

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Микроконтроллеры

по направлению подготовки

03.04.03 Радиофизика, 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Направленность (профиль) подготовки :
Цифровые технологии фотоники и радиофизики

Форма обучения
Очная

Квалификация
Инженер-исследователь

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.П. Коханенко

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен применять современные информационные технологии, использовать компьютерные сети и программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.

ПК-2 Способен осуществлять построение математических моделей объектов исследования и выбор готового или разработку нового алгоритма решения задачи.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-3.2 Предлагает новые идеи и подходы к решению научно-исследовательских и прикладных задач с использованием информационных систем и технологий

РОПК-2.1 Формулирует постановку задачи, определяет параметры и функции разрабатываемой системы

РОПК-2.2 Определяет алгоритм и набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование устройства или системы

РОПК-2.3 Проводит компьютерное моделирование устройства или системы

2. Задачи освоения дисциплины

- Освоить основные элементы и понимать принципы работы микроконтроллеров.
- Научиться применять микроконтроллеры для измерения параметров датчиков и сенсоров для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Второй семестр, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 8 ч.

-семинары: 8 ч.

-лабораторные: 28 ч.

в том числе практическая подготовка: 28 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение

Краткий исторический обзор развития цифровой электроники. Основные типы микроконтроллеров и их архитектура. Предмет и содержание курса.

Тема 2. Архитектура микроконтроллера

Базовая архитектура микроконтроллера. Основные элементы микроконтроллера. Элементы памяти микроконтроллера. Основные периферийные модули микроконтроллера: порты ввода-вывода общего назначения, порты SPI, 1-Wire, I2C, USART, аналогового-цифровой преобразователь ADC. Структуры памяти микроконтроллеров.

Тема 3. Классификация датчиков

Классификация датчиков. Первичные преобразователи. Типичные неидеальности датчиков. Классификация по измеряемой величине. Аналоговые датчики. Цифровые датчики. Параллельные и последовательные интерфейсы.

Тема 4. Работа с АЦП и аналоговыми датчиками

Основы измерительных преобразований. Основные структуры датчиков. Преобразование аналогового сигнала в цифровую форму. Интеллектуальные датчики. Считывание температуры с аналоговых датчиков с применением АЦП микроконтроллеров.

Тема 5. Интерфейс 1-Wire

Аппаратная реализация интерфейса 1-Wire. Линия связи и топология. Передача и приём данных. Передача от «главного» к «ведомому» устройству. Приём от «ведомого» устройства «мастером». Алгоритм перебора всех подключенных устройств. Работа с датчиками по интерфейсу 1-Wire. Реализация функции записи команд и чтения данных по интерфейсу 1-Wire с цифровых датчиков температуры.

Тема 6. Интерфейс SPI

Электрическое подключение устройств. Простейшее, независимое и каскадное подключения к шине SPI. Протокол передачи. Наличие SPI интерфейсов в микроконтроллерах. Работа с интерфейсом SPI с использованием микроконтроллеров.

Тема 7. Интерфейс I2C

Особенности интерфейса I2C. Плюсы и минусы шины I2C. Электрическая спецификация шины I2C. Аппаратная часть интерфейса I2C. Влияние емкости линий шины на скорость передачи данных. Влияние номинала подтягивающих резисторов. Реализация записи команд, чтение температуры и запись граничных значений температуры по интерфейсу I2C с использованием микроконтроллеров.

Тема 8. Работа с USART

Способы программной реализации работы UART. Особенности представления текстовой информации. Взаимодействие микроконтроллера с персональным компьютером. Реализация чтения и записи информации с применением среды разработки NI LabView и микроконтроллеров.

Тема 9. Разработка схемотехнических решений на базе микроконтроллеров

Контроль параметров окружающей среды. Устройство контроля параметров окружающей среды на базе аналоговых и цифровых датчиков с применением микроконтроллера. Сигнализаторы газа. Как узнать, что мы вдыхаем? Устройство сигнализатора газа с применением микроконтроллера и полупроводникового газового сенсора. Шаговый двигатель. Запуск и стабильная работа шагового двигателя.

Регулировка скорости и направления вращения. Широтно-импульсная модуляция. Реализация широтно-импульсной модуляции с использованием таймеров микроконтроллера. Регулировка яркости светодиода, мощность нагревателя и скорости вращения электродвигателя.

Лабораторные работы:

1. Как узнать, что мы вдыхаем? Газовый анализатор на микроконтроллере.
2. Широтно-импульсная модуляция.
3. Управление электрическими двигателями, силовыми приборами.
4. Вольтметр и осциллограф на микроконтроллере.
5. Сбор и обработка аналоговой информации с датчиков: фотоприемник, термодатчик, термопара.
6. Цифровой термометр. Интерфейсы для связи микроконтроллера с внешними устройствами: UART, SPI, I2C, 1-Wire.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения устных и письменных опросов по теоретическому материалу, в ходе которых проверяется достижение обучающимися следующих результатов обучения: РООПК-3.2 (Предлагает новые идеи и подходы к решению научно-исследовательских и прикладных задач с использованием информационных систем и технологий).

Текущая аттестация по лабораторным работам направлена на проверку достижения обучающимися следующих результатов обучения: РОПК-2.1 (Формулирует постановку задачи, определяет параметры и функции разрабатываемой системы), РОПК-2.2 (Определяет алгоритм и набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование устройства или системы), РОПК-2.3 (Проводит компьютерное моделирование устройства или системы).

Эта аттестация включает устные опросы обучающихся, выполнение ими лабораторных заданий и представление по ним отчётов.

Примеры задания по лабораторным работам (РОПК 2.3, РОПК 3.2, РОПК 3.3):

Лабораторная работа 1

Как узнать, что мы вдыхаем?

- Изучить принцип работы газовых сенсоров, основанный на явлении обратимой адсорбции на поверхности газов пленки полупроводника.
- На макетной плате собрать устройство сигнализатора газа из доступных компонентов.
- Для микроконтроллера AVR написать программу для работы сигнализатора газа. Для связи с персональным компьютером использовать UART.
- Проверить работу устройства.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится во втором семестре в письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Ответы на вопросы даются в развернутой форме.

К экзамену допускаются только студенты, успешно прошедшие текущие аттестации по лабораторным работам. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Билет для экзамена содержит вопросы, позволяющие проверить достижение обучающимися следующих результатов обучения: РООПК-3.2 (Предлагает новые идеи и подходы к решению научно-исследовательских и прикладных задач с использованием

информационных систем и технологий), РОПК-2.1 (Формулирует постановку задачи, определяет параметры и функции разрабатываемой системы), РОПК-2.2 (Определяет алгоритм и набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование устройства или системы), РОПК-2.3 (Проводит компьютерное моделирование устройства или системы).

Примеры билетов для экзамена (РООПК 3.2, РОПК 3.1, РОПК 2.1, РОПК 2.2):

Билет № 1

Вопрос 1. Как настроить режим широтно-импульсной модуляции (ШИМ) при работе с таймером и для чего он используется?

Вопрос 2. Что понимают под аналоговой формой представления информации? Опишите её основные свойства и приведите примеры использования.

Билет № 2

Вопрос 1. Какие задачи способен решать интерфейс SPI и в каких областях он находит применение?

Вопрос 2. Что такое цифровая форма представления информации? Каковы основные преимущества и недостатки использования цифрового формата передачи данных?

К экзамену допускаются только студенты, успешно прошедшие текущие аттестации по лабораторным работам.

Результаты экзамена определяются согласно таблице оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Среда электронного обучения iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Смирнов Ю. А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники / Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 496 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/211292>.

– Доценко О. А. Микроконтроллеры STM32F4xx. Основы программирования : учебно-методический комплекс : [для студентов вузов по направлению подготовки 11.05.01 - Радиоэлектронные системы и комплексы] / О. А. Доценко ; Томский гос. ун-т. - Томск : Томский государственный университет, 2021. – . URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/koha:000891281>

– Мещеряков В. А. Микроконтроллеры : учебно-методический комплекс : [для студентов вузов по направлению подготовки 11.05.01 – Радиоэлектронные системы и комплексы] / В. А. Мещеряков ; Томский гос. ун-т. – Томск : Томский государственный университет, 2022. – . URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/koha:000894613>

– Сажнев А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для вузов / А. М. Сажнев.. - Москва : Юрайт, 2023. - 139 с - (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/514342>

- Белов А. В. ARDUINO: от азов программирования до создания практических устройств / Белов А. В.. - Санкт-Петербург : Наука и техника, 2022. - 476, [2] с.: табл., ил.
- Огнева М. В. Программирование на языке C++: практический курс : учебное пособие для вузов / М. В. Огнева, Е. В. Кудрина.. - Москва : Юрайт, 2023. - 335 с - (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/515142>

б) дополнительная литература:

- Прокопенко В.С. Программирование микроконтроллеров ATMEL на языке С. – М.:Издательский дом «Додэка-XXI», 2012. – 296 с.
- В. Я. Хартов. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих, 2-е издание. – М.: МГТУ, 2012. – 296 с.
- Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники. – М.: Лань, 2013. – 496 с.
- Тревор Мартин. Микроконтроллеры ARM7 семейства LPC2300/2400. Вводный курс разработчика. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2010. – 336 с.
- Магда Ю.С. Микроконтроллеры PIC: архитектура и программирование. – М.:ДМК Пресс, 2009. – 240 с.
- Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Проектирование цифровых устройств. – М.:Лань, 2012. – 896 с.
- С. М. Рюмик.1000 и одна микроконтроллерная схема. Выпуск 1. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2010. – 356 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- открытые онлайн-курсы
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>
- Интерфейс I2C по-русски: особенности аппаратной и программной реализации шины, плюсы и минусы http://kmpu.ru/other/bus_i2c/index.html
- Электронный ресурс American Physical Society <https://journals.aps.org/>
- Электронный ресурс ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/>
- Электронный ресурс SpringerLink: <https://link.springer.com/>
- Электронный ресурс SPIE Digital Library: <https://www.spiedigitallibrary.org/>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- среда разработки LabVIEW 2012 Service Pack 1;
- среда разработки Arduino IDE;
- среда разработки Keil uVision 5 MDK-ARM;
- среда разработки STM32CubeIDE;
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Рабочие места для проведения лабораторных работ.

Программируемые контроллеры на базе ATmega328. Плата разработки STM32 Nucleo-64 с микроконтроллером STM32F401RE. Отладочные платы на базе микроконтроллеров STM32F103C6T6. Accessory Shield, Плата расширения для Arduino с популярными периферийными модулями на плате и Xbee разъемом, цифровой термометр DS18B20+, цифровые датчики температуры LMT01LPG, аналоговые датчики температуры (выход-напряжение), энергонезависимые ППЗУ SPI 8Kx8 25LC640-I/P. Шаговый двигатель Nema17 и модуль драйвера шагового двигателя A4988.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Копьев Виктор Васильевич, кандидат физико-математических наук, Томский государственный университет, доцент