



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

04.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ АРХИТЕКТУРЫ ARM**

Направление подготовки (специальность)  
11.03.04 Электроника и наноэлектроника

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	3
Семестр	6

Магнитогорск  
2025 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

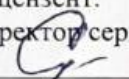
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники  
15.01.2025, протокол № 5

Зав. кафедрой  Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
04.02.2025 г. протокол № 3

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:  
зав. кафедры ЭиМЭ, к.т.н., доцент  Усатый Д.Ю.

Рецензент:  
директор сервисного центра ООО «Техноап-Инжиниринг», к.т.н.  
 Суспицын Е.С.

## Лист актуализации рабочей программы

---

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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 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

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
ПК-3 Способен разрабатывать поведенческие описания моделей стандартных ячеек	
ПК-3.1	Проводит описание моделей стандартных элементов на поведенческом языке
ПК-3.2	Использует целевые системы автоматизированного проектирования

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

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

- контактная работа – 91,6 академических часов;
- аудиторная – 90 академических часов;
- внеаудиторная – 1,6 академических часов;
- самостоятельная работа – 52,4 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических 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	6	2	2		1,1	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).	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2

EWARM. Возможности отладки программ.								
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.	6	2	10		7,3	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	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.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2
1.3 Таймеры. Виды таймеров. Режимы работы таймеров. Измерение малых промежутков времени. Система тактирования микроконтроллера и методы её настройки.		6	10		8	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	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.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2
1.4 Широтно-импульсная модуляция. Применение ШИМ для управления электронными устройствами. Особенности реализации ШИМ на микроконтроллере. Сглаживание. Специальные режимы работы таймеров.		6	10		10	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 4. Разработка программы для генерации ШИМ сигнала с заданными параметрами.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2
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.		6	10		10	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой	Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ 5. Разработка программы, осуществляющей измерение	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2

<p>Дифференциальный режим измерения. Алгоритмы усреднения измеряемых величин: скользящее среднее и экспоненциальное усреднение. Библиотека для работы с периферийными блоками HAL Driver.</p>						работы.	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>	6	8	18	16	Изучение и повторение теоретического материала, подготовка и оформление лабораторных работ, подготовка курсовой работы.	<p>Выполнение курсовой работы. Выполнение и оформление лабораторных работ</p> <p>6. Разработка прошивки для микроконтроллера, осуществляющей приём и отправку данных по UART. Освоение программного обеспечения для работы с COM-портами на ПК.</p> <p>7. Разработка программы для подсчёта импульсов с использованием флеш-памяти для сохранения значения счётчика на случай перезагрузки или потери питания.</p>	<p>ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2</p>	
Итого по разделу	30	60		52,4				
Итого за семестр	30	60		52,4			зачёт	
Итого по дисциплине	30	60		52,4			зачет	

## **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 IT-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**

### **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. 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.
2. 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 ПО	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 ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</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>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</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

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.**  
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

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 COM-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).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.

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.

## Приложение 2

### 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
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	<b>Выполнение лабораторных работ</b> <b>Темы лабораторных работ</b> 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).

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	<p>сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований;</p> <p>рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества;</p> <p>выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств</p>	<p>2. Создание программы, реализующей асинхронный ввод-вывод сигналов. Освоение документации NVIC. Настройка прерываний блока ввода-вывода общего назначения.</p> <p>3. Разработка программы для периодического вывода сигналов с использованием таймера и делителей частоты. Измерение параметров сигналов с помощью цифрового осциллографа.</p> <p>4. Разработка программы для генерации ШИМ сигнала с заданными параметрами.</p> <p>5. Разработка программы, осуществляющей измерение напряжения внешнего аналогового сигнала с помощью АЦП.</p> <p>6. Разработка прошивки для микроконтроллера, осуществляющей приём и отправку данных по UART. Освоение программного обеспечения для работы с COM-портами на ПК.</p> <p>7. Разработка программы для подсчёта импульсов с использованием флеш-памяти для сохранения значения счётчика на случай перезагрузки или потери питания.</p>
ПК-1.2:	<p>Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации;</p> <p>сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам</p>	<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</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>программирования IAR EWARM. Возможности отладки программ.</p> <p>7. Прерывания. Виды прерываний. Контроллер прерываний NVIC в ядре Cortex-M. Вектора прерываний. Приоритеты. Флаги прерываний в контроллерах STM. Рекомендации по написанию обработчиков прерываний.</p> <p>8. Таймеры. Виды таймеров. Режимы работы таймеров.</p> <p>9. Измерение малых промежутков времени. Система тактирования микроконтроллера и методы её настройки.</p> <p>10. Широтно-импульсная модуляция. Применение ШИМ для управления электронными устройствами.</p> <p>11. Особенности реализации ШИМ на микроконтроллере. Сглаживание.</p> <p>12. Специальные режимы работы таймеров.</p>
<p>ПК-2: Способен проводить работы по наладке, испытанию и сдаче в эксплуатацию опытных образцов электронных устройств и систем</p>		
<p>ПК-2.1:</p>	<p>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>	<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> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>8. Протоколы SPI и I2C, их принципы работы. Концепция ведущий-ведомые.</p> <p>9. Разработка прошивки для микроконтроллера, осуществляющей приём и отправку данных по UART.</p> <p>10. Освоение программного обеспечения для работы с COM-портами на ПК.</p> <p>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</p>
ПК-2.2	: Анализирует и систематизирует данные об отказах в работе опытных образцов электронного оборудования	<p><b>Практические работы</b> Темы и краткое описание курсовых работ:</p> <p><b>1. Дисплей</b></p> <p>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).</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</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>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>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>• Стабилизация напряжения в RC цепи с обратной связью. Напряжение задаётся с компьютера и выводится на дисплей.</li> </ul>
<b>ПК-3: Способен разрабатывать поведенческие описания моделей стандартных ячеек</b>		
ПК-3.1:	Проводит описание моделей стандартных элементов на поведенческом языке	<p style="text-align: center;"><b>Практические работы</b></p> <p style="text-align: center;">Темы и краткое описание курсовых работ:</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> <p>Передача данных с ПК на контроллер по USB с использованием CDC класса.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<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>
ПК-3.2:	Использует целевые системы автоматизированного проектирования	<p><b>Практические работы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Генерация гармонического сигнала путём модуляции одиночными импульсами.</li> <li>2. Измерение расстояния между акустическим излучателем и микрофоном с помощью измерения задержки распространения звука.</li> <li>3. Измерение скорости звука импульсным методом</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

**Критерии оценки для получения зачета**

«зачтено» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций.

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