

«Поволжский гос

«Поволжский государственный университет сервиса» (ФГБОУ ВО «ПВГУС»))

Рабочая программа дисциплины «Микроконтроллеры и встраиваемые системы» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника», утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 931).

Составители:

ст. преподаватель
(учёная степень, учёное звание)

А.С. Васильева
(ФИО)

РПД обсуждена на заседании Высшей школы передовых производственных технологий (ВШППТ)

30 августа 2024 г. протокол №1

и.о. директора ВШППТ

д.т.н., профессор
(уч. степень, уч. звание)

В.И. Воловач
(ФИО)

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

формирование у обучающихся профессиональных компетенций в области использования информационно-коммуникационных технологий.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Основание (ПС) *для профессиональных компетенций
ПК-3. Способен проектировать и управлять компьютерными сетями, включая сети для беспилотных технологий, на основе знаний по сетевым архитектурам, моделям и протоколам.	ИПК-3.1. Способен эффективно работать с сетевыми протоколами и технологиями. ИПК-3.2. Демонстрирует умение проектировать и настраивать сети, используя современные концепции. ИПК-3.3. Владеет навыками работы с оборудованием, включая коммутаторы и маршрутизаторы, а также способен анализировать и решать проблемы в сетевых сценариях.	Знает: Архитектуру, аппаратные ресурсы и систему команд современных микроконтроллеров; Принципы работы и конфигурации стандартных периферийных интерфейсов (UART/USART, SPI, I2C, CAN, PWM/ШИМ) и специализированных шин связи беспилотных комплексов; Архитектуру и механизмы работы операционных систем реального времени в задачах управления беспилотными аппаратами. Умеет: Разрабатывать и отлаживать встроенное программное обеспечение (Firmware) на языках C/C++ для контроллеров управления полетом и периферийных модулей БПЛА; Настраивать и использовать аппаратные таймеры, АЦП, ЦАП и контроллеры прерываний для жесткого соблюдения временных циклов управления динамикой БПЛА; Подключать и программно сопрягать бортовые датчики, радиоприемники и силовые драйверы с	06.027 Специалист по администрированию сетевых устройств информационно - коммуникационных систем

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Основание (ПС) *для профессиональных компетенций
		микроконтроллерным ядром. Владеет: Навыками работы с современными средами разработки ПО и инструментами сборки проектов; Методологией проектирования принципиальных схем и трассировки печатных плат для микроконтроллерных узлов БПЛА с учетом требований по помехоустойчивости и массе/габаритам; Навыками реализации первичной цифровой фильтрации и регуляторов управления (ПИД-регуляторы) на микроконтроллере.	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к Блоку, Ф.00 Дисциплины (модули) программы бакалавриата (факультативные дисциплины).

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **2 з.е. (72 час.)**, их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице.

Виды учебных занятий и работы обучающихся	Трудоёмкость, час
Общая трудоёмкость дисциплины, час	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего), в т.ч.:	36
занятия лекционного типа (лекции)	12
занятия семинарского типа (практические занятия)	-
лабораторные работы	24
Самостоятельная работа всего, в т.ч.:	36
Самоподготовка по темам (разделам) дисциплины	36
Выполнение курсового проекта /курсовой работы	-
Контроль (часы на зачет)	-
Промежуточная аттестация	зачет

Примечание: - объем часов соответственно для *очной* формы обучения

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

В процессе освоения дисциплины может применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В процессе освоения дисциплины обучающиеся обеспечены доступом к электронной информационно-образовательной среде и электронно-библиотечным системам.

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа			Самостоятельная работа, час	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час		
ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3	Тема 1. Архитектура бортовых микроконтроллеров и организация жесткого реального времени. Основное содержание 1. Аппаратные особенности ядер ARM Cortex-M4/M7 и RISC-V для полетных контроллеров. 2. Конфигурирование системы тактирования, системы прерываний (NVIC) и контроллера прямого доступа к памяти (DMA). 3. Внедрение ОС реального времени (FreeRTOS) для планирования задач управления полетом с фиксированным квантом времени.	4				

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименован ие оценочного средства)
		Контактная работа			Самостоятельная работа, час	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час		
	Лабораторная работа № 1. Конфигурирование аппаратных таймеров, прерываний и DMA для генерации точных интервалов времени в бортовых системах БПЛА		4			Отчёт по лабораторной работе
	Лабораторная работа № 2. Проектирование архитектуры ПО полетного контроллера на базе операционной системы реального времени (FreeRTOS)		4			Отчёт по лабораторной работе
	Самостоятельная работа.				12	Самостоятельное изучение учебных материалов
ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3	Тема 2. Интерфейсы сопряжения с датчиками навигации и ориентации БПЛА. Основное содержание 1. Работа с шинами I2C и SPI в высокоскоростных режимах. 2. Программирование опроса инерциальных измерительных модулей (IMU: акселерометры, гироскопы), барометров и магнитометров. 3. Первичная фильтрация «сырых» данных (комплементарный фильтр, скользящее среднее) и протоколирование обмена с GNSS-модулями по UART/NMEA.	4				
	Лабораторная работа № 3. Программное сопряжение инерциального измерительного модуля (IMU) по шине SPI и реализация комплементарного фильтра		4			Отчёт по лабораторной работе
	Лабораторная работа № 4. Прием и разбор навигационных данных с GNSS-модуля по интерфейсу UART (протокол NMEA)		4			Отчёт по лабораторной работе
	Самостоятельная работа				12	Самостоятельное изучение учебных материалов
ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3	Тема 3. Формирование сигналов управления исполнительными органами и бортовой телеметрии. Основное содержание 1. Генерация высокоточных PWM/ШИМ-сигналов и	4				

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименован ие оценочного средства)
		Контактная работа			Самостоятельная работа, час	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час		
	реализация цифровых протоколов (DShot, OneShot) для регуляторов хода (ESC) бесколлекторных двигателей. 2. Настройка аппаратного CAN-интерфейса и реализация протокола MAVLink для обмена телеметрией и командами с наземной станцией управления.					
	Лабораторная работа № 5. Программная реализация цифровых протоколов управления регуляторами хода (ESC) и сервоприводами БПЛА		4			Отчёт по лабораторной работе
	Лабораторная работа № 6. Интеграция шины CAN и протокола MAVLink для передачи бортовой телеметрии на наземную станцию управления (GCS)		4			Отчёт по лабораторной работе
	Самостоятельная работа				12	Самостоятельное изучение учебных материалов
	ИТОГО	12	24		36	

Примечание: -/- объем часов соответственно для очной формы обучения

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Общие методические рекомендации по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При проведении учебных занятий по дисциплине обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение групповых практических работ).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов **образовательных технологий**:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- электронное обучение;
- информационные технологии: Miro, BigBlueButton.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре – 100.

4.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации или в ЭИОС университета.

В ходе лекционных занятий рекомендуется конспектирование учебного материала. Возможно ведение конспекта лекций в виде интеллект-карт.

Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения (конспектируются).

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям/лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

4.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом по ней подлежит защите преподавателю.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Лабораторные работы организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: выполнение заданий на всех лабораторных занятиях.

4.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и

мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

Самостоятельная работа студентов включает:

1. Изучение учебной литературы по курсу.
2. Работу с ресурсами Интернет
3. Самостоятельное изучение учебных материалов

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный учебный курс, созданный в ЭИОС университета <http://sdo.tolgas.ru/>.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Вся литература, включенная в данный перечень, представлена в виде электронных ресурсов в электронной библиотеке университета (ЭБС). Литература, используемая в печатном виде, представлена в научной библиотеке университета в объеме не менее 0,25 экземпляров на одного обучающегося.

Основная литература:

1. Водовозов, А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики : учеб. пособие / А. М. Водовозов. - 2-е изд., испр. и доп. - Документ read. - Москва [и др.] : Инфра-Инженерия, 2022. - 168 с. - Прил. - Глоссарий терминов и сокр. - URL: <https://znanium.com/read?id=417408> (дата обращения: 19.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9729-1071-7. - Текст : электронный.
2. Козырев, В. Г. Программирование микроконтроллеров : учеб. пособие для вузов / В. Г. Козырев ; Севастоп. гос. ун-т. - Документ read. - Севастополь : СевГУ, 2023. - 245 с. - Прил. - URL: <https://reader.lanbook.com/book/369236> (дата обращения: 28.12.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.
3. Ключарёв, А. А. Программирование микроконтроллеров STM32 : учеб. пособие / А. А. Ключарёв, А. А. Кочин, А. А. Фоменкова ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ read. - Санкт-Петербург : ГУАП, 2023. - 196 с. - Прил. - URL: <https://reader.lanbook.com/book/341030> (дата обращения: 28.12.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8088-1829-3. - Текст : электронный.
4. Виноградов, М. В. Практикум по микропроцессорным системам управления : учеб. пособие / М. В. Виноградов, Е. М. Самойлова. - Документ read. - Москва [и др.] : Инфра-Инженерия, 2024. - 168 с. - Прил. - URL: <https://znanium.ru/read?id=453251> (дата обращения: 28.11.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9729-1978-9. - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Васильев, А. Е. Встраиваемые системы автоматики и вычислительной техники. Микроконтроллеры / А. Е. Васильев. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2019. - 590 с. : ил., табл. - Прил. - ISBN 978-5-9912-0645-7 : 1266-54. - Текст : непосредственный.

2. Электронный учебник по дисциплине "Микропроцессорные системы" (продвинутый уровень) : для студентов направлений 151000.68, 230100.68 / Поволж. гос. ун-т сервиса (ФГБОУ ВПО "ПВГУС") ; сост. В. И. Аникин. - zip Archive. - Тольятти : ПВГУС, 2014. - 5,25 МБ. - URL: http://elib.tolgas.ru/publ/Mikroproces_sist_prod_ur_Anikin.zip (дата обращения: 21.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - 0-00. - Текст : электронный.

3. Сонькин, М. А. Микропроцессорные системы. Разработка программного обеспечения для микроконтроллеров семейства AVR / М. А. Сонькин, А. А. Шамин. - Документ read. - Москва [и др.] : Инфра-Инженерия, 2023. - 96 с. - URL: <https://znanium.ru/read?id=433309> (дата обращения: 28.11.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9729-1211-7. - Текст : электронный.

5.2. Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, интернет-ресурсы

1. 3DNEWS.RU : Электронное периодическое издание : сайт. – Москва, 1997 - . - URL: <https://3dnews.ru/> (дата обращения: 09.09.2024). – Текст: электронный.

2. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.09.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

3. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса : сайт / ФГБОУ ВО «ПВГУС». – Тольятти, 2010 - . - URL. : <http://elib.tolgas.ru> (дата обращения: 09.09.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

4. Электронно-библиотечная система Znanium.com : сайт / ООО "ЗНАНИУМ". – Москва, 2011 - . - URL: <https://znanium.com/> (дата обращения: 09.09.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

5. Электронно-библиотечная система Лань : сайт / ООО "ЭБС ЛАНЬ". - Москва, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 09.09.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

5.3. Программное обеспечение

Информационное обеспечение учебного процесса по дисциплине осуществляется с использованием следующего программного обеспечения (лицензионного и свободно распространяемого), в том числе отечественного производства:

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
2.	Microsoft Office	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
3.	СДО MOODLE	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (лицензионный договор)
4.	Браузер	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)
5.	MPLAB	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)

6. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Занятия лекционного типа. Учебные аудитории для занятий лекционного типа укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (стационарные или переносные наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия (презентации по темам лекций), обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие данной программе дисциплины.

Лабораторные работы. Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория «Комплексная лаборатория мультимедийных технологий и цифровой обработки сигналов», оснащенная следующим оборудованием: Генератор GFG8250A, Генератор-8216A, Генератор ВЧ GRG 450B, Генератор TR-0157.811-290, Генератор ТВ сигналов АНР 3126, Генератор GSG-122, Генератор Г5-35, Частотомер ЧЗ-63/1, Усилитель РУ4-29, Вольтметр В7-34А, Телевизор "Самсунг", Центр муз."Сони", 2485, Прибор TR-5661, Блок питания Б5-50, Осциллограф GOS-620, источник питания Б5-49. Сетевое оборудование D-Link DES-1016D, 16-портовый; локальная сеть 100 мб с доступом в Интернет 50 мб.

Занятия семинарского типа. Учебные аудитории для занятий семинарского типа укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (стационарные или переносные наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Промежуточная аттестация. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине используются компьютерные классы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и/или учебные аудитории, укомплектованные мебелью и техническими средствами обучения.

Самостоятельная работа. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде университета. Для организации самостоятельной работы обучающихся используются:

- компьютерные классы университета;
- библиотека (медиазал), имеющая места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет.

Электронная информационно-образовательная среда университета (ЭИОС). Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) <http://sdo.tolgas.ru/> из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории университета, так и вне ее.

ЭИОС университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

В случае реализации образовательной программы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий ЭИОС дополнительно обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательной программы;

- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

7. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре – 100.

Шкала оценки результатов освоения дисциплины, сформированности результатов обучения

Форма проведения промежуточной аттестации	Шкалы оценки уровня сформированности результатов обучения		Шкала оценки уровня освоения дисциплины		
	Уровневая шкала оценки компетенций	100 балльная шкала, %	100 балльная шкала, %	5-балльная шкала, дифференцированная оценка/балл	недифференцированная оценка
Зачет	допороговый	ниже 61	ниже 61	«неудовлетворительно» / 2	не зачтено
	пороговый	61-85,9	61-69,9	«удовлетворительно» / 3	зачтено
			70-85,9	«хорошо» / 4	зачтено
	повышенный	86-100	86-100	«отлично» / 5	зачтено

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами (по накопительному рейтингу). Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным (повышенный уровень), если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний, использует в ответе дополнительный материал; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 86 до 100, что соответствует повышенному уровню сформированности результатов обучения.

Результат обучения считается сформированным (пороговый уровень), если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент последовательно, чётко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 61 до 85,9, что соответствует пороговому уровню сформированности результатов обучения.

Результат обучения считается не сформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже 61, что соответствует допороговому уровню.

Формы текущего контроля успеваемости

Формы текущего контроля	Количество контрольных точек	Количество баллов за 1 контр. точку	Макс. возм. кол-во баллов
Отчёт по лабораторной работе	6	10	60
Тестирование по темам лекционных занятий	1	20	20
Творческий рейтинг (участие в конференциях, олимпиадах и т.п.)	1	20	20
Итого по дисциплине			100 баллов

Система оценивания представлена в электронном учебном курсе по дисциплине <http://sdo.tolgas.ru/>.

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

8.2.1. Типовые задания для лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Конфигурирование аппаратных таймеров, прерываний и DMA для генерации точных интервалов времени в бортовых системах БПЛА.

Цель работы: Освоить настройку системы тактирования, таймеров и прямого доступа к памяти (DMA) для высокоточной обработки сигналов без загрузки процессорного ядра.

Задание:

1. Настроить систему тактирования микроконтроллера на максимальную частоту от внешнего кварцевого резонатора (HSE).
2. Запрограммировать аппаратный таймер (TIM) в режиме генерации периодических прерываний с частотой 1000 Гц (интервал 1 мс) для имитации основного цикла опроса датчиков БПЛА.
3. Настроить передачу данных массива телеметрии из ОЗУ в периферийный модуль (UART) с помощью контроллера DMA по событию таймера, не задействуя прерывания CPU.
4. С помощью логического анализатора измерить точность временных интервалов и оценить джиттер (задержку выполнения) при изменении приоритетов прерываний (NVIC).

Лабораторная работа №2. Проектирование архитектуры ПО полетного контроллера на базе операционной системы реального времени (FreeRTOS).

Цель работы. Изучить принципы многозадачности, приоритезации процессов и межзадачного взаимодействия в ОС реального времени при управлении беспилотным аппаратом.

Задание:

1. Создать проект с FreeRTOS и сформировать три параллельные задачи с разным уровнем приоритета:
2. Task_IMU (High Priority, период 2 мс/500 Гц): Высокоприоритетный опрос инерциального датчика.
3. Task_Control (Medium Priority, период 10 мс / 100 Гц): Расчет управляющего воздействия.
4. Task_Telemetry (Low Priority, период 100 мс/10 Гц): Формирование и отправка пакетов телеметрии.
5. Реализовать передачу данных между задачами с использованием защищенных структур (Очереди / Queues и Мьютексы / Mutexes).

6. Имитировать длительную аппаратную задержку в низкой приоритетной задаче и убедиться, что механизмы вытеснения FreeRTOS гарантируют своевременный запуск высокоприоритетной задачи Task_IMU.

7. Измерить загрузку процессора (CPU Load) и время отклика системы при изменении приоритетов задач.

Лабораторная работа №3. Программное сопряжение инерциального измерительного модуля (IMU) по шине SPI и реализация комплементарного фильтра.

Цель работы: Изучить протокол SPI в высокоскоростном режиме, освоить считывание данных с гироскопа и акселерометра, реализовать базовый алгоритм определения углов ориентации (Крен/Тангаж).

Задание:

1. Настроить аппаратный модуль SPI в режиме Master (частота шины не менее 5 МГц) и линии выборки ведомого (CS/NSS).

2. Написать драйвер взаимодействия с IMU: инициализация, настройка диапазонов измерений

3. Реализовать комплементарный фильтр для объединения быстродействия гироскопа и стабильности акселерометра:

4. Вывести вычисленные углы в графический плоттер (через UART) и оценить реакцию фильтра на резкие наклоны и вибрацию.

Лабораторная работа №4. Проектирование архитектуры ПО полетного контроллера на базе операционной системы реального времени (FreeRTOS).

Цель работы. Прием и разбор навигационных данных с GNSS-модуля по интерфейсу UART (протокол NMEA).

Задание:

1. Настроить интерфейс UART на скорость 9600 бод (или 115200 бод) в режиме приема по кольцевому буферу DMA (Circular DMA) или по событию простоя линии (IDLE Line Interrupt).

2. Запрограммировать синтаксический анализатор (парсер) NMEA-строк для выделения сообщений GNGGA (широта, долгота, высота, количество спутников, HDOP) и GNRMC (скорость, путевой угол, достоверность фиксации).

3. Реализовать валидацию принятых сообщений по контрольной сумме (CRC XOR).

4. Написать модуль преобразования координат из формата NMEA (градусы и минуты) в десятичные градусы для передачи в полетный контроллер.

Лабораторная работа №5. Программная реализация цифровых протоколов управления регуляторами хода (ESC) и сервоприводами БПЛА.

Цель работы. Изучить принципы управления бесколлекторными моторами и сервоприводами, освоить формирование стандартного PWM-сигнала.

Задание:

1. Настроить аппаратный таймер микроконтроллера в режиме PWM Generation (частота 50 Гц) для управления сервоприводом рулей высоты/элеронов (ширина импульса 1,0–2,0 мс).

2. Переконфигурировать таймер и DMA для формирования высокоскоростного цифрового протокола DShot300 (передача 16-битного пакета импульсов методом PWM/DMA без загрузки CPU).

3. Реализовать расчет и добавление 4-битного CRC-кода для каждого отправляемого кадра DShot.

4. Проверить осциллографом или логическим анализатором тайминги импульсов, точность длительности кадра и плавность изменения оборотов двигателя при плавном смещении управляющего значения.

Лабораторная работа №6. Интеграция шины CAN и протокола MAVLink для передачи бортовой телеметрии на наземную станцию управления (GCS).

Цель работы. Освоить аппаратный контроллер CAN-шины микроконтроллера и структуру бинарных сообщений протокола MAVLink для обмена данными с наземными программами (QGroundControl / Mission Planner).

Задание:

1. Настроить модуль CAN (BxCAN / FDCAN) на скорость 1 Мбит/с: задать тайминги (Bit Timing), фильтры приёмных ящиков (Acceptance Filters) и прерывания по приему сообщений.
2. Подключить библиотеку C-headers MAVLink v2 и реализовать упаковку текущих параметров полёта (углы ориентации ATTITUDE, координаты GLOBAL_POSITION_INT и статус батареи SYS_STATUS).
3. Настроить отправку MAVLink-пакетов через аппаратную шину (UART / CAN) с заданной периодичностью (10 Гц для углов orientation, 1 Гц для статуса питания).
4. Подключиться к наземной станции управления (QGroundControl), проверить корректность отображения виртуального горизонта и индикаторов телеметрии в реальном времени.

8.3. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачет (по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования).

Устно-письменная форма предполагается, как правило, для сдачи академической задолженности.

Примерный перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету

№	Содержание вопроса
ПК-3. Способен проектировать и управлять компьютерными сетями, включая сети для беспилотных технологий, на основе знаний по сетевым архитектурам, моделям и протоколам	
1.	Какое архитектурное ядро наиболее часто используется в современных полетных контроллерах БПЛА средних и тяжелых классов благодаря высокопроизводительной обработке математических задач? А) AVR 8-bit Б) ARM Cortex-M4/M7 В) Intel x86
2.	Какая система планирования задач используется в операционных системах реального времени (RTOS), таких как FreeRTOS? А) Кооперативная без приоритетов Б) Вытесняющая на основе приоритетов В) Случайный выбор процессов
3.	Какой аппаратный механизм микроконтроллера позволяет передавать массив данных из памяти в интерфейс UART без участия процессорного ядра? А) DMA (Direct Memory Access) Б) NVIC (Nested Vectored Interrupt Controller) В) RTC (Real-Time Clock)
4.	Какой интерфейс связи является синхронным, полнодуплексным и использует отдельные линии передачи данных (MOSI/MISO) и тактового сигнала (SCK)? А) UART Б) I2C В) SPI
5.	Какая физическая шина и протокол широко применяются в бортовых сетях БПЛА благодаря высокой помехоустойчивости и дифференциальному сигналу? А) I2C Б) CAN В) 1-Wire
6.	Какой алгоритм применяется для объединения высокочастотных данных гироскопа и стабильных среднестатистических данных акселерометра в IMU-модулях? А) Комплементарный фильтр Б) Фильтр Боттерворта В) Быстрое преобразование Фурье (БПФ)

№	Содержание вопроса
7.	Какова стандартная частота обновления базового PWM/ШИМ-сигнала для управления аналоговыми сервоприводами управляющих поверхностей БПЛА? А) 10 Гц Б) 50 Гц В) 1000 Гц
8.	В каком формате передаются навигационные данные по протоколу NMEA от бортового GNSS-приемника к микроконтроллеру? А) Двоичный бинарный поток Б) Текстовый формат ASCII (например, \$GNGGA) В) JSON-структура
9.	В чем заключается главное преимущество цифрового протокола управления регуляторами хода DShot перед классическим ШИМ (PWM)? А) Использование встроенной проверки контрольной суммы (CRC) и более высокая скорость Б) Возможность работы без питания логической части В) Использование аналоговых уровней напряжения
10.	Какой специализированный бинарный протокол используется для обмена телеметрией и командами между полетным контроллером БПЛА и Наземной станцией управления (QGroundControl)? А) Modbus RTU Б) MAVLink В) HTTP/REST
11.	Какую функцию выполняет векторная таблица прерываний (NVIC) в ARM Cortex-M? А) Хранит адреса обработчиков прерываний и управляет их приоритетами Б) Вычисляет плавающую точку для контроллера В) Преобразует аналоговый сигнал в цифровой
12.	Какое состояние задачи в FreeRTOS характеризуется тем, что задача готова к выполнению, но ожидает освобождения процессорного времени от более приоритетной задачи? А) Running Б) Ready В) Blocked
13.	Для чего в цепи управления бесколлекторным мотором (BLDC) устанавливается драйвер ESC (Electronic Speed Controller)? А) Для преобразования цифровых команд микроконтроллера в силовые фазные токи мотора Б) Для измерения координат местоположения БПЛА В) Для усиления сигнала радиоуправления по частоте
14.	Какой параметр системы тактирования необходимо сконфигурировать для обеспечения работы таймеров и интерфейсов связи микроконтроллера от внешнего кварцевого резонатора? А) LSI (Low Speed Internal) Б) HSE (High Speed External) В) HSI (High Speed Internal)
15.	Какую роль выполняет подтяжка линий SDA и SCL к питанию (Pull-up резисторы) в

№	Содержание вопроса
	интерфейсе I2C при подключении датчиков? А) Для обеспечения работы схемы с открытым стоком (Open-Drain) Б) Для защиты процессора от короткого замыкания В) Для фильтрации низкочастотных помех
16.	Какое семейство архитектурных ядер ARM Cortex наиболее распространено в полетных контроллерах БПЛА благодаря аппаратному модулю математики с плавающей точкой (FPU)?
17.	Как называется аппаратный модуль микроконтроллера, обеспечивающий прямое перемещение данных между периферией и памятью без участия ядра процессора?
18.	Какой тип вытеснения задач гарантирует выполнение критичных по времени процессов в операционных системах реального времени (RTOS)?
19.	Какой синхронный последовательный интерфейс использует три обязательные линии: SCLK, MOSI, MISO?
20.	Какая физическая шина с дифференциальным сигналом используется в БПЛА для высокой помехоустойчивости при объединении датчиков, ESC и полетных контроллеров?
21.	Из каких двух базовых сенсоров состоит стандартный 6-осевой инерциальный модуль (IMU)?
22.	Какой алгоритм объединяет данные быстрого, но дрейфующего гироскопа с точным в долгосрочной перспективе, но шумящим акселерометром?
23.	Какова длительность управляющего импульса в миллисекундах для стандартного сервопривода в крайних положениях (мин/макс)?
24.	Какой цифровой протокол управления регуляторами хода (ESC) пришел на смену PWM и передает данные бинарным пакетом с контрольной суммой?
25.	С какого служебного символа начинается большинство текстовых сообщений навигационного протокола NMEA?
26.	Какой специализированный протокол телеметрии используется для обмена данными между полетным контроллером и программой QGroundControl?
27.	Какое примитивное средство синхронизации FreeRTOS применяется для предотвращения одновременного доступа двух задач к одной шине I2C/SPI?
28.	Как называется короткая задержка между наступлением аппаратного прерывания и началом выполнения его обработчика (ISR)?
29.	Какая конфигурация выходов GPIO (Push-Pull или Open-Drain) требуется для корректной работы шины I2C?
30.	Как называется специализированная микросхема-драйвер, преобразующая логические сигналы микроконтроллера в силовое управление обмотками бесколлекторного мотора (BLDC)?