



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра радиофизики и радиоэлектроники



Декан Буднев Н.М.

«02» апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины **Б1.О.26 Программирование микроконтроллеров**

Направление подготовки **09.03.02 Информационные системы и технологии**

Направленность (профиль) подготовки **Электронный инжиниринг**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 49 от «26» марта 2025 г.

Председатель Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 8 от «24» февраля 2025 г.

И.О. зав. кафедрой Колесник С.Н.

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3. Содержание учебного материала	7
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	8
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	8
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	8
4.5. Примерная тематика курсовых работ	9
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	10
6.2. Программное обеспечение:.....	10
6.3. Технические и электронные средства:.....	10
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	10
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	11

І. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса – обеспечить подготовку специалистов в области встраиваемых систем, способных проектировать системы управления на базе различных микроконтроллеров и устройств микропроцессорной техники.

Задачи курса – изучение:

- современных типов микроконтроллеров и их архитектур;
- формирование навыков программирования микроконтроллеров для решения практических задач;
- формирование навыков разработки и тестирования микроконтроллерных программ посредством инструментальных компьютерных систем.

ІІ. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Программирование микроконтроллеров» входит в базовую часть обязательных дисциплин.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Алгоритмы и основы программирования
- Численные методы и программирование
- Основы робототехники
- Основы радиоэлектроники
- Радиотехнические цепи и сигналы
- Основы построения вычислительных систем (ЭВМ)

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Цифровая обработка сигналов
- Цифровые системы передачи информации
- Промышленное программирование
- Цифровые сигнальные процессоры
- Основы построения и управления беспилотными аппаратами

ІІІ. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки **09.03.02 Информационные системы и технологии**.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-7 Способен осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации	ИДК опк 7.2 Осуществляет выбор инструментальных программно-аппаратных средств для реализации	Знать: принципы работы и архитектуру типовых программно-аппаратных устройств; принципы проектирования электронных устройств на основе микроконтроллеров.

<i>информационных систем</i>	<i>информационных систем</i>	Уметь: осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования встраиваемых систем и средств автоматизации и управления; использовать средства разработки и отладки программного обеспечения систем реального времени. Владеть: навыками программирования микроконтроллеров и их использования для реализации информационных систем.
------------------------------	------------------------------	--

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет: в 5 семестре 4 зачетных единицы, 144 часов, в 6 семестре 4 зачетных единицы, 144 часов.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой, зачет с оценкой

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	T1. Архитектура микроконтроллеров.	5	59,5	-	8	34	0,5	17	Защита лабораторных работ
2	T2. Программирование микроконтроллеров	5	59,5	-	8	34	0,5	17	
3	T3. Система команд микроконтроллеров ARM.	6	67,5		10	30	0,5	27	
4	T4. Периферийные устройства микроконтроллеров ARM Cortex-M3.	6	68,5		10	30	0,5	28	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения (неделя)	Трудоемкость (час.)		
5	T1. Архитектура микроконтроллеров.	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом	1-8	17	Устный текущий контроль, защита лабораторных работ	Источники из перечня литературы; Самостоятельный поиск литературы на образовательных ресурсах, доступных по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ
5	T2. Программирование микроконтроллеров AVR		9-17	17		
6	T3. Система команд микроконтроллеров ARM.		18-27	27		
6	T4. Периферийные устройства микроконтроллеров ARM Cortex-M3.		28-37	28		
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				89		

4.3. Содержание учебного материала

Т1. Архитектура микроконтроллеров.

Архитектуры микроконтроллеров. Основные элементы структурной схемы. Классификация устройств памяти. EEPROM. FLASH. Система команд микроконтроллеров. Микроконтроллеры семейства AVR. Микроконтроллеры семейства ARM. 8-, 16- и 32-разрядные микроконтроллеры. Регистры общего назначения (РОН). Регистры ввода – вывода. Память программ и память данных. Счетчики команд и стековая память. Периферия микроконтроллера. Подсистема ввода – вывода. Система прерываний. Таймеры-счетчики, сторожевой таймер. Другие встроенные периферийные устройства. Аналоговые компараторы (Analog Comparator). Аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи. Универсальный последовательный асинхронный приемопередатчик (UART /USART). Интерфейсы UART. Последовательный периферийный интерфейс (SPI). Последовательный двухпроводный интерфейс (TWI).

Т2. Программирование микроконтроллеров AVR.

Этапы разработки программы. Способы алгоритмизации и программирования работы микроконтроллеров. Трансляция программы, прошивка микроконтроллера. Обзор содержимого файла прошивки. Разбор файла описаний и листинга программы. Размещение программы в памяти микроконтроллера. Программаторы. Последовательные и параллельные программаторы. Внутрисхемное программирование. Среда разработки Arduino IDE. Среда разработки AVR Studio. Процесс отладки программ.

Т3. Система команд микроконтроллеров ARM.

Программная среда разработки Keil μ Vision, функциональные возможности. Программирование на языках Си и Ассемблер, сравнительный анализ. Формат команды, назначение элементов и полей. Классификация команд по количеству адресов и по методам адресации. Условное выполнение команд обработки данных. Команды доступа к памяти, методы адресации, функциональные особенности. Использование логических операций И, ИЛИ, исключающее ИЛИ для формирования признаков. Использование операции тестирования для формирования признаков. Типы сдвигов, применение команд сдвигов. Формирование признаков результата командами различных типов. Обработка массивов данных в микроконтроллерах ARM Cortex-M3. Цифровая обработка информации в микроконтроллерах Cortex-M3.

Т4. Периферийные устройства микроконтроллеров ARM Cortex-M3.

Функциональный состав МК ARM Cortex-M3. Функции выводов микроконтроллера, альтернативные функции портов. Внешние цепи системы на микроконтроллерах ARM Cortex-M3. Параллельные порты МК ARM Cortex-M3, функциональные возможности, схемы включения внешних устройств. Параллельные порты МК ARM Cortex-M3, функции регистров при программировании, выбор функции выводов порта, выбор аналогового или цифрового режима, выбор потребляемой мощности. Последовательные порты МК ARM Cortex-M3, типы, функциональные возможности, схемы включения внешних устройств. Таймеры МК ARM Cortex-M3, функциональные возможности, режимы работы. ЦАП и АЦП, принципы построения, реализация в микроконтроллерах семейства ARM Cortex, особенности применения, программирование. Модуляция сигналов. ШИМ, АИМ, ЧИМ. Использование таймеров для формирования ШИМ.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	T1-T2	Разработка и программирование устройств, в том числе и устройств реального времени, на микроконтроллерах Atmel AtMega	68	-	защита лабораторных работ	ОПК-7
2	T3-T4	Разработка и программирование устройств, в том числе и устройств реального времени, на микроконтроллерах STM-32	60	-		

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	T1. Архитектура микроконтроллеров.	Повторение и углубленное изучение учебного материала лекций, подготовка к выполнению лабораторных работ, подготовка к защите лабораторных работ	ОПК-7	ОПК7.2
2	T2. Программирование микроконтроллеров AVR			
1	T3. Система команд микроконтроллеров ARM			
1	T4. Периферийные устройства микроконтроллеров ARM Cortex-M3			

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно

требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Подготовка к лекции. Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к лабораторному занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на занятии. Подготовка к нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к лабораторному занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к зачету. Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к лабораторным занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуется делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

4.5. Примерная тематика курсовых работ

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. Новиков Ю. В. Основы микропроцессорной техники : учеб. пособие / Ю. В. Новиков, П. К. Скоробогатов. - 3-е изд., испр. - М. : Интернет-Ун-т информ. технологий ; [Б. м.] : Бином. Лаб. знаний, 2006. - 358 с. : ил. ; 21 см. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 356-357. - ISBN 5-9556-0054-х. - ISBN 5-94774-424-4 (20 экз.)
2. Кузяков, О. Н. Проектирование систем на микропроцессорах и микроконтроллерах / О. Н. Кузяков. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. - 104 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64535. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9961-0847-3
3. Магда, Ю. С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров / Ю. С. Магда. - Москва : ДМК Пресс, 2012. - 168 с. - URL: <https://ibooks.ru/products/384378>. - ЭБС "Айбукс". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94074-745-1
4. Эксперимент с компьютерной поддержкой: учеб. пособие / О. О. Глазунов [и др.] - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 73 с. - ISBN 978-5-9624-1103-3 (49экз.)

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковые системы Google, Yandex.
2. Электронные ресурсы доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Компьютерная лаборатория (аудитория 325), оснащенная вычислительной техникой, специальным ПО и свободным доступом в сеть Internet, отладочные платы с микроконтроллерами (семейств AVR(AtMega), ARM (STM32)), набор различных аналоговых и цифровых датчиков, макетные платы, паяльное оборудование, микроэлектронные устройства и устройства дискретной электроники.

6.2. Программное обеспечение:

Свободно распространяемое программное обеспечение программные средства разработки для микроконтроллеров Arduino IDE, AVR Studio, Keil MDK-ARM uVision IDE, IAR Embedded Workbench EWARM IDE.

6.3. Технические и электронные средства:

Мультимедийный проектор, экран (по необходимости), меловая или маркерная доска.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На лекциях используются активные методы обучения (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций). Лабораторные работы проводятся с использованием ПЭВМ с последующей защитой.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства для текущего контроля в 5м семестре.

Текущий контроль реализуется в виде устного текущего контроля для допуска к проведению лабораторных работ и их защит на лабораторных занятиях. Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенций ОПК-7.

Для реализации текущего контроля используется балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки.

Для реализации текущего контроля используется балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете.

За посещение каждого лекционного занятия дается 0,5 балла ($16 \text{ часов} \cdot 0,5 \text{ балла} = 8 \text{ баллов}$, 1 балл за каждую пару лекций).

Максимальное количество баллов за выполнение блока лабораторных работ (ЛР) с последующей защитой составляет 82 балла.

Возможны «премиальные» баллы (до 10), которые могут быть добавлены студенту за активные формы работы, высокое качество выполненных работ, досрочную защиту лабораторных работ и т.д.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Устный текущий контроль	T1-T2	ОПК-7/ ОПК7.2
2	Текущий контроль: защита лабораторных работ	T1-T2	ОПК-7/ ОПК7.2
3	Промежуточный контроль знаний (тест)	T1-T2	ОПК-7/ ОПК7.2

Пример устного текущего контроля: примерный перечень вопросов для допуска к выполнению блока лабораторных работ «Разработка и программирование устройств, в том числе и устройств реального времени, на микроконтроллерах Atmel AtMega»:

- Назначение устройств ввода
- Организация сканирования матричной клавиатуры
- Идентификация нажатия клавиши клавиатуры
- Устранениедребезга контактов клавиатуры
- Схема алгоритма идентификации нажатой клавиши
- Устройства вывода в МПС
- Семисегментные индикаторы
- Статическая и динамическая индикации
- Схема алгоритма динамической индикации
- Схема алгоритма статической индикации

- ЖКИ, особенности подключения к МП и МК
- Последовательный интерфейс
- Обобщенная структура микропроцессорной системы управления.
- Процесс выполнения команды в микропроцессорной системе.
- Типы адресации в микропроцессоре.
- Понятие и назначение ОЗУ, ПЗУ.
- Устройства ввода/вывода информации.
- Назначение АЛУ и устройства управления.
- Понятие и назначение ЦАП и АЦП.
- Характеристика AVR- микроконтроллеров.

Текущий контроль: защита лабораторных работ. Для защиты выполненных заданий блока лабораторных работ необходимо оформить отчеты в электронном или бумажном виде. В отчете должны присутствовать:

- блок-схема разрабатываемого устройства.
- алгоритм для вычисления/преобразования измеряемой/контролируемой величины.
- рабочий программный код устройства для микроконтроллера.

Блок лабораторных работ «Разработка и программирование устройств, в том числе и устройств реального времени, на микроконтроллерах Atmel AtMega» содержит задания различной сложности, которые оцениваются в разное количество баллов (от 1 до 10 баллов). Последующая защита заданий работы добавляет к максимальному значению баллов за задание мультипликативный коэффициент из таблицы оценочного средства для защиты лабораторных работ.

Параметры оценочного средства для защиты лабораторных работ

Критерии оценки	Оценка / % от максимума за работу в баллах			
	Отлично 70-100 %	Хорошо 40-60 %	Удовлетв. 10-30 %	Неудовл. 0 %
Выполнение заданий	Полностью и корректно оформлен отчет, сделаны выводы. При защите показано всестороннее и глубокое знание материала.	В целом отчет оформлен корректно, сделаны выводы, но имеются незначительные недостатки. При защите студент показывает понимание материала, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы.	Отчет оформлен полностью. Имеются замечания по оформлению, выводы сделаны не полностью. При защите - суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводятся, ответы на дополнительные вопросы не уверенные.	Отчет не оформлен. Отчет оформлен со значительными замечаниями, выводы не полные, при защите студент с трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на дополнительные вопросы.

Оценочные средства для промежуточной аттестации в 5м семестре (в форме зачета с оценкой).

Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой направлена на проверку сформированности компетенций ОПК-7. В течение семестра за выполнение заданий текущего контроля студенту начисляются баллы и в конце семестра баллы суммируются для вычисления рейтинга студента.

Студент допускается к промежуточной аттестации, если его рейтинг составляет 42 балла и более. Промежуточная аттестация проводится в виде итогового компьютерного тестирования по всем разделам курса.

Параметры оценочного средства для выполнения итогового тестового задания

Предел длительности контроля	90-120 мин
Количество заданий	40-60
Последовательность выборки вопросов	случайная
Критерии оценки в баллах:	
18 – 30 баллов (% правильных ответов * 0.3)	60% – 100% правильных ответов
0 баллов	0% – 59% правильных ответов

По результатам итогового тестового задания к рейтингу студента добавляется набранное количество баллов, и, в случае, если общий рейтинг становится больше или равен 60, проставляется зачет и оценка.

Критерии определения академической оценки дифференцированного зачета на основании итогового рейтинга студента.

Итоговый рейтинг студента	Академическая оценка
86-100 баллов	Отлично
71-85 баллов	Хорошо
60-70 баллов	Удовлетворительно

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенций ОПК-7

1. По какой архитектуре из перечисленных реализованы AVR-микроконтроллеры? (выберите правильный ответ):

- А. Фон-Неймановская архитектура
- Б. Гарвардская архитектура
- В. Модификация RISC
- Г. CISC

2. Установите соответствие между регистрами любого параллельного порта AVR-микроконтроллера (х – имя порта):

А. PORTx	1. регистр направления передачи данных (ввод/вывод) по каждому пину порта
Б. DDRx	2. регистр ввода данных
В. PINx	3. регистр вывода данных

3. Максимальное количество таймеров-счетчиков у AVR-микроконтроллеров (выберите правильный ответ):

- А. 2
- Б. 4
- В. 8
- Г. у AVR-микроконтроллеров нет таймеров-счетчиков

4. Предделитель на входе в базовый счетчик таймера-счетчика AVR-микроконтроллера предназначен для (выберите правильный ответ):

- А. расширения диапазона формируемых частот и длительностей таймера
- Б. для переключения таймера-счетчика в режимы таймера и счетчика
- В. оба приведенных утверждения верны
- Г. оба приведенных утверждения ложны

5. Приведите соответствие в режимах работы канала выходного сравнения таймера-счетчика AVR-микроконтроллера:

А. CTC (Clear Timer on Compare Match Mode)	1. формирование на выходе микроконтроллера сигнала с широтно-импульсной модуляцией
Б. Fast PWM Mode	2. режим, когда таймером-счетчиком формируются только два флага запроса на прерывания: по достижению максимального значения и по совпадению
В. Normal Mode	3. формирование на выходе микроконтроллера частотно модулированного сигнала

6. Определите частоту выходного сигнала в режиме работы «Fast PWM Mode» выходного канала таймера-счетчика AVR-микроконтроллера, если частота генератора тактовых импульсов равна 16 МГц, установленное максимальное значение базового счетчика равно (2 в степени 8), коэффициент деления предделителя 256 (приведите ответ)

7. Определите период формирования флага запроса на прерывание по совпадению таймером-счетчиком AVR-микроконтроллера (период временной задержки таймера) в его режиме «Clear Timer on Compare Match Mode», если частота генератора тактовых импульсов микроконтроллера равна 16 МГц, установленное максимальное значение базового счетчика равно (2 в степени 8); коэффициент деления предделителя 8; число, записанное в регистр выходного сравнения, равно 128 (приведите ответ)

8. Установите соответствие между видами памяти AVR-микроконтроллера и их свойствами:

А. SRAM	1. для долговременного энергонезависимого хранения данных, обращение к памяти побайтное
Б. flash memory	2. для текущей записи, хранения и считывания данных, участвующих в вычислительном процессе
В. EEPROM	3. для записи, энергонезависимого хранения и считывания программ, констант, обращение к памяти происходит постранично

9. Что входит в состав процессорного ядра AVR-микроконтроллера (выберите правильные ответы):

- А. счетчик команд (PC – program counter)
- Б. арифметико-логическое устройство (ALU – Arithmetic-Logic Unit)
- В. блок регистров общего назначения (GPR – General Purpose Registers)
- Г. память программ (flash-memory)
- Д. регистр состояния (SREG – Status Register)
- Е. регистр-указатель вершины стека (SP – Stack Pointer)

10. Установите соответствие между типовыми интерфейсами микроконтроллера и их свойствами:

А. UART	1. синхронный последовательный дуплексный канал передачи данных
Б. I2C	2. асинхронный последовательный дуплексный канал передачи данных
В. SPI	3. синхронный последовательный полудуплексный канал передачи данных

11. Наилучшее разрешение, которое может быть достигнуто при переводе аналоговой величины в цифровой вид, равно (выберите правильный ответ).

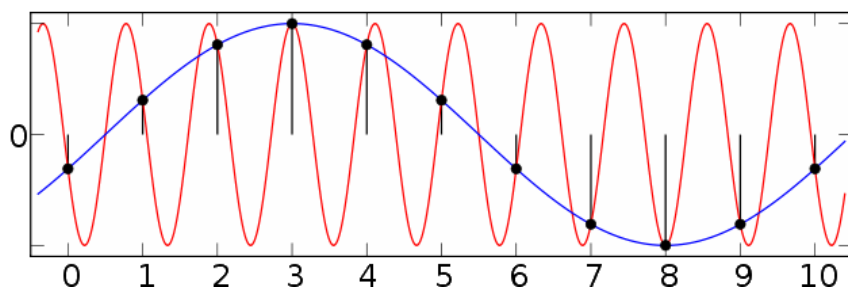
- А. ± 2 МЗР

Б. ± 1 МЗР

В. $\pm \frac{1}{2}$ МЗР

Г. $\pm \frac{1}{4}$ МЗР

12. На рисунке красной кривой обозначен входной сигнал. Черные точки – отсчеты дискретизации. Какое явление описывается синей кривой? (выберите правильный ответ)



А. Алиасинг

Б. Джиттер

В. Фликкер

13. Установите соответствие между устройствами таймер-счетчика микроконтроллера:

А. базовый счетчик	1. предназначен для формирования временных интервалов заданной длительности выходного сигнала
Б. канал входного захвата	2. используется для подсчета импульсов от системного генератора таковых импульсов, или от внешних устройств
В. канал выходного сравнения	3. предназначен для подсчета длительности времени какого-то внешнего события (например, длительности импульса)

14. Какой способ тактирования микроконтроллера обеспечивает наивысшую стабильность частоты?

А. с использованием кварцевого резонатора

Б. с использованием LC-цепи

В. с использованием RC-цепи

Оценочные средства для текущего контроля в 6м семестре.

Текущий контроль реализуется в виде устного текущего контроля для допуска к проведению лабораторных работ и их защит на лабораторных занятиях. Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенций ОПК-7.

Для реализации текущего контроля используется балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки.

Для реализации текущего контроля используется балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете.

За посещение каждого лекционного занятия дается 0,5 балла (20 часов * 0,5 балла = 10 баллов, 1 балл за каждую пару лекций).

Максимальное количество баллов за выполнение блока лабораторных работ (ЛР) с последующей защитой составляет 80 баллов.

Возможны «премиальные» баллы (до 10), которые могут быть добавлены студенту за активные формы работы, высокое качество выполненных работ, досрочную защиту заданий блока лабораторных работ и т.д.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Устный текущий контроль	T1-T2	ОПК-7/ ОПК7.2
2	Текущий контроль: защита лабораторных работ	T1-T2	ОПК-7/ ОПК7.2
3	Промежуточный контроль знаний (тест)	T1-T2	ОПК-7/ ОПК7.2

Пример устного текущего контроля: примерный перечень вопросов для допуска к выполнению блока лабораторных работ «Разработка и программирование устройств, в том числе и устройств реального времени, на микроконтроллерах STM-32»:

- Однонаправленные порты ввода/ вывода.
- Двухнаправленные порты ввода/ вывода.
- Работа с периферийным оборудованием.
- Методы работы с цифровыми портами микроконтроллера.
- Алгоритмы управления шаговыми двигателями.
- Таймерная секция микроконтроллера – формирование сложных временных последовательностей.
- Методы измерения временных интервалов.
- Методы представления данных.
- Методы обработки и синхронизации данных АЦП
- Программа широтно-импульсной модуляции сигнала.
- Методы передачи данных по последовательным интерфейсам.
- Синхронизация двухнаправленной передачи данных.
- Форматы кадров последовательного интерфейса
- Особенности программирования последовательного интерфейса
- Микроконтроллеры: различные типы микроконтроллеров; типы памяти микроконтроллеров.
- Особенности применения микроконтроллеров в информационных системах. Проблемы выбора МК
- Описание команд ассемблера. Особенности компилирования проектов и компилятора С.
- Описание библиотек и драйверов Atmel Software Framework.
- Обработчик прерываний;
- Универсальный асинхронный приемопередатчик
 - Интерфейсы SPI, I2C.

Текущий контроль: защита лабораторных работ. Для защиты выполненных заданий блока лабораторных работ необходимо оформить отчеты в электронном или бумажном виде. В отчете должны присутствовать:

- блок-схема разрабатываемого устройства.
- алгоритм для вычисления/преобразования измеряемой/контролируемой величины.
- рабочий программный код устройства для микроконтроллера.

Блок лабораторных работ «Разработка и программирование устройств, в том числе и устройств реального времени, на микроконтроллерах STM-32» содержит задания различной сложности, которые оцениваются в различное количество баллов (от 1 до 10 баллов).

Последующая защита заданий работы добавляет к максимальному значению баллов за задание мультипликативный коэффициент из таблицы оценочного средства для защиты лабораторных работ.

Параметры оценочного средства для защиты лабораторных работ

Критерии оценки	Оценка / % от максимума за работу в баллах			
	Отлично 70-100 %	Хорошо 40-60 %	Удовлетв. 10-30 %	Неудовл. 0 %
Выполнение заданий	Полностью и корректно оформлен отчет, сделаны выводы. При защите показано всестороннее и глубокое знание материала.	В целом отчет оформлен корректно, сделаны выводы, но имеются незначительные недостатки. При защите студент показывает понимание материала, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы.	Отчет оформлен полностью. Имеются замечания по оформлению, выводы сделаны не полностью. При защите - суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводятся, ответы на дополнительные вопросы не уверенные.	Отчет не оформлен. Отчет оформлен со значительными замечаниями, выводы не полные, при защите студент с трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на дополнительные вопросы.

Оценочные средства для промежуточной аттестации в 6м семестре (в форме зачета с оценкой).

Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой направлена на проверку сформированности компетенций ОПК-7. В течение семестра за выполнение заданий текущего контроля студенту начисляются баллы и в конце семестра баллы суммируются для вычисления рейтинга студента.

Студент допускается к промежуточной аттестации, если его рейтинг составляет 42 балла и более. Промежуточная аттестация проводится в виде итогового компьютерного тестирования по всем разделам курса.

Параметры оценочного средства для выполнения итогового тестового задания

Предел длительности контроля	90-120 мин
Количество заданий	40-60
Последовательность выборки вопросов	случайная
Критерии оценки в баллах:	
18 – 30 баллов (% правильных ответов * 0.3)	60% – 100% правильных ответов
0 баллов	0% – 59% правильных ответов

По результатам итогового тестового задания к рейтингу студента добавляется набранное количество баллов, и, в случае, если общий рейтинг становится больше или равен 60, проставляется зачет и оценка.

Критерии определения академической оценки дифференцированного зачета на основании итогового рейтинга студента.

Итоговый рейтинг студента	Академическая оценка
86-100 баллов	Отлично
71-85 баллов	Хорошо
60-70 баллов	Удовлетворительно

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенций ОПК-7

1.Какой функциональностью обладают параллельные порты микроконтроллеров, обозначенные именем PIO (выберите правильный ответ):

- А. ввод извне дискретной (цифровой) информации на внутреннюю магистраль микроконтроллера
- Б. вывод дискретной информации на внешние устройства с внутренней магистрали микроконтроллера
- В. ввод и вывод аналоговой информации
- Г. переключение выводов порта на альтернативные функции (например, для реализации какого-нибудь интерфейса)

2.Что называется «вектором прерывания» микроконтроллера?

- А. состояние бита разрешения прерываний МК
- Б. уровень приоритета данного типа прерывания
- В. адрес перехода к подпрограмме обработки прерывания

3.Элементы микроконтроллера, не входящие в состав ядра, это:

- А. внешние устройства
- Б. периферийные устройства
- В. дополнительные элементы

4.Для перевода значения показаний АЦП в напряжение необходимо

- А. умножить показания на величину опорного напряжения и разделить на разрядность АЦП
- Б. умножить показания на разрядность АЦП и разделить на величину опорного напряжения
- В. разделить показания на величину опорного напряжения и умножить на разрядность АЦП

5.Опрос состояние цифровых выводов микроконтроллера возможен:

- А. только если они настроены как вход
- Б. даже если они настроены как выход
- В. оба варианта

6.Все возможные источники прерываний:

- А. Таймеры, АЦП, внешние прерывания, SPI
- Б. Таймеры, АЦП, UART, SPI, внешние прерывания
- В. Таймеры, внешние прерывания, UART, SPI

7.Выход из режима прерывания осуществляется при помощи

- А. вызова специальной функции контроллера прерываний NVIC;
- Б. сброса флага прерывания;
- В. выхода из функции обработчика прерываний;
- Г. операции перехода.

8.В процессорах ARM глобальное разрешение прерываний выполняется с использованием:

- А. SREG;
- Б. нельзя глобально разрешить прерывания;
- В. sei;
- Г. interrupt_enable.

9. Делитель частоты в таймере в микроконтроллерах типа cortex-m является
- А. произвольным;
 - Б. дискретным.
10. Все возможные источники прерываний микроконтроллеров:
- А. Таймеры, АЦП, внешние прерывания, SPI
 - Б. Таймеры, АЦП, UART, SPI, внешние прерывания
 - В. Таймеры, внешние прерывания, UART, SPI
11. АЦП какого типа чаще всего используют в составе микроконтроллера?
- А. последовательного приближения
 - Б. параллельные
 - В. интегрирующие
12. Какой способ тактирования микроконтроллера обеспечивает наивысшую стабильность частоты?
- А. с использованием кварцевого резонатора
 - Б. с использованием LC-цепи
 - В. с использованием RC-цепи
13. Максимальная величина измеряемого напряжения зависит от:
- А. напряжения источника питания микроконтроллера
 - Б. величины опорного напряжения
 - В. оба варианта
14. Какой тип АЦП наиболее быстрый?
- А. последовательного приближения
 - Б. параллельные
 - В. интегрирующие

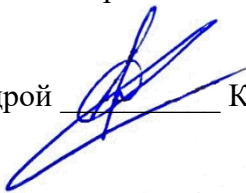
Разработчик:



доцент, Семенов А.Л.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению и профилю подготовки **09.03.02 Информационные системы и технологии**.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники
«24» февраля 2025 г. протокол № 8

И.О. зав. кафедрой  Колесник С.Н.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.