

Рассматривается альтернативная методика программирования на Arduino с непосредственным обращением к микроконтроллеру через регистры и порты ввода/вывода. Предлагается реализовать стандартную программу blink с использованием прерывания переполнения. Предлагается реализовать программу blink с помощью таймера в режиме сравнения, и программу-секундомер с использованием прерывания захвата ввода. Программы не должны использовать функций библиотеки Arduino, за исключением класса Serial, применяемого для отладки программы через виртуальный COM-порт.

6. Широтно-импульсная модуляция, методы звукогенерации на микроконтроллерах

Предлагается использовать аппаратную генерацию ШИМ для управления сервомотором. Требуется написать программу, задающую режим генерации ШИМ на таймере микроконтроллера. Управление положением сервомотора осуществляется за счет изменения скважности сигнала при постоянной частоте.

Предлагается найти конфигурацию значений регистров таймера, обеспечивающих необходимую частоту ШИМ-сигнала, и корректно выбрать таймер, способный работать в этом диапазоне значений.
Предлагается опытным путем определить значения скважности, определяющие рабочий диапазон вращения сервомотора.

7. Работа с электродвигателями, ПИД-регулирование на микроконтроллерах

Предлагается решить задачу управления двигателем постоянного тока при помощи алгоритма ПИД-регулирования.

8. Передача информации через i²c-канал, протокол UART

Рассматриваются особенности использования аппаратного UART, имеющегося на микроконтроллере ATmega168.

Предлагается реализовать инфракрасный канал связи с высокочастотной модуляцией и передачу данных манчестерским кодом.

Требуется разработать две системы – приемник и передатчик, как в задаче про азбуку Морзе. Передача осуществляется кодированием

данных в манчестерский код с высокочастотной модуляцией.

Предлагается исследовать влияние изменения скважности модулирующего сигнала на качество передачи данных и помехоустойчивость системы

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "не используются" (не используются).
- открытый онлайн-курс MOOC "не используются" (не используются).

Иные учебно-методические материалы: нет

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Реализовать интерфейс, аналогичный классу Serial, двумя способами – с использованием аппаратного USART микроконтроллера и с использованием программной реализации последовательного интерфейса.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все лабораторные работы или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы навыки	Продemonстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	подход к решению нестандартных задач
--	--	--	--	---	---	--	--------------------------------------

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Предлагается решить задачу управления двигателем постоянного тока при помощи алгоритма ПИД - регулирования для движения робота по линии на основе показаний датчика освещенности

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент может дать ответ на все теоретические вопросы, возможно с незначительными неточностями в определении понятий, процессов и т.п. Студент выполнил объем задания как минимум на 80%.

Оценка	Критерии оценивания
не зачтено	Студент не может дать ответа как на теоретические вопросы, так и на наводящие вопросы преподавателя. Студент не выполнил большую часть задания

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Программирование встроенных систем на C++17 / Пош М. - Москва : ДМК-пресс, 2020., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=664986&idb=0>.
2. Маркова Валентина Петровна. Эффективное программирование современных микропроцессоров : Учебное пособие / Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2014. - 148 с. - ВО - Бакалавриат., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=612626&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Боровский А. С. Программирование микроконтроллера Arduino в информационно-управляющих системах : учебное пособие / Боровский А. С., Шрейдер М. Ю. - Оренбург : ОГУ, 2017. - 113 с. - Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 27.03.04 Управление в технических системах и 27.03.03 Системный анализ и управление. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ОГУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7410-1853-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=719389&idb=0>.
2. Григорьев Е. К. Разработка систем анализа и обработки информации на базе Arduino : учебно-методическое пособие / Григорьев Е. К., Ненашев В. А., Сергеев А. М. - Санкт-Петербург : ГУАП, 2022. - 63 с. - Книга из коллекции ГУАП - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=827989&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Интегрированная среда разработки Arduino IDE (свободно распространяемая)
2. Официальный сайт платформы Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.arduino.cc>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные схемотехнические комплекты на основе процессора Arduino: Матрешка Z

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Борисов Николай Анатольевич, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Баркалов Константин Александрович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.