

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

Кафедра № 43

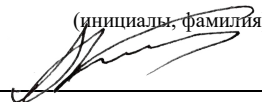
УТВЕРЖДАЮ
Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

А.А. Ключарев

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«15» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

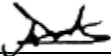
«Программирование встроенных приложений»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Программная инженерия
Наименование направленности	Проектирование программных систем
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

<u>доц., к.т.н.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>09.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>А.А. Попов</u> (инициалы, фамилия)
---	--	--

Программа одобрена на заседании кафедры № 43

«15» июня 2023 г, протокол № 05/2023

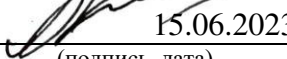
Заведующий кафедрой № 43

<u>д.т.н., проф.</u> (уч. степень, звание)	 <u>15.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>М.Ю. Охтилев</u> (инициалы, фамилия)
---	--	--

Ответственный за ОП ВО 09.03.04(02)

<u>Старший преподаватель</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>15.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>А.А. Фоменкова</u> (инициалы, фамилия)
--	--	--

Заместитель директора института №4 по методической работе

<u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>15.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>А.А. Ключарев</u> (инициалы, фамилия)
---	---	---

Аннотация

Дисциплина «Программирование встроенных приложений» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.04 «Программная инженерия» направленности «Проектирование программных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№43».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способность владеть методологией программной инженерии при проектировании программных систем различного назначения»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением организации программного обеспечения встраиваемых систем, получением знаний, о структуре, функциях и основах программирования микроконтроллеров.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение обучающимися необходимых навыков в области архитектуры и программного обеспечения встроенных систем, получением знаний, о структуре, функциях и основах программирования микроконтроллеров, позволяющих решать вопросы анализа функционирования и обоснования требований к архитектуре и программному обеспечению встраиваемых систем.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способность владеть методологией программной инженерии при проектировании программных систем различного назначения	ПК-2.3.1 знает методы проектирования, тестирования и сопровождения программных систем различного назначения на всех этапах жизненного цикла ПК-2.У.1 умеет применять методологии проектирования, тестирования и сопровождения программных систем различного назначения на всех этапах жизненного цикла ПК-2.В.1 владеет навыками использования методов и средств проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов и баз данных

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Информатика»,
- «Дискретная математика»,
- «Основы программирования»,
- «Алгоритмы и структуры данных»,
- «Архитектура ЭВМ и систем».

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

- «Программирование мобильных устройств»,
- «Операционные системы».

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	№7
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	7/ 252	5/ 180	2/ 72
Из них часов практической подготовки	51	34	17
Аудиторные занятия, всего час.	85	68	17
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	34	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	36	36	
Самостоятельная работа, всего (час)	131	76	55
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)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Архитектура встроенных систем. Тема 1.1. Основные понятия и принципы построения встроенных систем. Тема 1.2. Организация и принципы работы RISC-процессоров.	8		8		18
Раздел 2. Принципы программирования встроенных приложений. Тема 2.1. Принципы программного управления подсистемами микроконтроллера. Тема 2.2. Методы передачи данных. Организация интерфейсов. Тема 2.3. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.	22		22		48
Раздел 3. Организация работы встроенных приложений на основе операционной системы. Тема 3.1. Архитектура, назначение и функции встраиваемой операционной системы.	4		4		10
Итого в семестре:	34		34		76

Семестр 7					
Выполнение курсового проекта				17	55
Итого в семестре:				17	55
Итого	34	0	34	17	131

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
1	<p align="center">Архитектура встроенных систем.</p> <p>Тема 1.1. Основные понятия и принципы построения встроенных систем. Лекция №1. Общие понятия проектирования и программирования встроенных систем. Понятие программного управления. Системы автоматического управления. Встраиваемые системы. Проектирование встраиваемых систем. Микроконтроллеры (МК).</p> <p>Тема 1.2. Организация и принципы работы RISC-процессоров. Лекция №2. Структура микроконтроллера. Организация взаимодействия банка регистров с операционным устройством (ОУ) в RISC-процессоре. Структурная схема ОУ, принцип кодирования операций. Форматы команд. Дешифратор команд. Формирование архитектуры системы команд. Лекция №3. Принцип совмещения операций академика С.А. Лебедева. Элементы архитектуры процессоров ARM Cortex-M. Режимы работы и состояния. Программная модель. Лекция №4. Модель памяти ARM Cortex-M. Система команд. Методы адресации. Номенклатура микроконтроллеров серии STM32. Структурная схема STM32F3x, назначение подсистем. Классификация памяти. Основные характеристики памяти. Сегментация памяти.</p>
2	<p align="center">Принципы программирования встроенных приложений.</p> <p>Тема 2.1. Принципы программного управления подсистемами микроконтроллера. Лекция №5. Стандарт CMSIS. Стандарт вызова процедур для архитектуры ARM (AAPCS). Иерархия библиотек STM32. Стандартная библиотека периферии (SPL). Слой аппаратных абстракций (HAL). Лекция №6. Понятие дискретных цифровых сигналов, логических входов/выходов. Основные схемы организации линий порта ввода/вывода (GPIO). Регистры управления GPIO. Лекция №7. Подсистема тактирования и сброса МК STM32F3x (RCC). Назначение, структурная схема, регистры управления подсистемой. Организация системы прерываний.</p>

	<p>Лекция №8. Контроллер вложенных векторных прерываний (NVIC). Регистры управления NVIC. Диаграмма работы системы прерываний NVIC.</p> <p>Лекция №9. Расширенный контроллер прерываний и событий (EXTI), блок-схема, назначение. Регистры EXTI. Порядок настройки внешнего прерывания. Системный таймер.</p> <p>Лекция №10. Понятие таймера на основе счётчика. Принцип работы простого таймера, таймера общего назначения. Каскадирование таймеров.</p> <p>Лекция №11. Структурная схема таймера с расширенным функционалом. Режимы работы каналов таймера. Понятие ШИМ. Энкодер.</p> <p>Тема 2.2. Методы передачи данных. Организация интерфейсов.</p> <p>Лекция №12. Понятие интерфейса. Методы передачи данных. Спецификации ARM AMBA. Шина периферии APB. Высокопроизводительная шина AHB. Принцип организации прямого доступа к памяти, контроллер DMA. Сопряжение жидкокристаллического экрана с МК по шинному интерфейсу Intel 8080.</p> <p>Лекция №13. Механизмы организации программного управления ресурсами вычислительной системы. Организация программных автоматов. Автоматное программирование, сообщения, виртуальные таймеры. Универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART), сигнальные линии, формат кадра, организация приёма/передачи данных.</p> <p>Лекция №14. Интерфейс I²C, подключение к шине, физический протокол. Интерфейс SPI. Понятие дифференциального сигнала. Интерфейс CAN.</p> <p>Тема 2.3. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.</p> <p>Лекция №15. Материализация информации. Аналого-кодовое кодирование, этапы преобразования. Параметры АЦП. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, принцип работы.</p>
3	<p style="text-align: center;">Организация работы встроенных приложений на основе операционной системы.</p> <p>Тема 3.1. Архитектура, назначение и функции встраиваемой операционной системы.</p> <p>Лекция №16. Основные положения метода структурного проектирования. Понятие мультизадачной системы, встраиваемой операционной системы (ОС), процесса (задачи). Планирование задач. Понятие ядра встраиваемой ОС и его функции.</p> <p>Лекция №17. ОС реального времени CMSIS-RTOS RTX. Создание задачи. Схемы выделения памяти. Очереди. Семафоры. Отложенная обработка прерываний.</p>

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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

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	Вводное занятие, инструктаж по технике безопасности. Изучение цифрового осциллографа и отладочного комплекта. Установка, настройка и порядок работы с интегрированной средой разработки MDK Keil μ Vision, изучение средств отладки.	4	4	1
2	Изучение основных принципов разработки и отладки программ микроконтроллера (МК) в интегрированной среде разработки Keil. Программная настройка подсистемы сброса и тактирования МК.	6	6	1,2
3	Изучение принципов программной настройки подсистемы прерываний микроконтроллера.	6	6	2
4	Изучение принципов программной настройки таймеров микроконтроллера.	6	6	2
5	Изучение принципов автоматного программирования как механизма организации управления периферийными подсистемами микроконтроллера: интерфейс UART, I ² C, жидкокристаллический экран.	6	6	2
6	Применение операционной системы CMSIS-RTOS RTX. Изучение принципов программной настройки аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователей.	6	6	2,3
Всего		34	34	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы.

Цель курсового проекта: получение практических навыков программирования основных элементов встраиваемых приложений в ходе разработки конкретного прототипа устройства.

Часов практической подготовки: 17.

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

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	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	34	34	
Курсовое проектирование (КП, КР)	55		55
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)	12	12	
Всего:	131	76	55

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)
https://urait.ru/bcode/453337	Огородников, И. Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3: учебное пособие для вузов / И. Н. Огородников. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 116 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08420-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт. — URL: https://urait.ru/bcode/453337	

https://e.lanbook.com/book/69941	Джозеф, Ю. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство: руководство / Ю. Джозеф; перевод с английского А. В. Евстифеева. — Москва: ДМК Пресс, 2012. — 552 с. — ISBN 978-5-97060-307-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69941	
https://znanium.com/catalog/product/406520	Барретт, С. Ф. Встраиваемые системы. Проектирование приложений на микроконтроллерах семейства 68HC12 / HCS12 с применением языка С [Электронный ресурс] / С. Ф. Барретт, Д. Дж. Пак. - Москва: ДМК пресс, 2010. - 640 с. - ISBN 5-9706-0034-2. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/406520	
https://e.lanbook.com/book/341030	Ключарёв, А. А., Кочин, К. А., Фоменкова, А. А. Программирование микроконтроллеров STM32: учеб. пособие. – СПб.:ГУАП, 2023. – 196 с. - ISBN 978-5-8088-1829-3. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/341030	

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
https://1progs.com/keil-mdk/	Keil MDK-ARM Development Software (бесплатная версия)
https://keilpack.azureedge.net/pack/Keil.STM32F1xx_DFP.2.4.0.pack	Пакет Keil.STM32F1xx_DFP.2.4.0.pack
https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f303vc.html#documentation	Перечень документации на микроконтроллер STM32F303VC
https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f103c8.html#documentation	Перечень документации на микроконтроллер STM32F103C8

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
1	Операционная система Microsoft Windows
2	Keil MDK-ARM Development Software (бесплатная версия)

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	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Микропроцессорных систем»	
3	Отладочный комплект Open32F3-D	

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; Задачи.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

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.	Понятие встраиваемой системы. Типы встраиваемых систем и их характерные отличия от остальных систем. Понятие программного управления. Принципы программного управления. Система автоматического управления.	ПК-2.3.1
2.	Общая формулировка задачи проектирования встроенной системы. Проблемы при проектировании встроенных приложений. Структура процесса проектирования встраиваемой системы. Понятие микроконтроллера (МК) и его место среди вычислителей. Классификационные признаки. Семейства МК. Маршрут создания ПО МК.	ПК-2.3.1

3.	Понятия: архитектура вычислительной системы, процессора, тактирования. Гарвардская архитектура с редуцированной системой команд (RISC). Принципы построения архитектуры RISC процессора, основные элементы процессора и их взаимодействие.	ПК-2.3.1
4.	Понятие архитектура системы команд. Общая схема работы RISC процессора при взаимодействии с памятью. Принцип совмещения операций академика С.А. Лебедева. Понятие критического пути выполнения команды. Назначение основных стадий конвейера RISC процессора.	ПК-2.3.1
5.	Элементы архитектуры процессоров с точки зрения программиста. Процессор Cortex-M3/4, блок-схема процессора, конвейер команд. Понятие, арифметика с насыщением.	ПК-2.В.1
6.	Программная модель процессора Cortex-M3/4. Режимы работы и состояния процессора Cortex-M3/4.	ПК-2.В.1
7.	Модель памяти процессора Cortex-M3/4. Карта памяти STM32F303xC. Основные шины процессора. Адресация с прямым и обратным порядком байт.	ПК-2.В.1
8.	Виды адресации. Способы адресации процессора Cortex-M3/4. Блок-схема МК STM32F303xC. Назначение подсистем МК.	ПК-2.В.1
9.	Стандартизация восприятия адресации. Стандарт CMSIS. Типы данных, определенные стандартом. Область стандартизации. Уровни абстракции. Компоненты CMSIS в проекте, их структура и назначение.	ПК-2.3.1
10.	Иерархия организации памяти. Основные шины и сигналы управления памятью. Классификация памяти. Характеристики памяти. Сегментация памяти, основные сегменты.	ПК-2.3.1
11.	Подсистема сброса и тактирования. Назначение резонатора, применяемые типы в электронике. Понятие HSI, HSE, LSI, LSE, PLL, SYSCLK, HCLK их назначение. Назначение генератора опорной частоты с фазовой автоподстройкой частоты. Структурная схема подсистемы тактирования.	ПК-2.В.1
12.	Подсистема сброса и тактирования. Общая схема настройки PLLCLK, SYSCLK, HCLK. Регистры, используемые для настройки. Структурная схема сброса МК. Назначение и принцип работы системы сброса.	ПК-2.В.1
13.	Дискретные электрические сигналы. Понятие логических входов/выходов. Порты и сигнальные линии. Двухтактный выход, структурная схема, принцип функционирования, достоинства, недостатки.	ПК-2.3.1
14.	Однотактный выход с пассивной нагрузкой, схема, принцип функционирования, достоинства, недостатки. Состояние линий низкое (Low), высокое (High), конфликта (X), плавающее (Z). Принцип использования Z состояния выхода с открытым стоком. Подтягивающие резисторы и их назначение.	ПК-2.3.1
15.	Структурная схема линии порта ввода/вывода МК STM32. Принцип настройки и работы схемы. Триггер Шмидта.	ПК-2.В.1
16.	Режимы работы линий порта ввода/вывода МК STM32 и регистры их настройки.	ПК-2.В.1

17.	Система прерываний. Определения: прерывания, запроса прерывания, обработчика прерывания, вектор прерывания, приоритет прерывания, события, исключения. Виды прерываний. Издержки в организации системы прерываний. Системные исключения ARM Cortex_M3/4. Внешние прерывания. Принцип настройки прерываний.	ПК-2.3.1
18.	Контроллер вложенных векторных прерываний (NVIC). Регистры разрешения и запрещения прерываний NVIC. Регистры установки/сброса признака отложенного прерывания NVIC. Активное состояние. Взаимосвязь таблицы векторов прерываний с номерами прерываний.	ПК-2.В.1
19.	Уровни приоритета, группировка приоритетов, регистры настройки. Базовые средства конфигурации прерываний библиотеки CMSIS. Программные прерывания.	ПК-2.В.1
20.	Системный таймер, принцип работы. Регистры системного таймера.	ПК-2.В.1
21.	Расширенный контроллер прерываний и событий EXTI. Блок схема, назначение, принцип работы. Регистры расширенного контроллера прерываний и событий. Порядок настройки внешнего прерывания с входа ПВВ.	ПК-2.В.1
22.	Понятие таймера. Виды таймеров, основные модули, принцип работы, место в системе. Блок-схема базового таймера STM32Fх, основные регистры.	ПК-2.3.1
23.	Блок-схема таймера общего назначения STM32Fх, основные модули и их назначение. Соединение таймеров в каскадном режиме, таблица межсоединений таймеров.	ПК-2.В.1
24.	Блок-схема таймера с расширенным функционалом STM32Fх. Принцип работы. Режимы работы.	ПК-2.В.1
25.	Понятие широтно-импульсной модуляции сигнала (ШИМ). Работа таймера в режиме ШИМ. Назначение энкодера, принцип действия при измерении линейных и вращательных перемещений.	ПК-2.3.1
26.	Спецификации ARM AMBA. Используемые термины при рассмотрении шин. Обозначение сигналов на временных диаграммах. Назначение шины периферии APB. Назначение высокопроизводительной шины АНВ. Блок-схема шины APB. Диаграмма состояний шины APB.	ПК-2.В.1
27.	Принцип работы жидкокристаллических экранов. Понятие GRAM. Стандарт протокола параллельной шины Intel 8080. Блок схема контроллера ПЛ9325. Принцип настройки контроллера. Регистры настройки. Временные диаграммы чтения/записи данных в контроллер. Формат РСХ.	ПК-2.3.1
28.	Контроллер прямого доступа к памяти DMA. Блок-схема, режимы работы, регистры настройки контроллера.	ПК-2.В.1
29.	Понятие интерфейса. Асинхронный и синхронный режим передачи данных. Режимы передачи параллельного кода со стробированием, с квитирированием.	ПК-2.3.1
30.	Универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART). Принцип работы передатчика, приёмника UART. Формат байта данных UART. Основные регистры управления.	ПК-2.В.1
31.	Интерфейс I ² C, схема подключения к шине, протокол шины. Блок схема модуля I ² C в STM32, регистры настройки работы модуля.	ПК-2.В.1

32.	Интерфейс SPI, схема подключения к шине, протокол шины. Понятие «дифференциальный сигнал». CAN интерфейс, общие сведения.	ПК-2.В.1
33.	Методологическая схема формирования и кодирования информации. Методы дискретизации сигналов. Выводы теоремы Котельникова В.А. для функций с ограниченным спектром.	ПК-2.3.1
34.	Аналогово-кодовое кодирование сигналов. Классификация АЦП. Статические параметры АЦП. Структурная схема и принцип работы ЦАП.	ПК-2.3.1
35.	Структурная схема и принцип работы: параллельного АЦП; АЦП последовательного приближения.	ПК-2.3.1
36.	Механизмы управления ресурсами микроконтроллера. Понятие конечного автомата. Автоматы Мили и Мура. Граф автомата. Последовательность работы автомата Мура в программе.	ПК-2.3.1
37.	Автоматное программирование. Понятие программного конечного автомата, виртуальные таймеры, сообщения.	ПК-2.3.1
38.	Операционные системы реального времени. Понятие задачи, виды задач ОС. Планирование задач и их состояния. Потоки. Функции ОС, понятие ядра. Блок управления задачей – назначение, структура.	ПК-2.3.1
39.	Каков результат выполнения следующего кода: <pre>typedef unsigned int uint32_t; int main(){ *(uint32_t*)(0x40021018)= 0x00000010; *(uint32_t*)(0x40011004)&= 0xFF0FFFFFFF; *(uint32_t*)(0x40011004)= 0x00200000; for(;;){ *(uint32_t*)(0x40011010) = 0x00002000; *(uint32_t*)(0x40011014) = 0x00002000;}} </pre> Разъяснить результаты выполнения каждой строчки кода.	ПК-2.У.1
40.	Написать программу опроса каждую секунду состояния линии РА0 и вывода результата в окно отладчика.	ПК-2.У.1
41.	Рассчитать коэффициенты настройки подсистемы тактирования и базового таймера TIMx для настройки прерывания от таймера каждые 3 минуты.	ПК-2.У.1
42.	Рассчитать коэффициенты настройки таймера с расширенным функционалом TIMx для настройки ШИМ сигнала частотой 720 Гц и коэффициентом заполнения $k_w=0,235$. Частота тактирования таймера $FCK_INT = FCK_PSC = 144$ МГц.	ПК-2.У.1
43.	Аналитическая функция аналогового сигнала: $e(t)=5*\sin(2*\pi*t)$ (считать в радианах). Осуществить его аналогово-кодовое кодирование на отрезке [0;1] секунд, частота дискретизации 5 Гц, величина кванта по уровню 0.2 В. Разрядную сетку и способ кодирования в ней выбрать самостоятельно. Результат записать в виде таблицы: первый столбец аналоговое значение, второй – цифровой код, третий - погрешность квантования.	ПК-2.У.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
1.	Калькулятор арифметических операций.
2.	Логический двоичный калькулятор
3.	Калькулятор графиков степенных функций.
4.	Цифровой самописец.
5.	Выносной пульт контроля.
6.	Часы.
7.	Сторожевой пульт.
8.	Генератор ШИМ звуковой частоты.
9.	Таймер обратного отсчёта.
10.	Транслятор числа в код Морзе.
11.	Генератор сигнала.
12.	Генератор прямоугольных импульсов.
13.	Гирлянда из 8-ми светодиодов. Управление движением огоньков.

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

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

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

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

Приведены на сервере кафедры 43 в разделе .../Методическое обеспечение кафедры 43/Программирование встроенных приложений/

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Приведены на сервере кафедры 43 в разделе .../Методическое обеспечение кафедры 43/Программирование встроенных приложений/

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Приведены на сервере кафедры 43 в разделе .../Методическое обеспечение кафедры 43/Программирование встроенных приложений/

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы.

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

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению 09.03.04;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Приведены на сервере кафедры 43 в разделе .../Методическое обеспечение кафедры 43/Программирование встроенных приложений/

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Приведены на сервере кафедры 43 в разделе .../Методическое обеспечение кафедры 43/Программирование встроенных приложений/

11.4. 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.

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-методические материалы по дисциплине приведенные на сервере кафедры 43 в разделе .../Методическое обеспечение кафедры 43/ Программирование встроенных приложений/

11.5. 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.

Текущий контроль проводится в течение семестра по итогам выполнения студентами лабораторных занятий в виде защиты. Защита лабораторной работы происходит после ее выполнения на основе электронного отчета, который должен содержать основные структурные элементы: название, тему, цель, задачи, расчетные формулы, код программы, осциллограммы сигналов.

«Отлично» ставится, если студент демонстрирует знания о методах содержания, обобщения и систематизации приведенного в отчете материала на уровне 90-100%

«Хорошо» - если студент демонстрирует знания о методах получения, обобщения и систематизации приведенного в отчете материала на уровне 75-90%;

«Удовлетворительно» - если студент демонстрирует знания о методах получения, обобщения и систематизации приведенного в отчете материала на уровне 50-75%;

«Неудовлетворительно» - если студент не знает о методах получения, обобщения и систематизации более половины приведенного в отчете материала.

Результаты текущего контроля успеваемости отражаются в личном кабинете в автоматизированной информационной системе.

Низкие результаты текущего контроля (оценка «удовлетворительно» и ниже) при проведении промежуточной аттестации позволяют экзаменатору задавать дополнительные вопросы по теме лабораторных занятий, а также помимо теоретических вопросов предлагать другие задания.

11.6. 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 проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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