

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический  
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

проректор

*П.А. Машаров*  
«29» марта 2024 г.

П.А. Машаров

МП

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «СПЕЦИАЛЬНЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРЫ»

---

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриат
Направление подготовки	03.03.03 Радиофизика
Профиль подготовки	Радиофизика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная


Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Специальные микропроцессоры» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (Профиль: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 912 (с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

Ст. преподаватель  
кафедры радиофизики  
и инфокоммуникационных технологий

 Я.И. Рупечников

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий  
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета  
28.03.2024 г.

 С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета  
Протокол от 27.03.2024 г. № 2  
Председатель

 В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы  
д-р тех. наук, проф.  
26.03.2024 г.

 В.В. Данилов

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Алгоритмы и языки программирования, Полупроводниковая и физическая электроника, Архитектура ПК, локальные вычислительные сети. Микропроцессорные, Аппаратно-программные средства встроенных систем управления.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

используется при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.03 Радиофизика (Программа бакалавриата: Радиофизика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.8.1 Специальные микропроцессоры
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	2,5 / 90

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная, всего	4	8	20	20	-	50	90	Зачет

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Знакомство с основными современными микропроцессорными средствами встраиваемой техники, а также средствами для разработки программного обеспечения для их функционирования. Изучение основных современных микроконтроллерных платформ. Знакомство со средствами разработки и тестирования кода программ для МК. Изучение основных компонентов микроконтроллерной системы, а также применение их в прикладных задачах. Ознакомление с принципами работы интерфейсов и способами взаимодействия МК систем.

## 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1. Обладает достаточными знаниями в области математических и физических наук, основ	ПК-1.3. Обладает достаточными знаниями основ цифровой техники и информационных	ПК-1.3.1 Знает методы обработки информации с использованием современных технических средств коммуникации и связи.

цифровой техники и информационных технологий, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и по профилю подготовки.	технологий, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ по профилю подготовки.	ПК-1.3.2 Знает современные программные средства системного и прикладного назначения отечественного и российского производства. Умеет использовать современные программные средства системного и прикладного назначения для решения профессиональных задач.
---	---	--

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Знакомство с МК системами.	1.1. Основные архитектурные решения при организации вычислительных машин. 1.2. Разница между микроконтроллером и микропроцессором. 1.3. Знакомство с микроконтроллерами семейства STM32. 1.4. Серии микроконтроллеров. 1.5. Система на кристалле. 1.6. Сравнение с AVR (в схожем ценовом диапазоне). 1.7. Сравнение 32 битные системы с 8 битным.
2. Средства разработки и отладки кода.	2.1. Задачи и этапы компиляции. 2.2. Программаторы, их возможности. 2.3. Интегрированные среды разработки для различных микроконтроллеров. 2.4. Структура кода программы и понятие суперцикла. 2.5. Сборка проекта.
3. Ядро микроконтроллеров STM32.	3.1. Внутреннее устройство ядра. 3.2. Регистры процессора. 3.3. Внутренняя схема микроконтроллера. 3.4. Структура памяти в микроконтроллере стек в микропроцессоре. 3.5. Карта памяти микроконтроллера. 3.6. Хранение кода. 3.7. Статическая оперативная память. 3.8. Память периферии. 3.9. Периферия ядра МК.
4. Подсистема тактирования в STM32 экрана.	4.1. Что такое тактирование. 4.2. Система тактирования. 4.3. Кварцевый резонатор. 4.4. Фазовая автоподстройка частоты. 4.5. Система тактирования STM32. 4.6. Внешние источники тактирования. 4.7. Пример настройки под конкретный контроллер STM32F407VG.
5. Порты ввода-вывода в STM32.	5.1. Порты ввода-вывода. 5.2. Схемотехника портов ввода-вывода. 5.3. Возможности портов в STM32 и в аналогах. 5.4. Режимы работы портов. 5.5. Порядок настройки и применения и использования портов в разных библиотеках. 5.6. Ограничения портов ввода.вывода

6. Подсистема прерываний.	6.1. Прерывания без привязки к аппаратной платформе. 6.2. Особенности контроллера прерываний в STM32. 6.3. Аппаратные прерывания. Программные прерывания. 6.4. Приоритет прерываний. Маскирование прерываний. 6.5. Обработка исключительных ситуаций в коде.
7. Таймеры-счётчики STM32.	7.1. Что такое таймеры. 7.2. Схемотехническое строение таймеров-счётчиков. 7.3. Виды таймеров. 7.4. Возможности таймеров. 7.5. Применение таймеров. 7.6. Настройка таймеров в среде разработки CubeMX.
8. Широтно-импульсная модуляция в STM32.	8.1. Понятие ШИМ. Области применения ШИМ. 8.2. Что такое ШИМ контроллер. 8.3. Типы ШИМ. 8.4. Коэффициент заполнения. 8.5. Частота ШИМ. 8.6. Разрешающая способность ШИМ. 8.7. Пример реализации ШИМ в микроконтроллерах STM32. 8.8. Ограничения и недостатки ШИМ.
9. Универсальный синхронно-асинхронный приёмопередатчик (USART).	9.1. Принцип работы UART/USART. 9.2. Формат обмена данными. 9.3. Приём и передача информации. 9.4. UART/USART/RS232. 9.5. Реализация USART в микроконтроллере. 9.6. Преимущества и недостатки. Области применения. 9.7. Пример реализации USART в микроконтроллерах STM32.
10. Аналого-цифровое преобразование STM32.	10.1. Понятие Аналого-цифрового преобразователя (АЦП). 10.2. Различные типы АЦП. 10.3. Параметры АЦП. 10.4. Статические характеристики АЦП. 10.5. Динамические характеристики АЦП. 10.6. АЦП в микроконтроллерах семейства STM32.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 8

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
1. Знакомство с МК системами.	2	2	-	5	9
2. Средства разработки и отладки кода.	2	2	-	5	9
3. Ядро микроконтроллеров STM32.	2	2	-	5	9
4. Подсистема тактирования в STM32 экрана.	2	2	-	5	9
5. Порты ввода-вывода в STM32.	2	2	-	5	9
6. Подсистема прерываний.	2	2	-	5	9
7. Таймеры-счётчики STM32.	2	2	-	5	9
8. Широтно-импульсная модуляция в STM32.	2	2	-	5	9
9. Универсальный синхронно-асинхронный приёмопередатчик (USART).	2	2	-	5	9

10. Аналого-цифровое преобразование STM32.	2	2	-	5	9
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	20	20	-	50	90

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы

1. Гарвардская архитектура.
2. Архитектура Фон Неймана.
3. Достоинства архитектуры Фон Неймана.
4. Недостатки архитектуры Фон Неймана.
5. Достоинства Гарвардской архитектуры.
6. Недостатки Гарвардской архитектуры.
7. Какая архитектура лучше, Гарвардская или Фон Неймана. Объяснить свой выбор?
8. Классификация микропроцессоров (глобальная).
9. Архитектуры микропроцессоров.
10. Что такое микроконтроллер.
11. Архитектура CISC.
12. Архитектура RISC.
13. Сравнение микроконтроллера с микропроцессором.
14. Что такое ядро микропроцессора (можно на примере ARM).
15. Разновидности ядер ARM.
16. Что такое SoC.
17. Сравнение STM32 с другими вендорами микроконтроллеров и с другими линейками (например, 8-ми битными)
18. Сравнение 32 битных архитектур с 8-ми битными.
19. Что такое компиляция программного кода.
20. Этапы компиляции.
21. Компиляция для CISC и RISC процессоров.
22. Что такое программатор.
23. Программатор ST-Link
24. Загрузка кода без программатора (+ и -).
25. Обновления по воздуху (достоинства и недостатки)
26. Что такое интегрированная среда разработки (IDE).
27. Работа с микроконтроллерами вне IDE.
28. Cube IDE vs Arduino IDE.
29. Редактор конфигураций Cube mx.
30. Организация кода программ для микроконтроллера.
31. Механизм параллельной и частичной компиляции.
32. Что из себя представляет процесс сборки проекта под микроконтроллер.
33. Что такое ссылка (примеры и использование).
34. Что такое указатель (примеры и использование).
35. Что такое ядро микроконтроллера. Его составные части.
36. Внутреннее устройство ядра.
37. Что такое периферия микроконтроллера какова ее связь с ядром.
38. Регистры микропроцессора.
39. Стек в микроконтроллере.
40. Шинная матрица в микроконтроллере.
41. Виды шин в ядре Cortex.
42. Структура памяти для ядра Cortex M4.
43. Область хранения кода.

44. Область оперативной памяти.
45. Область адресов периферии
46. Область адресов периферии ядра Cortex
47. Способы экономии оперативной памяти в CPU Cortex.
48. Что такое тактирование.
49. Что можно сказать о ситуации, когда микроконтроллер тактируется частотой 8 МГц.
50. Способы тактирования в микроконтроллере.
51. Что такое кварцевый резонатор.
52. Что такое фазовая автоподстройка частоты. Как она реализована в STM32.
53. Временная диаграмма сигнала тактирования.
54. Схема тактирования микроконтроллера STM32 (основные блоки).
55. Схема тактирования микроконтроллера STM32 (источники тактирования).
56. От каких параметров в схеме тактирования зависит итоговая частота работы ядра микроконтроллера.
57. Тактирование шин микроконтроллера.
58. Блок Microcontroller clock output (MCO) в системе тактирования.
59. Какие критически важные части микроконтроллерной системы зависят от подсистемы тактирования?
60. Что такое порты ввода-вывода.
61. Каким образом на микросхеме группируются порты и с чем это связано.
62. Схемотехника порта ввода.
63. Схемотехника порта вывода.
64. Ограничения цифрового вывода - входные параметры.
65. Ограничения цифрового вывода - выходные параметры.
66. Скорость работы портов ввода-вывода в STM32.
67. Схема аналогового ввода в микроконтроллер.
68. Альтернативные функции порта ввода-вывода.
69. Последовательность настройки порта в коде программы.
70. Что такое прерывание?

## 7.2. Темы докладов

1. Виды программаторов STM32.
2. Подсистема резервирования тактирования.
3. Работа контроллера в условиях батарейного питания.
4. Способы защиты портов ввода-вывода.
5. Работа МК в сложных условиях окружающей среды.
6. Отладка кода в режиме реального времени
7. Способы восстановления МК после некорректной работы прошивки
8. Статический анализатор кода для встраиваемых систем.

## 7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

### ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Донецкий государственный университет

Физико-технический факультет

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа высшего образования    Программа бакалавриата



Направление подготовки	10.03.01 Информационная безопасность
Профиль подготовки	Безопасность автоматизированных систем
Форма обучения	Очная
Семестр	Восьмой
Дисциплина	Специальные микропроцессоры

### Экзаменационный билет № 1

1. Достоинства архитектуры Фон Неймана.
2. Что из себя представляет процесс сборки проекта под микроконтроллер.
3. Схемотехника порта вывода.

Утверждено на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий,  
протокол № \_\_\_ от \_\_.\_\_.202\_ г.

Заведующий кафедрой

В.В. Данилов

Экзаменатор

Я.И. Рушечников

### 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

#### 8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-10	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	30
	Самостоятельная работа	20
	Модульная контрольная работа	10
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

#### Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено



## 9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная персональными компьютерами.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

1. Васильев А. Н. Самоучитель С++ с примерами и задачами. 4-е издание (переработанное). Книга + виртуальный CD. /А. Н. Васильев — СПб.: Наука и Техника, 2016. — 480 с.: ил. (+ виртуальный CD)

### 11.2. Дополнительная литература

2. Фленов М.Е. Программирование на С++ глазами хакера. /М. Е. Фленов Издательство: БХВ-Петербург Дата издания: Июль, 2004 – 336с ISBN: 5-94157-500-9

## 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный.

## 13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Интегрированная среда разработки CubeIDE (свободно распространяемая)
5. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).