

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

Кафедра № 43

УТВЕРЖДАЮ

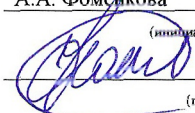
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

А.А. Фоменкова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«16» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


«Программирование встроенных приложений»
 (Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Программная инженерия
Наименование направленности/ специализации	Проектирование программных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

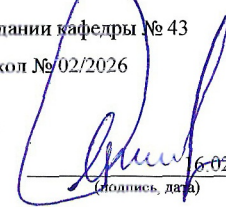
 16.02.26
 (подпись, дата)

А.А. Попов
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 43
 «16» февраля 2026 г, протокол № 02/2026

Заведующий кафедрой № 43

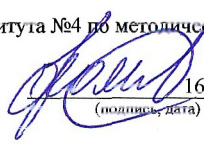
д.т.н., проф.
 (уч. степень, звание)

 16.02.26
 (подпись, дата)

М.Ю. Охтилев
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

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

 16.02.26
 (подпись, дата)

А.А. Фоменкова
 (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/специализации «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 (6 семестр), курсовое проектирование (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Формирование у обучающихся профессиональных компетенций в области проектирования, разработки и верификации программного обеспечения встраиваемых систем, обеспечивающих функционирование ресурсо-ограниченных вычислительных платформ в реальном времени, с учётом требований к надёжности, производительности и энергоэффективности.

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»,
- «Объектно-ориентированное программирование»,
- «Архитектура ЭВМ и систем»,
- «Вычислительная математика»,
- «Операционные системы».

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

- «Разработка мобильных приложений»,
- «Администрирование вычислительных сетей».

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)	5/ 180	4/ 144	1/ 36
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)	59	40	19
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Курс. Пр.	Экз.,	Курс. Пр.

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/КР (час)	СР (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Архитектура встраиваемых систем. Тема 1.1. Основные понятия и принципы построения встраиваемых систем. Тема 1.2. Организация и принципы работы RISC-процессоров.	10		8		10
Раздел 2. Принципы программирования подсистем микроконтроллера. Тема 2.1. Программное управления подсистемами микроконтроллера. Тема 2.2. Организация интерфейсов связи.	18		18		20
Раздел 3 Архитектура программного обеспечения микроконтроллера. Тема 3.1. Механизмы программного управления ресурсами микроконтроллера.	6		8		10
Итого в семестре:	34		34		40
Семестр 7					

Выполнение курсового проекта				17	19
Итого в семестре:				17	19
Итого	34	0	34	17	59

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>Архитектура встраиваемых систем.</p> <p>Тема 1.1. Основные понятия и принципы построения встраиваемых систем. Лекция №1. Этапы проектирования встраиваемых систем. Лекция №2. Место микроконтроллера во встраиваемой системе. Обобщенная структура микроконтроллера.</p> <p>Тема 1.2. Организация и принципы работы RISC-процессоров. Лекция №3. Формирование архитектуры системы команд RISC-процессора. Лекция №4. Элементы архитектуры процессоров. Программная модель и модель памяти ARM Cortex-M. Лекция №5. Структурная схема микроконтроллера STM32Fx, назначение подсистем.</p>
2	<p>Принципы программирования подсистем микроконтроллера.</p> <p>Тема 2.1. Программное управление подсистемами микроконтроллера. Лекция №6. Стандарт CMSIS, AAPCS. Библиотеки SPL, HAL. Лекция №7. Организация работы линий порта ввода/вывода, программное управление линиями. Лекция №8. Работа подсистемы тактирования микроконтроллера. Организация системы прерываний. Лекция №9. Расширенный контроллер прерываний и событий. Лекция №10. Понятие таймера, принцип работы. Системный таймер.</p> <p>Тема 2.2. Организация интерфейсов связи. Лекция №11. Методы передачи данных. Универсальный асинхронный приёмопередатчик. Лекция №12. Синхронный последовательный интерфейс I²C. Интерфейс SPI. Лекция №13. Способ дифференциальной передачи сигнала. Интерфейс RS-485. Контроллер прямого доступа к памяти. Лекция №14. Принцип работы жидкокристаллического экрана. Программное управление LCD-дисплеем через интерфейс Intel 8080.</p>

3	<p style="text-align: center;">Архитектура программного обеспечения микроконтроллера.</p> <p>Тема 3.1. Механизмы программного управления ресурсами микроконтроллера. Лекция №15. Автоматное программирование, сообщения, виртуальные таймеры. Лекция №16. Понятие мультизадачной системы, встраиваемой операционной системы, процесса (задачи). Планирование задач. Лекция №17. ОС реального времени CMSIS-RTOS RTX.</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	Изучение средств отладки проекта в интегрированной среде разработки MDK Keil μ Vision.	4	4	1
2	Программное управление линиями порта в/в микроконтроллера (МК) STM32F.	4	4	1
3	Настройка подсистемы тактирования RCC МК STM32F.	4	4	2
4	Настройка контроллера прерываний NVIC и EXTI МК STM32F.	4	4	2
5	Освоение принципов автоматного программирования. Организация обмена данными через интерфейсы UART и I ² C с использованием DMA.	10	10	2
6	Операционная система реального времени RTX5. Изучение интерфейса CMSIS RTOS2 API.	8	8	3
Всего		34	34	

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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)	32	32	
Курсовое проектирование (КП, КР)	19		19
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4	
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4	
Всего:	59	40	19

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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://e.lanbook.com/book/256889 (дата обращения: 18.02.2026)	Иоффе, В.Г. Архитектура, принципы функционирования и программные средства микроконтроллеров STM32: учебное пособие / В.Г. Иоффе, А.В. Графкин, В.В. Графкин. – Самара: Самарский университет, 2021. – 490 с. – ISBN 978-5-7883-1685-7. – Текст: электронный.	
https://e.lanbook.com/book/514868 (дата обращения: 18.02.2026)	Гей, У. Основы STM32: руководство / У.Гей; пер. с англ. Ю.В. Ревича. – Москва: ДМК Пресс, 2025. – 362 с. – ISBN 978-5-93700-294-5. – Текст: электронный.	

https://e.lanbook.com/book/885 (дата обращения: 18.02.2026)	Баррет, С.Ф. Встраиваемые системы. Проектирование приложений на микроконтроллерах семейства 68HC12 / HCS12 с применением языка С: учебное пособие / С.Ф. Баррет, Д.Д. Пак. – Москва: ДМК Пресс, 2010. – 640 с. – ISBN 5-9706-0034-2. – Текст: электронный.	
--	--	--

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://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система Лань
https://lms.guap.ru/	ЛМС ГУАП
https://pro.guap.ru/	Система личного кабинета ГУАП

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	Microsoft Windows OS (№809-3 от 4.07.2017)
2	MDK Keil μ Vision4 (распространяется свободно)
3	STM32CubeMX (распространяется свободно)

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
1	Перечень документации на микроконтроллер STM32F303VC https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f303vc.html#documentation
2	Перечень документации на микроконтроллер STM32F103C8 https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f103c8.html#documentation

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

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»	23-10
4	Аудитории для самостоятельной подготовки	Интернет-классы библиотеки ул. Б. Морская, 67, ауд. 12-16

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; Экзаменационные билеты*; Задачи; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	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»	– 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»	– 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.	Система автоматического управления. Принципы программного управления. Понятие встраиваемой системы и её характерные отличия от остальных систем.	ПК-2.3.1
2.	Формулировка задачи проектирования встраиваемой системы. Этапы проектирования встраиваемой системы.	ПК-2.3.1
3.	Микроконтроллер (МК) и его место среди вычислителей. Семейства МК. Маршрут создания ПО МК.	ПК-2.3.1
4.	Понятие Гарвардская архитектура с редуцированной системой команд. Основные элементы архитектуры RISC процессора и их взаимодействие.	ПК-2.3.1
5.	Понятие архитектура системы команд. Критический путь выполнения команд RISC процессора. Принцип совмещения операций академика С.А. Лебедева. Назначение основных стадий конвейера RISC процессора.	ПК-2.3.1
6.	Элементы описания программной архитектуры процессора. Процессор Cortex-M, блок-схема процессора, конвейер команд. Понятие, арифметика с насыщением.	ПК-2.В.1
7.	Программная модель процессора Cortex-M. Режимы работы и состояния процессора Cortex-M.	ПК-2.В.1

8.	Модель памяти процессора Cortex-M. Карта памяти STM32F3x. Основные шины процессора. Адресация с прямым и обратным порядком байт. Виды адресации.	ПК-2.В.1
9.	Блок-схема МК STM32F303x. Назначение подсистем МК.	ПК-2.В.1
10.	Стандарт ААРСС. Типы данных, определенные стандартом. Область стандартизации. Стандарт CMSIS. Компоненты CMSIS в проекте, их структура и назначение.	ПК-2.3.1
11.	Иерархия организации памяти. Основные шины и сигналы управления памятью. Классификация памяти. Характеристики памяти.	ПК-2.3.1
12.	Назначение осциллятора и резонатора, применяемые типы в электронике. Назначение HSI, HSE, LSI, LSE. Назначение генератора опорной частоты с фазовой автоподстройкой частоты PLL. Структурная схема сброса МК.	ПК-2.В.1
13.	Структурная схема подсистемы тактирования STM32F303x. Регистры, используемые для настройки.	ПК-2.В.1
14.	Дискретные электрические сигналы. Понятие логических входов/выходов. Двухтактный выход, структурная схема, принцип работы, достоинства, недостатки.	ПК-2.3.1
15.	Однотактный выход с пассивной нагрузкой, схема, принцип работы, достоинства, недостатки. Использование Z состояния выхода с открытым стоком. Подтягивающие резисторы и их назначение.	ПК-2.3.1
16.	Структурная схема линии порта ввода/вывода МК STM32F303x. Принцип настройки и работы схемы. Триггер Шмидта.	ПК-2.В.1
17.	Режимы работы линий порта ввода/вывода МК STM32 и регистры их настройки.	ПК-2.В.1
18.	Система прерываний. Понятия: событие, прерывание, приоритет прерывания. Издержки в организации системы прерываний. Системные исключения ARM Cortex M3/4.	ПК-2.3.1
19.	Контроллер вложенных векторных прерываний (NVIC). Регистры настройки контроллера. Таблица векторов прерываний.	ПК-2.В.1
20.	Уровни приоритета, группировка приоритетов. Базовые средства конфигурации прерываний библиотеки CMSIS. Программные прерывания.	ПК-2.В.1
21.	Системный таймер, принцип работы. Регистры системного таймера.	ПК-2.В.1
22.	Расширенный контроллер прерываний и событий. Блок схема, назначение, принцип работы. Порядок настройки внешнего запроса прерывания с линии в/в.	ПК-2.В.1
23.	Понятие таймера. Основные модули, принцип работы, место в системе. Блок-схема базового таймера STM32Fх, основные регистры.	ПК-2.3.1
24.	Блок-схема таймера общего назначения STM32Fх, основные модули и их назначение. Соединение таймеров в каскадном режиме, таблица межсоединений таймеров.	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.	Принцип работы жидкокристаллических экранов, назначение контроллера, GRAM. Стандарт протокола параллельной шины Intel 8080. Формат хранения данных РСХ.	ПК-2.3.1
27.	Контроллер прямого доступа к памяти. Блок-схема, режимы работы, регистры настройки контроллера.	ПК-2.В.1

28.	Понятие интерфейса. Асинхронный и синхронный режим передачи данных. Режимы передачи параллельного кода со стробированием, с квитированием.	ПК-2.3.1
29.	Универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART). Физический уровень организации UART. Основные регистры управления.	ПК-2.В.1
30.	Интерфейс I ² C. Физический и канальный уровень организации шины. Блок схема модуля I ² C в STM32.	ПК-2.В.1
31.	Интерфейс SPI, физический уровень организации. Сравнение интерфейсов UART, I2C, SPI.	ПК-2.В.1
32.	Понятие «дифференциальный сигнал». RS-485 и CAN интерфейсы, общие сведения.	ПК-2.В.1
33.	Понятие конечного автомата. Автомат Мура, граф автомата, организация работы автомата в программе.	ПК-2.3.1
34.	Автоматное программирование. Понятие программного конечного автомата, виртуальные таймеры, сообщения.	ПК-2.3.1
35.	Операционные системы реального времени. Понятие задачи, виды задач ОС. Планирование задач и их состояния. Поток. Функции ОС, понятие ядра. Блок управления задачей – назначение, структура.	ПК-2.3.1
36.	Рассчитать коэффициенты настройки подсистемы тактирования и базового таймера TIMx для настройки прерывания от таймера каждые 3 минуты.	ПК-2.У.1
37.	Рассчитать коэффициенты настройки таймера TIMx для настройки ШИМ сигнала частотой 720 Гц и коэффициентом заполнения $kw=0,235$. Частота тактирования таймера $FCK_INT = FCK_PSC = 144$ МГц.	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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
1.	Калькулятор графиков степенных функций.
2.	Выносной пульт управления часами с будильником.
3.	Цифровой самописец координат положения курсора мыши на сервере.
4.	Выносной пульт менеджера папок и файловой системы на сервере.
5.	Разработка MQTT клиента.
6.	Генератор ШИМ синусоидального сигнала на комплементарных выводах.
7.	Пульт открытия дверей.
8.	Система связи через транслятор в код Морзе.
9.	Генератор сигнала на основе принятых по интерфейсу UART данных, синтезирует сигнал заданной формы на выводе ЦАП.
10.	Миниосциллограф сигнала в диапазоне от 0 до 3 В.
11.	Сторожевой пульт.

12.	Разработка диспетчера и планировщика для операционной системы.
13.	Проигрыватель трековой музыки.
14.	Видеоигра «питон».
15.	Видеоигра «динозаврик гугл».
16.	Видеоигра «space invaders».
17.	Видеоигра «крестики-нолики».
18.	Видеоигра «путь в конце туннеля».
19.	Видеоигра «сапёр».
20.	Видеоигра «судоку».
21.	Видеоигра «морской бой».
22.	Калькулятор.
23.	Часы с будильником.
24.	Часы с планировщиком.
25.	Таймер обратного отсчёта.
26.	Транслятор цифр в код Морзе.
27.	Логический двоичный калькулятор.
28.	Гирлянда «бегущий огонек».
29.	Гирлянда «разбегающиеся огоньки».
30.	Гирлянда «накопление 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
1.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ.</p> <p>Программное управление это:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) то, чего мы хотим достичь при помощи управления; 2) управление работой системы по заданной программе; 3) изменение состояния объекта управления; 4) набор команд в микропроцессорной системе; 	ПК-2.3.1
2.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ.</p> <p>Из какой последовательности этапов состоит трехступенчатый конвейер ARMv7?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) выборка, декодирование, выполнение; 2) декодирование, выборка, выполнение; 3) выполнение, выборка, декодирование; 4) выборка, выполнение, выполнение; 	ПК-2.В.1

3.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Модель процессора с точки зрения программиста обычно обеспечивает:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) моделирование работы процессора на уровне взаимодействия вентилях в течении одного такта; 2) моделирование процессора на уровне кодов операций исполняемых команд; 3) моделирование пользовательских периферийных устройств, отображаемых в памяти; 4) моделирование работы процессов в логической системе памяти; 	ПК-2.3.1
4.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Стек в микроконтроллерах размещается в:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ПЗУ; 2) ОЗУ; 3) Флэш памяти; 4) Внешней памяти; 	ПК-2.В.1
5.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Что такое «точка входа» («Entry point») в приложении?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) место, с которого начинается выполнение; 2) расположение функции main(); 3) самый маленький адрес, содержащийся в образе программы; 4) место, где компоновщик хранит дополнительную информацию; 	ПК-2.В.1
6.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Согласно стандарту AAPCS, чтобы обеспечить оптимальную эффективность при программировании на Си, какое максимальное количество аргументов может быть передано в функцию?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 1; 2) 4; 3) 3; 4) 8; 	ПК-2.3.1
7.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ. В подсистеме тактирования умножение частоты осуществляется модулем:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) HSE; 2) PLL; 3) HSI; 4) CSS; 5) LSE; 	ПК-2.3.1
8.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Интервал времени между поднятием сигнала запроса внешнего прерывания, до первой выборки команды обработчика прерывания, называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) время реакции системы прерывания (Interrupt Latency); 2) приоритет прерывания (Interrupt Priority); 3) обслуживание задачи (Service thread); 4) время отклика (Response time); 	ПК-2.3.1

9.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ. В контроллере прерываний (NVIC), когда поступил запрос на прерывание, но ещё не обрабатывается, он находится в каком из следующих состояний?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) неактивно (Inactive); 2) активно (Active); 3) отложено (Pending); 4) отключено (Disable); 	ПК-2.3.1
10.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Разрядность счётчика системного таймера (SYSTICK):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 8 бит; 2) 16 бит; 3) 24 бита; 4) 32 бита; 	ПК-2.В.1
11.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа. Суть принципа программного управления заключается в следующем:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) программа заранее составляется и вводится в вычислительную машину, после этого всё решение выполняется машиной автоматически; 2) все вычисления, предписанные алгоритмом, должны быть представлены в виде программы, состоящей из последовательности управляющих слов-команд вычислительной машины; 3) в разделении функций управления и на их основе построения структуры управления вычислительной машины; 4) все вычисления, достаточно представить в виде блок-схемы и приказать вычислительной машине их выполнить; 5) программа порождается машиной и корректируется в зависимости от потока входных данных; 	ПК-2.3.1
12.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа. Микроконтроллеры, по набору инструкций, делятся на:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) RISC; 2) CISC; 3) DSP; 4) MIPS; 	ПК-2.3.1
13.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа. Выберите правильные утверждения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) память SRAM построена на триггерах; 2) память SRAM имеет большее быстродействие по сравнению с памятью DRAM; 3) память SRAM построена на конденсаторах; 4) память SRAM имеет большую плотность по сравнению с памятью DRAM; 5) память DRAM построена на триггерах; 	ПК-2.3.1

14.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа.</p> <p>Тактовый генератор микроконтроллеров STM32 HSE может работать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) с внешним сигналом для FLASH-памяти программ; 2) с внешним кварцевым/керамическим резонатором; 3) с внешним сигналом синхронизации; 4) с внутренней RC-цепочкой; 5) с внутренним кварцевым/керамическим резонатором; 	ПК-2.3.1
15.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа.</p> <p>Расширенный контроллер прерываний и событий (EXTI), возможно ли настроить прерывание от внешней входной линии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) на изменение уровня сигнала с '0' в '1'; 2) на изменение уровня сигнала с '1' в '0'; 3) на установившейся уровень сигнала в состоянии '1'; 4) на установившейся уровень сигнала в состоянии '0'; 5) на исчезновение входного сигнала; 	ПК-2.3.1
16.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа.</p> <p>Регистровая память микроконтроллеров включает:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) регистры общего назначения; 2) регистры системы прерываний; 3) регистры управления портами ввода/вывода; 4) регистры статического ОЗУ; 5) регистры специального назначения; <p>Ответ:</p>	ПК-2.В.1
17.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа.</p> <p>Триггер Шмитта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) используется для программирования выводов как на вход, так и на выход; 2) используется во входных буферах на всех линиях портов в/в; 3) преобразует входной сигнал произвольной формы в сигнал, принимающий два стандартных уровня "0" и "1"; 4) преобразует дискретный входной сигнал "0" и "1" в непрерывный; 5) статическая характеристика триггера Шмитта не имеет петлю гистерезиса; 	ПК-2.3.1
18.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа.</p> <p>Выберите режимы, в которые могут быть настроены линии порта в/в:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) выхода; 2) входа; 3) альтернативной функции; 4) аналоговый вход/выход; 5) одноктактный выход с пассивной нагрузкой; 6) усилитель мощности с трансформаторным выходом; 7) выхода с оптической развязкой; 	ПК-2.В.1

19.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа.</p> <p>Кадр данных интерфейса UART состоит из:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) битов данных; 2) старт/стоп битов; 3) бита чётности; 4) бита синхронизации; 5) бита ошибки; 6) бита подтверждения; 	ПК-2.3.1																				
20.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа.</p> <p>Укажите линии, используемые интерфейсом I2C:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) SDA; 2) SCL; 3) MOSI; 4) MISO; 5) Rx; 6) Tx; 	ПК-2.3.1																				
21.	<p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Для акронима подсистемы микроконтроллера, указанного в левом столбце, укажите соответствующее значение, указанное в правом столбце:</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>A</td> <td>GPIO</td> <td>1</td> <td>подсистема тактирования и сброса</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>DMA</td> <td>2</td> <td>интерфейс ввода/вывода</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>DAC</td> <td>3</td> <td>контроллер прямого доступа к памяти</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>RCC</td> <td>4</td> <td>цифро-аналоговый преобразователь</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>PLL</td> <td>5</td> <td>фазовая автоподстройка частоты</td> </tr> </table>	A	GPIO	1	подсистема тактирования и сброса	B	DMA	2	интерфейс ввода/вывода	C	DAC	3	контроллер прямого доступа к памяти	D	RCC	4	цифро-аналоговый преобразователь	E	PLL	5	фазовая автоподстройка частоты	ПК-2.В.1
A	GPIO	1	подсистема тактирования и сброса																			
B	DMA	2	интерфейс ввода/вывода																			
C	DAC	3	контроллер прямого доступа к памяти																			
D	RCC	4	цифро-аналоговый преобразователь																			
E	PLL	5	фазовая автоподстройка частоты																			
22.	<p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность.</p> <p>Запишите соответствующий порядок работы механизма прерывания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. установка флага события; 2. сброс флага события; 3. проверка, разрешено ли прерывание по этому событию; 4. событие; 5. обработка прерывания и сброс флага запроса на прерывание; 6. установка флага запроса на прерывание; 	ПК-2.3.1																				
23.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</p> <p>в каком режиме передачи работает интерфейс I²C – асинхронном или синхронном.</p>	ПК-2.3.1																				

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 лекций – обеспечение логически стройного, научно обоснованного и практико-ориентированного изложения фундаментальных принципов, методов и современных инструментов программирования встраиваемых систем. Лекционный материал по дисциплине направлен на формирование у обучающихся системных знаний в области разработки программного обеспечения для ресурсно-ограниченных вычислительных платформ, включая микроконтроллеры, системы реального времени и устройства Интернета вещей (IoT).

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала.

В результате изучения лекционного материала обучающийся должен:

Знать:

- архитектуру и систему команд современных микроконтроллеров;
- принципы организации процессора, тактирования встроенных систем;
- механизмы управления ресурсами микроконтроллера;
- стандарты и библиотеки по написанию кода для встроенных приложений;
- современные инструменты разработки: компиляторы, отладчики, среды.

Уметь:

- анализировать технические требования и выбирать архитектурное решение под заданные ограничения;
- применять методы отладки: трассировка, использование логических анализаторов, осциллографов;
- документировать код и архитектурные решения в соответствии со стандартами.

Владеть:

- навыками работы с регистрами периферии на уровне битовых операций;
- практиками безопасной работы с прерываниями и разделяемыми ресурсами;
- терминологией и профессиональной лексикой.

Лекционный материал сопровождается демонстрацией слайдов.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить теоретические знания и закрепить практические навыки разработки и отладки встроенного программного обеспечения для микроконтроллеров архитектуры ARM Cortex-M (на платформе STM32F). Обучающийся овладевает современной методикой и техникой аппаратно-программного эксперимента: работой в интегрированной среде MDK Keil μ Vision, использованием аппаратных отладчиков (ST-Link), логических анализаторов, осциллографов.

Выполнение каждой лабораторной работы состоит из:

- экспериментально-практической части: создание проекта, конфигурация подсистем тактирования (RCC), портов ввода-вывода (GPIO), контроллеров прерываний (NVIC/EXTI), интерфейсов связи (UART/I²C) с применением DMA, реализация

конечных автоматов, интеграция и отладка многозадачной среды реального времени RTX5;

- расчетно-аналитической части: расчёт параметров тактирования (PLL, делители АНВ/АРВ), времени реакции на внешние прерывания, размеров DMA-буферов, приоритетов задач и объектов синхронизации RTOS, анализ производительности;
- контрольных мероприятий: демонстрация работоспособности программы на отладочной плате, защита отчёта с анализом осциллограмм/трасс отладчика, ответы на вопросы по архитектуре ядра, периферии и используемым API.

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 выполнению курсового проекта

Курсовой проект проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения задач разработки, отладки и оптимизации встроенного программного обеспечения для микроконтроллерных систем.

Курсовой проект позволяет обучающемуся:

- применить знания принципов работы периферийных подсистем (GPIO, RCC, NVIC, DMA, UART/I²C) и сред выполнения реального времени (CMSIS-RTOS2/RTX5) при создании комплексных встроенных приложений в соответствии с профессиональными задачами направления 09.03.04 «Программная инженерия»;
- приобрести опыт анализа требований к системам реального времени, расчёта параметров тактирования, объёмов оперативной и flash-памяти, а также опыт проектирования программной архитектуры (конечные автоматы, многозадачность, аппаратно-программное взаимодействие через DMA);
- сформировать навыки работы с технической документацией микроконтроллеров, спецификациями, руководствами по RTOS и средам разработки (Keil MDK, STM32CubeMX), а также с отраслевыми стандартами и рекомендациями по написанию надёжного и безопасного кода;
- развить системное мышление при проектировании аппаратно-программных комплексов, творческую инициативу в выборе архитектурных решений, самостоятельность в поиске и локализации ошибок, а также ответственность за корректность, детерминизм и безопасность принимаемых технических решений;
- сформировать навыки итеративной разработки встроенного ПО: от постановки задачи и моделирования архитектуры до реализации, отладки на целевом оборудовании, верификации временных характеристик, оформления технической документации и защиты проекта.

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 ему 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 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, как правило, 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