



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ АРХИТЕКТУРЫ ARM**

Направление подготовки (специальность)  
11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Интернет вещей в промышленной электронике

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

25.01.2024 г., протокол № 6

Зав. кафедрой Усатый Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель Храмшин В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук

Усатый Д.Ю. Усатый

Рецензент:

Директор СЦ ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг, канд. техн. наук Суспицын Е.С. Суспицын

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины является овладение студентами необходимым и достаточным уровнем профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Современное развитие средств промышленной автоматизации на основе современных микроконтроллеров предъявляют к дипломированному специалисту высокие требования к умениям и навыкам комплексного проектирования такие системы. Целями освоения дисциплины являются изучение принципов работы микроконтроллеров и управляющих устройств на их основе. В данном курсе излагаются основы теории микроконтроллеров, изложены методики оценки и выбора их архитектуры, построения и реализации устройств на основе

микроконтроллеров, построения интерфейсов ввода вывода и систем управления.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Микроконтроллеры архитектуры ARM входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Дискретная математика

Информатика и информационные технологии

Микропроцессоры

Начертательная геометрия и компьютерная графика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная – преддипломная практика

Проектная деятельность

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Микроконтроллеры архитектуры ARM» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений
ПК-1.1	Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств
ПК-1.2	Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам

ПК-2 Способен проводить работы по наладке, испытанию и сдаче в эксплуатацию опытных образцов электронных устройств и систем	
ПК-2.1	Производит монтаж, наладку и предварительные испытания опытного образца (опытной партии) электронного устройства или системы в соответствии с программами и методиками испытаний и другой нормативно-технической документацией
ПК-2.2	Анализирует и систематизирует данные об отказах в работе опытных образцов электронного оборудования

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 80,2 акад. часов;
- аудиторная – 76 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 28,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 2 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Микроконтроллеры архитектуры ARM								
1.1 Введение. Программирование микроконтроллеров на языке C Теория. Микроконтроллеры. Функции и применение микроконтроллеров. Основные параметры микроконтроллеров. Архитектура микроконтроллеров. Семейства микроконтроллеров ARM и их назначение. Устройство микроконтроллеров. Ядра Cortex-M0/M3/M4F. Периферийные блоки микроконтроллеров: ввод-вывод общего назначения, тактирование, таймеры, прерывания. Язык C для микроконтроллеров ARM. Особенности разработки программ для микроконтроллеров по сравнению с программированием для ПК. Ввод и вывод. Адресация. Двоичное и шестнадцатеричное счисления. Среда программирования IAR EWARM. Возможности	7	6	6	3,1	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	Выполнение и защита лабораторных работ. 1. Создание и настройка проекта в среде IAR. Создание прошивки, осуществляющей работу с блоком ввода-вывода общего назначения. Работа с технической документацией (поиск адресов аппаратных регистров, работа с принципиальной схемой тестовой платы).		

<p>1.2 Прерывания. Виды прерываний. Контроллер прерываний NVIC в ядре Cortex-M. Вектора прерываний. Приоритеты. Флаги прерываний в контроллерах STM. Рекомендации по написанию обработчиков прерываний.</p>		6	6		5	<p>Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.</p>	<p>Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 2. Создание программы, реализующей асинхронный ввод-вывод сигналов. Освоение документации NVIC. Настройка прерываний блока ввода-вывода общего назначения.</p>	
<p>1.3 Таймеры. Виды таймеров. Режимы работы таймеров. Измерение малых промежутков времени. Система тактирования микроконтроллера и методы её настройки.</p>		6	6		5	<p>Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.</p>	<p>Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 3. Разработка программы для периодического вывода сигналов с использованием таймера и делителей частоты. Измерение параметров сигналов с помощью цифрового осциллографа.</p>	
<p>1.4 Широтно-импульсная модуляция. Применение ШИМ для управления электронными устройствами. Особенности реализации ШИМ на микроконтроллере. Сглаживание. Специальные режимы работы таймеров.</p>		6	6		5	<p>Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.</p>	<p>Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 4. Разработка программы для генерации ШИМ сигнала с заданными параметрами.</p>	

<p>1.5 АЦП и ЦАП. Частота дискретизации и разрядность. Основные виды АЦП (АЦП прямого преобразования, АЦП последовательного приближения, сигма-дельта АЦП) и их характеристики. Режимы запуска АЦП. Дифференциальный режим измерения. Алгоритмы усреднения измеряемых величин: скользящее среднее и экспоненциальное усреднение. Библиотека для работы с периферийными блоками HAL Driver.</p>	6	6	4	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 5. Разработка программы, осуществляющей измерение напряжения внешнего аналогового сигнала с помощью АЦП.
<p>1.6 Обмен данными. Последовательные и параллельные интерфейсы. UART. Принцип работы шины UART, протокол передачи данных. События блока UART на микроконтроллерах STM32. Протоколы SPI и I2C, их принципы работы. Концепция ведущий-ведомые.</p> <p>Разработка прошивки для микроконтроллера, осуществляющей приём и отправку данных по UART. Освоение программного обеспечения для работы с COM-портами на ПК.</p> <p>Флеш-память. Принцип работы ячейки флеш-памяти (транзистор с плавающим затвором, чтение и запись данных). NOR и NAND конструкции флеш-памяти. Многоуровневые ячейки. Особенности работы с флеш-памятью из программ.</p>	8	8	6	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 6. Разработка прошивки для микроконтроллера, осуществляющей приём и отправку данных по UART. Освоение программного обеспечения для работы с COM-портами на ПК. 7. Разработка программы для подсчёта импульсов с использованием флеш-памяти для сохранения значения счётчика на случай перезагрузки или потери питания.
Итого по разделу	38	38	28,1		
Итого за семестр	38	38	28,1		экзамен
Итого по дисциплине	38	38	28,1		экзамен

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Для формирования знаний по дисциплине предусмотрены: обзорные лекции – для систематизации и закрепления знаний по дисциплине, информационные – для ознакомления со стандартами и справочной информацией, лекции визуализации – для наглядного представления способов решения задач, проблемная – для развития исследовательских навыков и изучения способов решения задач.

Для освоения дисциплины предусмотрено 14 ч. интерактивных занятий. Все практические занятия по разделу проводятся в интерактивной форме и предполагают публичные выступления и обсуждения. В рамках интерактивного обучения применяются ИТ-методы (использование сетевых мультимедийных учебников разработчиков программного обеспечения, электронных образовательных ресурсов по данной дисциплине; совместная работа в малых группах (2-3 студента) –индивидуальное обучение.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для вузов / А. М. Сажнев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 139 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10883-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472247> (дата обращения: 10.06.2021).

### **б) Дополнительная литература:**

1. Усатая, Т. В. Графика в автоматизированных системах. Чертежи электрических схем : учебное пособие / Т. В. Усатая, О. А. Кочукова. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=927.pdf&show=dcatalogues/1/1118938/927.pdf&view=true> – Загл. с экрана.

2. Кочукова, О. А. Электротехнические чертежи и схемы : учебное пособие / О. А. Кочукова, Т. В. Усатая, Д. Ю. Усатый ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 63 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2902.pdf&show=dcatalogues/1/1134362/2902.pdf&view=true> — Загл. с экрана.

3. Сильвашко, С. А. Основы программирования микроконтроллеров на C++ : учебное пособие / С. А. Сильвашко. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 126 с. — ISBN 978-5-7410-2398-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160013> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Хлуденев, А. В. Средства разработки и отладки программ для микроконтроллеров : учебное пособие / А. В. Хлуденев. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 106 с. — ISBN 978-5-7410-2400-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159899> (дата

обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Левицкий, А. А. Проектирование микросистем. Программные средства обеспечения САПР [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Левицкий, П. С. Маринушкин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2010. – 156 с. – режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=6046](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=6046). - Загл. с экрана.

**в) Методические указания:**

1. Конструирование и программирование микроконтроллерных устройств : учебное пособие / М. Ю. Смирнов, В. С. Зияутдинов, О. В. Голубева [и др.]. — Липецк : Липецкий ГПУ, 2018. — 26 с. — ISBN 978-5-88526-953-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115018> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Altium Designer Academic Edition	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
Oracle Virtual Box	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FlowVision	К-93-09 от 19.06.2009	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Компьютерные классы университета Персональные компьютеры со специализированным программным обеспечением.

Для чтения лекций: помещение и технические средства для демонстрации примеров и способов проектирования, видео фильмов и презентаций. Мультимедийное оборудование (ауд. 460, 365).

Специализированный компьютерный класс (лаборатория 460) 10 комплектов отладочных плат OPEN 407 без блоков питания, 12 компьютеров с ОЗУ не менее 8 ГБ, любой НЧ генератор, двухканальный осциллограф с разверткой не менее 0,2 мкс, измеритель частотных характеристик. Программное обеспечение KEIL uVision, программы для расчета коэффициентов фильтров КИХ и БИХ.

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

В течение семестра предусмотрено выполнение устных и письменных контрольных работ по дисциплине (по индивидуальным вариантам), проверка работ – еженедельно, защита лабораторных работ.

Основная часть заданий выполняется на занятиях. Самостоятельная работа предусматривает:

- подготовку к занятиям, изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой
- исправление ошибок, замечаний, оформление лабораторных работ.

**Самостоятельная работа в ходе аудиторных занятий** предполагает: изучение и повторение теоретического материала по темам лекций (по конспектам и учебной литературе, методическим указаниям), решение задач, выполнение индивидуальных работ.

**Самостоятельная работа под контролем преподавателя** предполагает подготовку конспектов и выполнение необходимых расчетов по разделам дисциплины, решение и проверка преподавателем задач, лабораторных работ, работа с методической литературой, подготовка к зачету.

**Внеаудиторная самостоятельная работа студентов** предполагает подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к контрольным работам, выполнение заданий (лабораторных работ), подготовку к зачету; изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой, исправление ошибок, замечаний, оформление работ; работу с компьютерными графическими пакетами и электронными учебниками разработчиков программного обеспечения по дисциплине.

**По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения:** *текущий* контроль (еженедельная проверка выполнения заданий и работы с учебной литературой), *периодический* контроль (лабораторные работы) по каждой теме дисциплины, *промежуточный* контроль в виде экзамена в 7 семестре и выполнения курсовой работы.

### **Темы лабораторных работ**

1. Создание и настройка проекта в среде IAR. Создание прошивки, осуществляющей работу с блоком ввода-вывода общего назначения. Работа с технической документацией (поиск адресов аппаратных регистров, работа с принципиальной схемой тестовой платы).

2. Создание программы, реализующей асинхронный ввод-вывод сигналов. Освоение документации NVIC. Настройка прерываний блока ввода-вывода общего назначения.

3. Разработка программы для периодического вывода сигналов с использованием таймера и делителей частоты. Измерение параметров сигналов с помощью цифрового осциллографа.

4. Разработка программы для генерации ШИМ сигнала с заданными параметрами.

5. Разработка программы, осуществляющей измерение напряжения внешнего аналогового сигнала с помощью АЦП.

6. Разработка прошивки для микроконтроллера, осуществляющей приём и отправку данных по UART. Освоение программного обеспечения для работы с СОМ-портами на ПК.

7. Разработка программы для подсчёта импульсов с использованием флеш-памяти для сохранения значения счётчика на случай перезагрузки или потери питания.

Темы и краткое описание работ:

### 1. Дисплеи

Виды дисплеев. Электронно-лучевые трубки (принцип работы, развёртка). Жидкокристаллические дисплеи (принцип действия ЖК ячейки, устройство мониторов, адресация). Кодирование цветов, битность изображения. Плазменные дисплеи. Светодиодные дисплеи. Проекторы (3LCD, LCOS, DLP). Резистивные и ёмкостные сенсорные дисплеи. Перспективные виды дисплеев (OLED, интерференционные дисплеи, SED, PixelSense).

Написание программы, осуществляющей вывод графических примитивов и текста на TFT-LCD дисплей тестовой платы. Освоение высокоуровневых библиотек для работы с периферийными блоками и внешними устройствами.

### 2. Система тактирования микроконтроллера

Классификация и принципы работы генераторов тактовой частоты. Кварцевые и RC-генераторы. Фазовая автоподстройка, делители и умножители частоты. Тактовые частоты шин данных и периферийных блоков микроконтроллера.

Настройка системы тактирования микроконтроллера, вывод тактового сигнала микроконтроллера. Измерение частоты тактирования с помощью осциллографа. Изучение зависимости формы сигнала от значения тактовой частоты.

### 3. USB

Краткая история внедрения шины USB. Физический уровень (кабели и разъёмы, состояния шины, кодирование данных). Пакетный уровень (структура и виды пакетов). Транзакционный уровень (адреса, конечные точки). Логический уровень (виды каналов, передача данных по периодам). Дескрипторы и классы устройств. Краткий обзор спецификаций USB.

Передача данных с ПК на контроллер по USB с использованием CDC класса.

### 4. Операционные системы реального времени

Операционные системы мягкого и жёсткого реального времени, а также их особенности. Диспетчеризация задач. Синхронизация задач. Операционная система FreeRTOS. Некоторые функции для управления задачами во FreeRTOS.

Настройка FreeRTOS и создание многозадачной программы для управления светодиодами.

Дополнительные темы курсовых работ:

- Измерение частоты внешнего сигнала с выводом результата на дисплей.
- Генерация ШИМ сигнала с регулировкой частоты и скважности.
- Измерение ёмкости конденсатора путём анализа формы отклика RC-цепи на периодический сигнал.
- Измерение индуктивности путём анализа формы отклика RL-цепи на периодический сигнал.
- Генерация гармонического сигнала путём модуляции одиночными импульсами.
- Измерение расстояния между акустическим излучателем и микрофоном с помощью измерения задержки распространения звука.
- Измерение скорости звука импульсным методом
- Стабилизация напряжения в RC цепи с обратной связью. Напряжение задаётся с компьютера и выводится на дисплей.

**7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов:

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<p>ПК-1: Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений</p>		
<p>ПК-1.1:</p>	<p>Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств</p>	<p><b>Выполнение лабораторных работ</b>  <b>Темы лабораторных работ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание и настройка проекта в среде IAR. Создание прошивки, осуществляющей работу с блоком ввода-вывода общего назначения. Работа с технической документацией (поиск адресов аппаратных регистров, работа с принципиальной схемой тестовой платы).</li> <li>2. Создание программы, реализующей асинхронный ввод-вывод сигналов. Освоение документации NVIC. Настройка прерываний блока ввода-вывода общего назначения.</li> <li>3. Разработка программы для периодического вывода сигналов с использованием таймера и делителей частоты. Измерение параметров сигналов с помощью цифрового осциллографа.</li> <li>4. Разработка программы для генерации ШИМ сигнала с заданными параметрами.</li> <li>5. Разработка программы, осуществляющей измерение напряжения внешнего аналогового сигнала с помощью АЦП.</li> <li>6. Разработка прошивки для микроконтроллера, осуществляющей приём и отправку данных по UART. Освоение программного обеспечения для работы с COM-портами на ПК.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		7. Разработка программы для подсчёта импульсов с использованием флеш-памяти для сохранения значения счётчика на случай перезагрузки или потери питания.
ПК-1.2:	Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам	<p>Экзаменационные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение. Программирование микроконтроллеров на языке C .</li> <li>2. Микроконтроллеры. Функции и применение микроконтроллеров.</li> <li>3. Основные параметры микроконтроллеров. Архитектура микроконтроллеров.</li> <li>4. Семейства микроконтроллеров ARM и их назначение.</li> <li>5. Устройство микроконтроллеров. Ядра Cortex-M0/M3/M4F. Периферийные блоки микроконтроллеров: ввод-вывод общего назначения, тактирование, таймеры, прерывания.</li> <li>6. Язык C для микроконтроллеров ARM. Особенности разработки программ для микроконтроллеров по сравнению с программированием для ПК. Ввод и вывод. Адресация. Двоичное и шестнадцатеричное счисления. Среда программирования IAR EWARM. Возможности отладки программ.</li> <li>7. Прерывания. Виды прерываний. Контроллер прерываний NVIC в ядре Cortex-M. Вектора прерываний. Приоритеты. Флаги прерываний в контроллерах STM. Рекомендации по написанию обработчиков прерываний.</li> <li>8. Таймеры. Виды таймеров. Режимы работы таймеров.</li> <li>9. Измерение малых промежутков времени. Система тактирования микроконтроллера и методы её настройки.</li> <li>10. Широтно-импульсная модуляция. Применение ШИМ для управления электронными устройствами.</li> <li>11. Особенности реализации ШИМ на микроконтроллере. Сглаживание.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		12. Специальные режимы работы таймеров.
ПК-2: Способен проводить работы по наладке, испытанию и сдаче в эксплуатацию опытных образцов электронных устройств и систем		
ПК-2.1:	Производит монтаж, наладку и предварительные испытания опытного образца (опытной партии) электронного устройства или системы в соответствии с программами и методиками испытаний и другой нормативно-технической документацией	<p>Экзаменационные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. АЦП и ЦАП. Частота дискретизации и разрядность.</li> <li>2. Основные виды АЦП (АЦП прямого преобразования, АЦП последовательного приближения, сигма-дельта АЦП) и их характеристики.</li> <li>3. Режимы запуска АЦП. Дифференциальный режим измерения.</li> <li>4. Алгоритмы усреднения измеряемых величин: скользящее среднее и экспоненциальное усреднение.</li> <li>5. Библиотека для работы с периферийными блоками HAL Driver.</li> <li>6. Обмен данными. Последовательные и параллельные интерфейсы. UART.</li> <li>7. Принцип работы шины UART, протокол передачи данных. События блока UART на микроконтроллерах STM32.</li> <li>8. Протоколы SPI и I2C, их принципы работы. Концепция ведущий-ведомые.</li> <li>9. Разработка прошивки для микроконтроллера, осуществляющей приём и отправку данных по UART.</li> <li>10. Освоение программного обеспечения для работы с COM-портами на ПК.</li> <li>11. Флеш-память. Принцип работы ячейки флеш-памяти (транзистор с плавающим затвором, чтение и запись данных). NOR и NAND конструкции флеш-памяти. Многоуровневые ячейки. Особенности работы с флеш-памятью из программ</li> </ol>
ПК-2.2	: Анализирует и систематизирует данные об отказах в работе опытных образцов электронного	<p><b>Практические работы</b> Темы и краткое описание курсовых работ:</p> <p><b>1. Дисплеи</b></p> <p>Виды дисплеев. Электронно-лучевые трубки</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	оборудования	<p>(принцип работы, развёртка). Жидкокристаллические дисплеи (принцип действия ЖК ячейки, устройство мониторов, адресация). Кодирование цветов, битность изображения. Плазменные дисплеи. Светодиодные дисплеи. Проекторы (3LCD, LCOS, DLP). Резистивные и ёмкостные сенсорные дисплеи. Перспективные виды дисплеев (OLED, интерференционные дисплеи, SED, PixelSense).</p> <p>Написание программы, осуществляющей вывод графических примитивов и текста на TFT-LCD дисплей тестовой платы. Освоение высокоуровневых библиотек для работы с периферийными блоками и внешними устройствами.</p> <p><b>2. Система тактирования микроконтроллера</b></p> <p>Классификация и принципы работы генераторов тактовой частоты. Кварцевые и RC-генераторы. Фазовая автоподстройка, делители и умножители частоты. Тактовые частоты шин данных и периферийных блоков микроконтроллера.</p> <p>Настройка системы тактирования микроконтроллера, вывод тактового сигнала микроконтроллера. Измерение частоты тактирования с помощью осциллографа. Изучение зависимости формы сигнала от значения тактовой частоты.</p> <p><b>3. USB</b></p> <p>Краткая история внедрения шины USB. Физический уровень (кабели и разъёмы, состояния шины, кодирование данных).Packetный уровень (структура и виды пакетов). Транзакционный уровень (адреса, конечные точки). Логический уровень (виды каналов, передача данных по периодам). Дескрипторы и классы устройств. Краткий обзор спецификаций USB.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Передача данных с ПК на контроллер по USB с использованием CDC класса.</p> <p><b>4.Операционные системы реального времени</b></p> <p>Операционные системы мягкого и жёсткого реального времени, а также их особенности. Диспетчеризация задач. Синхронизация задач. Операционная система FreeRTOS. Некоторые функции для управления задачами во FreeRTOS.</p> <p>Настройка FreeRTOS и создание многозадачной программы для управления светодиодами.</p> <p>Дополнительные темы работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Измерение частоты внешнего сигнала с выводом результата на дисплей.</li> <li>• Генерация ШИМ сигнала с регулировкой частоты и скважности.</li> <li>• Измерение ёмкости конденсатора путём анализа формы отклика RC-цепи на периодический сигнал.</li> <li>• Измерение индуктивности путём анализа формы отклика RL-цепи на периодический сигнал.</li> <li>• Генерация гармонического сигнала путём модуляции одиночными импульсами.</li> <li>• Измерение расстояния между акустическим излучателем и микрофоном с помощью измерения задержки распространения звука.</li> <li>• Измерение скорости звука импульсным методом</li> <li>• Стабилизация напряжения в RC цепи с обратной связью. Напряжение задаётся с компьютера и выводится на дисплей.</li> </ul>

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку «отлично» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.