

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 24

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Е.В. Силяков

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«б» 02 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые устройства и микропроцессоры»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиоэлектронные системы и комплексы
Наименование направленности	Радиоэлектронные системы передачи информации
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

С.А. Цурков
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 24

«б» 02 2025 г, протокол № 2/25

Заведующий кафедрой № 24

к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

О.В. Тихоненкова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровые устройства и микропроцессоры» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» направленности «Радиоэлектронные системы передачи информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

ОПК-6 «Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ»

ПК-4 «Способен разрабатывать радиоэлектронные устройства на современной элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с микропроцессорной техникой, программированием микроконтроллеров семейства STM32, методами отладки проектов микроконтроллеров STM32, цифровой схемотехникой в части сопряжения с микроконтроллерами STM32 .

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов базовых знаний в области цифровой схемотехники: теории и практики цифровых устройств, принципов построения и характеристик современных цифровых устройств, вопросов анализа и синтеза цифровых систем, а также назначения, методов, решаемых задач, принципов действия и построения микропроцессорных устройств с точки зрения использования их в различных отраслях науки и техники

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.В.2 владеть навыками использования алгоритмов и цифровых средств, предназначенных для анализа информации и данных
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ	ОПК-6.3.1 знать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен разрабатывать радиоэлектронные устройства на современной элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ	ПК-4.3.1 знать принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и радионавигации, средства связи ПК-4.У.1 уметь выбирать элементную базу для цифровых радиотехнических устройств ПК-4.В.1 владеть современными

		средствами разработки радиотехнических устройств
--	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Информатика»,
- «Электроника»,
- «Радиотехнические цепи и сигналы»,
- «Схемотехника аналоговых электронных устройств»,
- «Дискретная математика»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Цифровая обработка сигналов»,
- «Радиоэлектронные системы передачи информации»,
- «Узлы и элементы радиоэлектронных биотехнических систем»
- «Радиоэлектронные системы в медицине и биологии»
- «Технические средства телемедицины», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	11	11
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	76	76
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Обзор и архитектура современных микроконтроллеров семейства ARM32	2				9
Раздел 2. Интегрированные средства разработки программного обеспечения микроконтроллеров семейства Cortex-STM32	4	3	3		10
Раздел 3. Базовые периферийные узлы микроконтроллеров семейства Cortex-STM32	12	9	9		10
Раздел 4. Технологии программных проектов с применением микроконтроллеров семейства Cortex-STM32	16	5	5		10
Итого в семестре:	34	17	17		76
Итого	34	17	17	0	76

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	<p>Лекция 1.</p> <p>История развития микропроцессорной техники в направлении INTEL4004 → INTEL8051 → ARM32</p> <p>Базовые принципы и механизмы ядер архитектуры RISC</p> <p>Обзор рынка микроконтроллеров семейства ARM32</p> <p>Примеры применения микроконтроллеров ARM32 в современной технике и промышленности</p>
Раздел 2.	<p>Лекция 2.</p> <p>Обзор и сравнительный анализ средств интегрированной разработки программного обеспечения (IDE) для STM32:</p> <ul style="list-style-type: none"> - среда IAR - среда KEIL - среда ECLIPSE

	<p>Полезные ПО при работе с STM32:</p> <ul style="list-style-type: none"> - утилита ST-LINK - утилита STM32CubeProgrammer - утилита DfuSeDemo - утилита DfuFilemgr <p>Работа в интегрированной среде графического генератора кода CubeIDE, примеры создания проектов</p> <p>Лекция 3.</p> <p>Состав файлов проекта STM32:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Библиотеки CMSIS - Библиотеки HAL - Другие нужные разработчику файлы <p>Работа в среде STM32CubeIDE (ECLIPSE):</p> <ul style="list-style-type: none"> - настройки проекта - компиляция проекта - отладка проекта
<p>Раздел 3.</p>	<p>Лекция 4.</p> <p>Порты ввода-вывода STM32:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Работа с портом в входном режиме - Работа с входным портом в режиме прерывания - Работа с портом в выходном режиме <p>Внешние драйверы для работы с портами:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Схемы согласования логики порта «+3.3V / +5V» - Драйверы на биполярном транзисторе - Драйверы на MOSFT транзисторе - Драйверы ПУШ-ПУЛ схемы - Драйверы на ОПТО парах (входные/выходные) - Драйверы на твердотельных реле - Драйверы управления коллекторным двигателем - Драйверы управления шаговым двигателем
	<p>Лекция 5.</p> <p>Работа с таймером</p> <p>Работа с таймером RTC</p> <p>Таймер в режиме ЭНКОДЕРА</p> <p>Таймер в режиме захвата ШИМ</p> <p>Таймер в режиме формирования ШИМ</p> <p>Работа с СЕРВО ПРИВОДОМ</p> <p>Сторожевой таймер</p>
	<p>Лекция 6.</p> <p>Последовательные интерфейсы UART, SPI, I2C</p>

	<p>Работа с UART в блокирующем режиме</p> <p>Работа с UART в неблокирующем режиме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Работа с UART в режиме прерывания - Работа с UART в режиме DMA <p>Взаимодействие микроконтроллера с ПК через UART, Работа с терминалом «TeraTerm», выдача отладочных сообщений STM32</p> <p>Драйверы информационного канала UART:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Драйверы RS232 - Драйверы RS422 - Драйверы RS485
	<p>Лекция 7.</p> <p>Работа с USB в режиме OTG</p> <p>Реализация программного FIFO для работы с последовательными каналами UART/USB/SPI/I2C.</p> <p>Работа с АЦП:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пример измерения напряжения; - пример измерение тока; - пример измерение температуры; - пример измерение пульса; <p>Алгоритм фильтра, скользящего среднего для работы с АЦП</p> <p>пример: передачи 8-ми каналов АЦП микроконтроллера на ПК, через USB, в задаче электрокардиографии</p>
Раздел 4.	<p>Лекция 8.</p> <p>Операционная система «FreeRTOS» для микроконтроллеров STM32</p> <p>POSIX механизмы взаимодействия процессов в операционной системе «FreeRTOS»</p>
	<p>Лекция 9.</p> <p>Реализация командного интерпретатора SHELL для встраиваемых систем на микроконтроллерах STM32.</p>
	<p>Лекция 10.</p> <p>Работа с MMC картой памяти</p>

	<p>Подключение файловой системы FAT-FS Реализация SHELL для работы с MMC</p>
	<p>Лекция 11.</p> <p>Передача файлов по протоколу X-MODEM Алгоритмы расчета контрольной суммы (CRC8-CRC32) Реализация SHELL для работы с X-MODEM</p>
	<p>Лекция 12.</p> <p>Работа со встроенной FLASH памятью STM32 Реализация собственного загрузчика (USB-DFU)</p>
	<p>Лекция 13.</p> <p>Работа с сетью ETHERNET</p> <p>История создания сети Основные принципы работы сети</p> <p>Сетевые протоколы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Протокол ARP - Протокол ICMP - Протокол UDP - Протокол TCP/IP <p>Программа сетевого анализа (сниффер Wire Shark) Особенности сетевого обмена Полезные консольные утилиты для работы с сетью</p>
	<p>Лекция 14.</p> <p>Работа с Ethernet в микроконтроллерах STM32 Библиотека стек-протокола LWIP</p> <p>Реализация обмена с ПК по LWIP –UDP для STM32 Реализация обмена с ПК по LWIP –TCP для STM32</p>
	<p>Лекция 15.</p> <p>Сырая обработка Ethernet пакетов на STM32:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Собственная реализация протокола ARP - Собственная реализация протокола ICMP - Собственная реализация протокола UDP
	<p>Лекция 16.</p> <p>Параллельная шина FMC микроконтроллеров STM32 Настройки FMC шины Подключение SDRAM памяти через FMC шину</p>

	Сопряжение микроконтроллера с FPGA через FMC шину
	Лекция 17. Микроконтроллеры STM32 с интегрированными радиоканалами

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6					
1	Работа с IDE	Разработка ПО	2		2
2	Работа с портами	Разработка ПО	2		2
3	Работа с таймерами	Разработка ПО	3		2
4	Работа с SPI	Разработка ПО	2		2
5	Работа с I2C	Разработка ПО	2		2
6	Работа с UART	Разработка ПО	3		2
7	Работа с USB/ADC	Разработка ПО	3		2
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Работа с FreeRTOS	3		
2	Работа с SHELL	2		
3	Работа с MMC-FATFS	2		
4	Работа с X-MODEM	2		
5	Работа с USB-DFU	2		
6	Работа с Ethernet	6		
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	30	30
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	16	16
Всего:	76	76

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
1	Carmine Noviello Пошаговое руководство по самой полной платформе ARM Cortex-M, использующей бесплатную и мощную среду разработки на основе Eclipse и GCC	
2	Бугаев, Мусиенко, Крайнык. Лабораторный практикум для STM32F3, 2014	
3	Джозеф Ю. Ядро Cortex - M3 компании ARM. Полное руководство	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	14-33

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену;

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться

100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Опишите основные принципы RISC архитектуры, Назовите базовые блоки ядра RISC, поясните их предназначение. В чем преимущество применения RISC микроконтроллеров во встраиваемых системах?	УК-1.В.2
2	Назовите основных производителей микроконтроллеров ARM32. Приведите сравнительную оценку, укажите достоинство и недостатки различных моделей микроконтроллеров. Приведите примеры применения	УК-4.В.2

	микроконтроллеров в технике и промышленности.	
3	<p>Дайте определение понятиям стек, куча, кэш память.</p> <p>В чем смысл стека? Где происходит инициализация стека?</p> <p>Как пользоваться кучей?</p> <p>Приведите случаи, когда кэширование может мешать корректному выполнению программы.</p>	ОПК-6.3.1
4	<p>Приведите и поясните состав проекта STM32.</p> <p>Какой смысл «тар» файла? Как он может быть полезен программисту?</p> <p>Какой смысл файла скрипта линкера? Чем и когда он может быть полезен программисту?</p>	ОПК-6.3.1
5	<p>Дайте определения и поясните базовые принципы работы библиотек CMSIS и HAL. Объясните положительные и отрицательные стороны работы с библиотеками.</p>	ОПК-6.3.1
6	<p>Приведите основные элементы настройки проекта в среде STM32CubeMx. Каким образом осуществляется настройка и генерация кода проекта.</p> <p>Поясните настройки тактирования для STM32 в STM32CubeMx.</p>	ПК-.4.3.1
7	<p>Каким образом осуществляются настройки проекта в среде Eclipse? как выполнять компиляцию проекта? Как импортировать проект, созданный на другом компьютере? Как создавать и переключать сессии WORKSPACE?</p>	УК-1.В.2
8	<p>Опишите основные механизмы поиска ошибок в программе с применением Debug отладчика.</p> <p>Нарисуйте схему подключения STLINK-V2 программатора к микроконтроллеру, поясните назначение сигналов программатора.</p> <p>Как реализовать отладочный TRACE вывод в консоль SWD?</p>	ПК4.У.1
9	<p>Поясните базовые принципы работы с портом ввода-вывода микроконтроллера STM32. Приведите и объясните схемы драйверов порта для подключения к микроконтроллеру различных исполнительных нагрузок.</p>	ОПК-6.3.1
10	<p>Как работает система прерываний микроконтроллера STM32. В каком файле проекта можно найти обработчик прерывания? В чем удобство работы с прерываниями. Приведите пример проекта с прерыванием. Что такое таблица векторов прерываний? Где расположена таблица векторов прерываний? Что необходимо выполнить для переноса таблицы векторов прерываний в другую область памяти?</p>	УК-1.В.2
11	<p>Опишите порядок действий в настройке таймера на интервал 1000мс для микроконтроллера STM32.</p> <p>Как реализовать задержку произвольного процесса на основе таймера RTC?</p> <p>Как измерить время выполнения произвольной функции на основе таймера RTC?</p>	ПК-.4.В.1
12	<p>Поясните как реализовать режим энкодера в таймере STM32?</p> <p>Поясните работу таймера в режиме ШИМ.</p>	УК-1.В.2

	Поясните как работать со сторожевым таймером в STM32?	
13	Поясните принципы функционирования интерфейсов I2C, SPI, UART. В чем различие работы в блокирующем и неблокирующем режиме? Опишите функциональные характеристики драйверов RS232, RS422, RS485.	УК-1.B.2
14	Опишите порядок действий в настройке STM32CubeMx и программировании IDE для работы STM32 в режиме USB OTG? Поясните принцип работы программного FIFO для работы с последовательными каналами STM32.	ОПК-6.3.1
15	В чем удобство работы с ОС «FreeRTOS» . Приведите POSIX механизмы взаимодействия процессов в операционной системе «FreeRTOS».	УК-1.B.2
16	Поясните работу АЦП в STM32. Приведите алгоритм усреднения измерений АЦП. Поясните как выполнить измерение напряжения на STM32? Поясните как выполнить измерение тока на STM32? Поясните как выполнить измерение температуры на STM32?	ОПК-6.3.1
17	Опишите порядок действий в программной реализации командного интерпретатора SHELL.	ПК-.4.3.1
18	Опишите порядок действий в настройке STM32CubeMx и программировании IDE для настройки MMC карты в режиме FATFS	ПК-.4.3.1
19	Поясните алгоритм передачи файлов по протоколу X-MODEM Поясните алгоритм расчета контрольной суммы CRC8 Поясните алгоритм расчета контрольной суммы CRC16 Поясните алгоритм расчета контрольной суммы CRC32	ПК-.4.3.1
20	Опишите порядок действий в программировании функций взаимодействия с FLASH памятью STM32. Опишите порядок действий в реализации загрузчика USB-DFU	ПК-.4.3.1
21	Опишите основные принципы работы сети Ethernet Поясните работу протокола ARP Поясните работу протокола ICMP Поясните работу протокола UDP Поясните работу протокола TCP/IP	УК-1.B.2
22	Опишите порядок действий в настройке STM32CubeMx и программировании IDE для настройки LWIP-UDP микроконтроллера STM32	ОПК-6.3.1
23	Поясните функционирование шины FMC для STM32 Дайте определение основным настройкам шины Опишите сигналы FMC шины для взаимодействия с SDRAM памятью.	ПК-.4.У.1

	Опишите порядок действий в настройке проекта STM32CubeMx и программировании IDE для FMC шины взаимодействующей с SDRAM памятью.	
24	Поясните функционирование шины FMC для STM32 Дайте определение основным настройкам шины Опишите сигналы FMC шины взаимодействия с FPGA для STM32 Опишите порядок действий в настройке проекта STM32CubeMx и программировании IDE для FMC шины взаимодействующей с FPGA.	УК-1.В.2
25	Приведите основные характеристики и возможности микроконтроллеров STM32 с интегрированными радиоканалом	ПК-4.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Типы тестовых заданий и инструкции для их выполнения:

1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора (инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа);

2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора (инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов);

3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия (инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце)

4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности (инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо);

5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом (Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ).

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<p>1 тип Укажите семейство микроконтроллеров, ориентированных на мобильные приложения с малым потреблением энергии варианты ответов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. STM32F; 2. STM32L; 3. STM32G; 4. STM32H; 5. STM32W. 	УК-1
2	<p>1 тип «Debug» среды разработки STMicroelectronics позволяет:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. компилировать программное обеспечение; 2. выполнять перепрошивку кристалла; 3. осуществлять пошаговую отладку с доступом к ячейкам памяти; 4. выпаивать микросхему с печатной платы. 	ОПК-6
3	<p>Тип 1 Библиотека CMSIS осуществляет:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. форматирование диска операционной системы; 2. доступ к периферийным узлам микроконтроллера; 3. графического переопределение контактов портов ввода-вывода; 4. формирование гербер файла для производства печатной платы. 	ПК-4
4	<p>2 тип Блок прерываний NVIC необходим для:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. для обработки асинхронных событий; 2. оценки стоимости кристалла; 3. выхода из цикла критической ошибки. 	УК-1
5	<p>2 тип Драйвер RS422 обеспечивает:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. передачу информации дифференциальным сигналом на расстояние до 1.5км; 2. обмен по шине PCI; 3. выдачу информации на VGA монитор. 4. передачу информации сигналом уровнем 9вольт на расстояние до 9м. 	ОПК-6

6	2 тип Командный интерпретатор SHELL применяется : 1. в приложениях взаимодействующим с микроконтроллером через программу терминала интерфейса с пользователем; 2. удаления точек останова в режиме отладки; 3. оптимизации работы компилятора; 4. устранения эффекта дребезга дорожки печатной платы.				ПК-4																
7	3 тип. Установите соответствия: <table><tr><td>1</td><td>CUBEIDE</td><td>а</td><td>Стандарт отладочных сигналов</td></tr><tr><td>2</td><td>STLINK</td><td>б</td><td>Название программатора</td></tr><tr><td>3</td><td>JTAG</td><td>в</td><td>Среда разработки</td></tr><tr><td>4</td><td>STM32 STLINK UTILITY</td><td>г</td><td>Средства управления МК</td></tr></table>				1	CUBEIDE	а	Стандарт отладочных сигналов	2	STLINK	б	Название программатора	3	JTAG	в	Среда разработки	4	STM32 STLINK UTILITY	г	Средства управления МК	УК-1
1	CUBEIDE	а	Стандарт отладочных сигналов																		
2	STLINK	б	Название программатора																		
3	JTAG	в	Среда разработки																		
4	STM32 STLINK UTILITY	г	Средства управления МК																		
8	3 тип. Установите соответствия: <table><tr><td>1</td><td>HAL</td><td>а</td><td>Модуль прерываний</td></tr><tr><td>2</td><td>RTC</td><td>б</td><td>Библиотека низкого уровня</td></tr><tr><td>3</td><td>NVIC</td><td>в</td><td>Библиотека высокого уровня</td></tr><tr><td>4</td><td>CMSYS</td><td>г</td><td>Счетчик реал. времени</td></tr></table>				1	HAL	а	Модуль прерываний	2	RTC	б	Библиотека низкого уровня	3	NVIC	в	Библиотека высокого уровня	4	CMSYS	г	Счетчик реал. времени	ОПК-6
1	HAL	а	Модуль прерываний																		
2	RTC	б	Библиотека низкого уровня																		
3	NVIC	в	Библиотека высокого уровня																		
4	CMSYS	г	Счетчик реал. времени																		
9	3 тип. Установите соответствия: <table><tr><td>1</td><td>DMA</td><td>а</td><td>Последовательный интерфейс передачи данных</td></tr><tr><td>2</td><td>UART</td><td>б</td><td>Механизм установки частот</td></tr><tr><td>3</td><td>GPIO</td><td>в</td><td>Порт ввода выводе</td></tr><tr><td>4</td><td>PLL</td><td>г</td><td>Механизм передачи данных</td></tr></table>				1	DMA	а	Последовательный интерфейс передачи данных	2	UART	б	Механизм установки частот	3	GPIO	в	Порт ввода выводе	4	PLL	г	Механизм передачи данных	ПК-4
1	DMA	а	Последовательный интерфейс передачи данных																		
2	UART	б	Механизм установки частот																		
3	GPIO	в	Порт ввода выводе																		
4	PLL	г	Механизм передачи данных																		
10	4 тип Поясните алгоритм передачи файлов по протоколу X-MODEM со стороны приемника 1. «NAK» или «C»; 2. «EOT» и «ACK»; 3. «NAK» или «ACK».				УК-1																
11	4 тип. Поясните основные этапы выполнения программы STM32 1 выполнение инициализации HAL и периферии; 2 выполнение основного цикла обработки; 3 выполнение startup.				ОПК-6																
12	4 тип Установите соответствие и порядок действий при создании проекта STM32 в среде CUBEIDE 1. Выбор среды и генерация кода; 2. Выбор кристалла; 3. Настройка периферии.				ПК-4																
13	5 тип. Опишите назначение сетевого протокола «ARP»				УК-1																
14	5 тип. Опишите назначение шины FMC				ОПК-6																
15	5 тип Опишите в каких случая необходима SDRAM память				ПК-4																

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

– получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;

- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- _____;
- _____;
- ...

Если методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по участию в семинарах имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по прохождению практических занятий имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Обязательно для заполнения преподавателем

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Обязательно для заполнения преподавателем

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по прохождению лабораторных работ имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Обязательно для заполнения преподавателем

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по курсовому проектированию/ выполнению курсовой работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения промежуточной аттестации.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой