

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

**Микроконтроллеры**

по направлению подготовки / специальности

**03.03.03 Радиофизика**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

**Киберфизические системы, прикладная электроника и квантовые технологии**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Радиофизик-кибернетик, преподаватель. Разработчик киберфизических и квантовых систем**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

О.А. Доценко

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

БК-1 Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности

ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов в приборах и устройствах радиофизики и электроники, владеть современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении профессиональных задач

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК 1.1 Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности

РОБК 1.2 Умеет применять современные IT-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности общие и специализированные компьютерные программы

РОПК 2.3 Владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиофизики и радиоэлектроники.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Изучить архитектуру современных систем сбора, хранения, обработки информации и управления процессами.

– Изучить аппаратные и программные компоненты микропроцессорных систем.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Модуль «Киберфизические системы».

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

Девятый семестр, зачет с оценкой

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Б1.О.03 Физика, Б1.О.15 Программирование, Б1.О.17 Радиоэлектроника.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

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

-лекции: 16 ч.

-лабораторные: 36 ч.

в том числе практическая подготовка: 36 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

*Раздел 1.* Архитектура микроконтроллера.

**Тема 1.** Магистрально модульная организация цифровых систем.

**Тема 2.** Виды архитектур (классическая гарвардская и принстонская архитектуры). RISC и CISC системы.

**Тема 3.** Базовая архитектура микроконтроллера. Базовые элементы микроконтроллера. Система питания. Система синхронизации. Процессорное устройство. Память. Контроллер прерываний.

**Раздел 2.** Характеристики интегральной микросхемы микроконтроллера.

**Тема 1.** Типы корпусов интегральных микросхем.

**Тема 2.** Цоколь микросхемы и описание выводов.

**Тема 3.** Характеристики ядра процессора.

**Раздел 3.** Структура памяти микроконтроллера.

**Тема 1.** Адресное пространство микроконтроллера.

**Тема 2.** Структура памяти программ Flash-EEPROM. Регистр - счетчик команд.

**Тема 3.** Регистры общего назначения (регистровый файл).

**Тема 4.** Внутренняя и внешняя память SRAM. Регистры специальных функций и внешних устройств. Программный и аппаратный стек.

**Тема 5.** Память EEPROM.

**Раздел 4.** Питание и синхронизация микроконтроллера. Модуль синхронизации работы микроконтроллера. Тактовый генератор. Внешняя синхронизация и стабилизация тактового генератора. Управление частотой. Модуль питания. Режимы энергопотребления. Управление схемой сброса.

**Раздел 5.** Система команд микроконтроллера.

**Тема 1.** Команды пересылки данных.

**Тема 2.** Арифметические, логические команды и команды сдвига.

**Тема 3.** Команды передачи управления.

**Тема 4.** Команды операций с битами.

**Тема 5.** Язык Ассемблера.

**Тема 6.** Языки высокого уровня для программирования микроконтроллера.

**Раздел 6.** Средства разработки программного обеспечения и тестирования микроконтроллера.

**Тема 1.** Интегрированная отладочная среда разработки приложений «AVR Studio» для микроконтроллеров фирмы «Atmel».

**Тема 2.** Организация и создание проекта. Определения типа микроконтроллера.

**Тема 3.** Редактор исходного текста программ. Транслятор языка ассемблера. Окно сообщений ассемблера.

**Тема 4.** Отладчик. Отладка проекта при помощи программного симулятора

**Тема 5.** Окно состояния регистрового файла.

**Тема 6.** Окно состояния устройств ввода/вывода.

**Тема 7.** Окно состояния портов.

**Тема 8.** Окно просмотра переменных

**Тема 9.** Окно состояния процессорного ядра.

**Тема 10.** Окно просмотра содержимого памяти.

**Тема 11.** Управление программатором.

**Раздел 7.** Порты и периферийные устройства микроконтроллера

**Тема 1.** Порты ввода-вывода. Логическая и схемная организация портов. Регистры портов. Программирование портов.

**Тема 2.** Обобщенная модель периферийного (внешнего) устройства.

**Тема 3.** Таймеры микроконтроллера. Таймер-счетчик. Выбор источника тактовых сигналов. Режимы таймера. Программирование таймера.

**Тема 4.** Аналоговый компаратор. Функционирование компаратора. Программирование компаратора.

**Тема 5.** Модуль аналого-цифрового преобразования. Структура модуля. Функционирование модуля. Программирование модуля.

**Тема 6.** Последовательные периферийные интерфейсы передачи данных. Модули USART, SPI, TWI. Программирование модулей.

**Раздел 8.** Прерывания.

**Тема 1.** Таблица векторов прерывания.

**Тема 2.** Обработка прерываний. Программирование модулей.

Темы для самостоятельной работы включают (РОБК 1.1, РОБК 1.2, РОПК 2.3):

1. Архитектура 32 битных ARM микроконтроллеров;
2. Средства разработки программ для 32 битных ARM микроконтроллеров;

Темы практических занятий (РОБК 1.1, РОБК 1.2, РОПК 2.3):

1. Программирование портов.
2. Программирование таймера.
3. Программирование компаратора.
4. Программирование АЦП и программная реализация ЦАП.
5. Программирование модулей передачи данных.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем проверки посещаемости, проверки выполнения лабораторных работ, проверки тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Примерные тесты для проведения аттестации по дисциплине (РОБК 1.1, РОБК 1.2, РОПК 2.3).

Вопрос	Варианты ответа
Главная особенность RISC архитектуры?	а) отсутствие механизма прерываний б) использование TTL логики <u>в) одна команда за один такт</u> г) высокоскоростная магистраль данных д) отсутствие конвейера команд
Для чего предназначен таймер?	а) для формирования сигналов синхронизации <u>б) для отслеживания интервала времени</u> в) для определения текущего времени г) для таймирования обращений к сети Интернет
Для чего служит команда RETI?	а) для возврата из подпрограммы б) для выбора текущей инструкции <u>в) для возврата из прерывания</u> г) для режима регистрового обмена
АЦП преобразует:	а) напряжение в ток б) ток в аналог <u>в) напряжение в число</u> г) число в цифру д) byte в shortint
Какую функцию выполняет UART?	а) синхронизации тактовой частоты процессора б) хранения информации <u>в) приема и передачи информации</u> г) преобразования цифры в напряжение д) дешифратора
Какое логическое устройство выполняет выбор адреса элемента памяти?	а) мультиплексор <u>б) дешифратор</u> в) триггер г) мультивибратор д) сканер

Что понимают под термином «конфигурирование порта» ввода-вывода?	а) задание режима работы порта б) задание направления вывода информации в) задание выходного сопротивления порта г) <u>задание направления работы порта на ввод-вывод информации</u>
Для чего служит магистраль управления?	а) для передачи данных б) для передачи адресов в) для доставки менеджеров; г) <u>для синхронизации устройств компьютера</u>
За что отвечает регистр команд процессора?	а) за хранение результата работы АЛУ б) за выполнение режима прерываний в) <u>за хранение текущей элементарной операции</u> г) за проверку бита готовности ВУ д) за состояние процессора
Моделью периферийного устройства является:	а) регистр состояния б) <u>ряд регистров данных и регистров состояния</u> в) регистр данных г) бит готовности д) его физический образ
Каков главный недостаток CISC архитектуры?	а) отсутствие механизма прерываний б) использование КМОП логики в) <u>сложно определить время выполнения программы</u> г) медленная магистраль данных д) отсутствие конвейера команд
Какую функцию выполняет SPI?	а) синхронизации тактовой частоты процессора б) хранения информации в) <u>приема и передачи информации</u> г) преобразования цифры в напряжение д) дешифратора
Команда LDI предназначена для:	а) ввода данных с клавиатуры б) логического деления в) <u>загрузки данных в регистр</u> г) преобразования цифры в напряжение д) сдвига влево содержимого регистра
Какой прием используют для преобразования цифрового сигнала в аналоговый?	а) задержки сигнала на заданное время б) вычисления среднего значения сигнала за период в) <u>модуляцию импульсов по ширине</u> г) проверку бита готовности АЦП д) фильтрацию сигнала
Для чего предназначены предделители в модулях микроконтроллера?	а) для выполнения операций деления в модуле б) для передачи информации в модуль в) <u>для получения тактовой частоты работы модуля</u> г) для синхронизации модулей процессора
В чем недостатки программного режима работы микроконтроллера?	а) в отсутствии связи с внешним миром б) <u>в постоянной проверке устройств на готовность</u> в) в сложность определения времени выполнения команды г) в медленной работе магистрали данных д) в отсутствии конвейера команд
Где хранят векторы прерываний?	а) в регистрах ВУ б) <u>в начале памяти</u> в) в стеке г) в теле подпрограммы

	д) в ассоциативной памяти
Команда IN предназначена для:	а) <u>чтения данных из регистров внешних устройств</u> б) логического отрицания значения в регистре в) загрузки данных в регистр г) преобразования цифры в напряжение д) сдвига вправо содержимого регистра
В чем достоинство систем работающих в режиме прерывания?	а) в высокой производительности процессора б) <u>не надо программной проверки готовности устройств</u> г) в высокой частоте тактового генератора д) в раздельном хранении данных и программ
Модуль TWI предназначен для:	а) синхронизации тактовой частоты процессора б) хранения информации в) <u>приема и передачи информации</u> г) преобразования цифры в напряжение д) дешифрации данных
Какую функцию выполняет стек?	а) хранит результаты работы АЛУ б) хранит вектора прерываний в) хранит характеристики микроконтроллера г) <u>хранит адреса возврата из прерываний</u> д) сдвигает вправо содержимого регистра команд
Что нужно сделать, чтобы порт стал источником тока?	а) установить режим генерации тока б) <u>сконфигурировать на вход и подтянуть к 1</u> в) подключить источник тока г) синхронизировать порт
Что такое вектор прерываний?	а) многомерный вектор в пространстве прерываний б) <u>указатель на адрес расположения обработчика</u> в) совокупность битов отвечающих за прерывания г) указатель на причину прерывания д) указатель на направление работы цикла
Команда OUT предназначена для:	а) чтения данных из регистров внешних устройств б) логического отрицания значения в регистре в) загрузки данных в регистр г) <u>вывода данных в регистры внешних устройств</u> д) сдвига вправо содержимого регистра
Принцип функционирования стека:	а) <u>FIFO или LIFO</u> б) возврат данных по ассоциативному приказу в) адресный г) конвейерный д) квантово-механический
В чем главная особенность Принстонской архитектуры?	а) команды имеют одинаковую длину б) время выполнения команды не зависит от её типа в) <u>данные и команды хранятся в одном месте</u> г) присутствие конвейера д) серверный механизм передачи данных
В чем главная особенность Гарвардской архитектуры?	а) команды имеют один операнд б) время выполнения команды не зависит от её типа в) <u>память данных и команд разделены между собой</u> г) отсутствие конвейера д) протокольный механизм передачи данных

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет с оценкой в девятом семестре проводится в форме тестирования. Промежуточные тесты по лекциям и итоговый тест находятся в среде электронного обучения iDO. К результатам тестирования добавляются результаты проведения лабораторных работ.

Критерии оценивания при проведении зачета с оценкой (РОБК 1.1, РОБК 1.2, РОПК 2.3):

Компетенция	Результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
		Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<b>БК-1</b> Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности	<b>РОБК 1.1</b> Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности	Знает изученный материал на уровне ниже минимальных требований	Знает изученный материал на уровне минимальных требований	Знает весь изученный материал	Знает весь изученный материал по
	<b>РОБК 1.2</b> Умеет применять современные ИТ-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности	Не может применять современные ИТ-технологии для сбора, анализа и представления информации; не умеет использовать в профессиональной деятельности и общие и	Затрудняется в применении современных ИТ-технологий для сбора, анализа и представления информации; имеет большие трудности при использовании в профессиональной	С некоторыми применяет современные ИТ-технологии для сбора, анализа и представления информации; при небольшой помощи преподавателя может	Творчески применяет современные ИТ-технологии для сбора, анализа и представления информации; свободно использует в профессиональной деятельности и общие и

	и общие и специализированные компьютерные программы	специализированные компьютерные программы	деятельности общих и специализированных компьютерных программ	применять в профессиональной деятельности и общие и специализированные компьютерные программы	специализированные компьютерные программы
<b>ПК-2</b> Способен проводить математическое моделирование процессов в приборах и устройствах радиоп физики и электроники, владеть современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении профессиональных задач	<b>РОПК 2.3</b> Владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиоп физики и радиоэлектроники.	Не владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиоп физики и радиоэлектроники.	При ряде затруднений с помощью преподавателя может работать с современным и пакетами программ при решении задач в области радиоп физики и радиоэлектроники	Имеются небольшие затруднения при работе с современными пакетами программ при решении задач в области радиоп физики и радиоэлектроники	Свободно владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиоп физики и радиоэлектроники

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в среде электронного обучения iDO «Микроконтроллеры 5курс (РФФ.С.2 сем.)» - <https://lms.tsu.ru/course/edit.php?id=3701>

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

в) Методические указания по проведению лабораторных работ находятся в среде электронного обучения iDO в ЭУК «Микроконтроллеры 5курс (РФФ.С.2 сем.)».

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов находятся в среде электронного обучения iDO в ЭУК «Микроконтроллеры 5курс (РФФ.С.2 сем.)».

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

### а) основная литература:

– Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL : практическое руководство / А. В. Евстифеев. - 6-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 560 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2107955>

– Тревор, М. Микроконтроллеры ARM7 семейств LPC2300/2400. Вводный курс разработчика : практическое руководство / М. Тревор – М. : ДМК Пресс, Додэка-XXI, 2023. - 337 с. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2106219>

– Мортон, Д. Микроконтроллеры AVR : вводный курс : практическое руководство / Д. Мортон ; пер. с англ. А. В. Евстифеева. - 2-е изд. – М. : ДМК Пресс, Додэка-XXI, 2023. - 272 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2104735>

– Водовозов, А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики : учебное пособие / А. М. Водовозов. - 2-е изд., испр. и доп. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 168 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1903136>

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

### б) дополнительная литература:

– Матюшин, А. О. Программирование микроконтроллеров: стратегия и тактика / А. О. Матюшин. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 356 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93261>

– Васильев А. Е. Встраиваемые системы автоматики и вычислительной техники. Микроконтроллеры / А. Е. Васильев. – М. : Горячая линия - Телеком, 2018. - 590 с.

– Дэвид, М. Х. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / М. Х. Дэвид, Л. Х. Сара. — М. : ДМК Пресс, 2017. — 792 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97336>

– Программирование микроконтроллеров с ядром CORTEX-M3 в задачах диагностики и контроля : [учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям 11.04.04 "Электроника и нанoeлектроника", 12.04.04 "Биотехнические системы и технологии"] / С. Н. Торгаев, И. С. Мусоров, А. А. Солдатов, П. В. Сорокин ; Нац. исслед. Томский политехн. ун-т, [Институт неразрушающего контроля], Нац. исслед. Томский гос. ун-т, Ин-т оптики атмосферы им. В. Е. Зуева Сиб. отд-ния Рос. акад.. - Томск : STT, 2017. - 100, [1] с.

– Магда Ю.С. Микроконтроллеры PIC: архитектура и программирование. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 240 с.

– Рюмик С. М. 1000 и одна микроконтроллерная схема. Выпуск 1. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2010. – 356 с.

– Баранов В. Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. – 287с.

### в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

– Основы электротехники и электроники - <https://openedu.ru/course/urfu/ELB/>

– Журнал «Известия вузов. Радиоэлектроника» - <https://re.eltech.ru/>

– Журнал «Радиотехника и электроника» - <https://sciencejournals.ru/>

## 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);

– 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/>
  - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
  - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- в) профессиональные базы данных (*при наличии*):
- Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>
  - Открытая база данных научной и учебной литературы Scilit – <https://www.scilit.com/>

#### **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.

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

Лаборатории, оборудованные системой Multisim.

#### **15. Информация о разработчиках**

Мещеряков Владимир Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры радиоэлектроники, доцент.