



Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»

Рабочая программа учебной дисциплины

Микропроцессорные средства в мехатронике и робототехнике

(Наименование дисциплины)

15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	6
Общее количество часов	216
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	128
– Лекционные (Л)	64
– Практические (ПЗ)	64
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	52
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (36)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	7
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	8
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	11
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	13
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	16
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	20
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	21
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	24

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Микропроцессорные средства в мехатронике и робототехнике» входит в «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» подготовки обучающихся по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ПК-3 Способен к разработке и реализации проектов автоматизации, механизации и роботизации технологических производственных процессов

Дескрипторы компетенции:

ПК-3.1 Способен провести анализ технологических производственных процессов с целью выделения операций и процессов, подлежащих автоматизации, механизации и роботизации;

ПК-3.2 Способен осуществлять внедрение и контроль эксплуатации средств автоматизации, механизации и роботизации технологических производственных процессов.

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
Профстандарт: 28.003 Специалист автоматизации механизации механосборочного производства	ПК-3.1 Способен провести анализ технологических производственных процессов с целью выделения операций и процессов, подлежащих автоматизации, механизации и роботизации; ПК-3.2 Способен осуществлять внедрение и контроль эксплуатации средств автоматизации, механизации и роботизации технологических производственных процессов.	Знает: ИД 1 ПК.3.1 PDM-систем организации: возможностей и порядка просмотра информации о технологических операциях; ЕСМ-систем организации: возможностей и порядка работы в них; методы исследования и измерения трудовых затрат и производительности оборудования; нормативно-технические и руководящие документы по нормированию технологических процессов; принципы выбора, типы и конструктивные особенности, технологические возможности средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций, 28.003 В/01.6; ИД 2 ПК.3.2 Отечественный и зарубежный опыт, методики расчета экономической эффективности эксплуатации и внедрения средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных,

		погрузочно-разгрузочных операций; правила выполнения монтажа, виды контроля и испытаний средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций; методы испытаний, правила и условия выполнения работ по наладке средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций 28.003 В/02.6. Умеет: ИД 3 ПК.3.1 Выявлять наиболее трудоемкие приемы при выполнении технологических, подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных операций; проводить непосредственные замеры времени (хронометраж, фотография рабочего времени, мультимоментные наблюдения, интервью, самоописание); использовать прикладные компьютерные программы для расчета эффективности выполнения технологических и вспомогательных операций, определения узких мест в технологических процессах; формулировать предложения по автоматизации, механизации и роботизации технологических процессов 28.003 В/01.6; ИД 4 ПК.3.2 Устанавливать исходные данные для проведения проектных и опытно-конструкторских работ, изготовления средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций; использовать MDM-систем организаций для выбора моделей средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций;
--	--	---

		использовать прикладные компьютерные программы для технико-экономических расчетов эффективности внедрения средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций; контролировать правильность выполнения работ по монтажу, испытаниям, наладке средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций; контролировать с использованием ЕСМ-системы организации правильность оформления документации при выполнении работ по монтажу, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций 28.003 В/02.6. Имеет навыки: ИД 5 ПК.3.1 Выявления наиболее трудоемких приемов при выполнении технологических, подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных операций; проведения непосредственных замеров времени (хронометраж, фотография рабочего времени, мультимоментные наблюдения, интервью, самоописание); использования прикладных компьютерных программ для расчета эффективности выполнения технологических и вспомогательных операций, определения узких мест в технологических процессах; подготовки предложений по автоматизации, механизации и роботизации технологических процессов 28.003 В/01.6; ИД 6 ПК.3.2 Установления исходных данных для проведения проектных и опытно-конструкторских работ,
--	--	--

		изготовления средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций; использования MDM-систем организаций для выбора моделей средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций; использования прикладных компьютерных программ для технико-экономических расчетов эффективности внедрения средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций; контроля правильности выполнения работ по монтажу, испытаниям, наладке средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций; контроля с использованием ЕСМ-систем организации правильности оформления документации при выполнении работ по монтажу, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию средств автоматизации, механизации и роботизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций 28.003 В/02.6.
--	--	--

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль)
«Мехатроника»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Математическое моделирование мехатронных и робототехнических систем	Технология монтажа и пуско-наладки мехатронных и робототехнических систем
2.	Преобразование мехатронных и робототехнических систем	

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по

направлению подготовки **15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»;**

– Учебного плана направления подготовки **15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»** 2027 года набора;

– Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Архитектура микроконтроллеров (МК).	24	8	8	8	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
2	Тема 2. Периферийные устройства общего назначения.	24	8	8	8	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
3	Тема 3. Интерфейсы передачи данных.	22	8	8	6	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
4	Тема 4. Обработка аналоговых сигналов.	22	8	8	6	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
5	Тема 5. Управление электроприводами на уровне периферии.	22	8	8	6	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
6	Тема 6. Операционные системы реального времени (RTOS) в робототехке.	22	8	8	6	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
7	Тема 7. Специализированная периферия для управления движением.	22	8	8	6	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
8	Тема 8. Отладка встроенного программного обеспечения.	22	8	8	6	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		36				
Итого		216	64	64	52	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Архитектура микроконтроллеров (МК). Обзор семейств ARM Cortex-M, AVR, PIC. Гарвардская и Принстонская архитектуры. Организация памяти МК: Flash, SRAM, EEPROM.

Тема 2. Периферийные устройства общего назначения. Порты ввода-вывода (GPIO). Таймеры-счетчики: базовые режимы, захват/сравнение (*Input Capture/Output Compare*) для измерения длительности импульсов ШИМ.

Тема 3. Интерфейсы передачи данных. Принципы работы асинхронного порта UART. Последовательные синхронные интерфейсы SPI и I2C. Применение преобразователей уровней логических сигналов.

Тема 4. Обработка аналоговых сигналов. Архитектура АЦП последовательного приближения (SAR ADC). Программирование запуска по таймеру и прерываний конца преобразования. Использование ЦАП.

Тема 5. Управление электроприводами на уровне периферии. Блоки формирования ШИМ (*Advanced Control Timer*). Подключение драйверов затворов полумостовых инверторов. Считывание токов фаз через датчики Холла или шунты.

Тема 6. Операционные системы реального времени (RTOS) в робототехке. Задачи, приоритеты и вытесняющая многозадачность (*Preemptive Scheduler*). Механизмы синхронизации: семафоры, мьютексы, очереди сообщений.

Тема 7. Специализированная периферия для управления движением. Энкодерные интерфейсы (*Quadrature Encoder Interface — QEI*). Модули обработки сигналов резольверов. Контроллеры шаговых двигателей.

Тема 8. Отладка встроенного программного обеспечения. Аппаратные отладочные интерфейсы JTAG и SWD. Логический анализ протоколов обмена данными. Профилирование выполнения кода и оценка времени реакции системы.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Архитектура микроконтроллеров (МК).
ПЗ 2	Тема 2. Периферийные устройства общего назначения.
ПЗ 3, 4	Тема 3. Интерфейсы передачи данных.
ПЗ 5	Тема 4. Обработка аналоговых сигналов.
ПЗ 6, 7	Тема 5. Управление электроприводами на уровне периферии.
ПЗ 8	Тема 6. Операционные системы реального времени (RTOS) в робототехке.

3.3. Образовательные технологии

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Архитектура микроконтроллеров (МК).	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Периферийные устройства общего назначения.	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Интерфейсы передачи данных.	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Обработка аналоговых сигналов.	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Управление электроприводами на уровне периферии.	Л	Мозговой штурм	50

6	Тема 6. Операционные системы реального времени (<i>RTOS</i>) в робототехке.	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Специализированная периферия для управления движением.	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Отладка встроенного программного обеспечения.	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Архитектура микроконтроллеров (МК).	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Периферийные устройства общего назначения.	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Интерфейсы передачи данных.	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Обработка аналоговых сигналов.	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Управление электроприводами на уровне периферии.	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Операционные системы реального времени (RTOS) в робототехке.	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Специализированная периферия для управления движением.	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Отладка встроенного программного обеспечения.	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. **Сравнительный анализ архитектур ARM Cortex-M4F и RISC-V (ядро GD32VF103)** для задач управления сервоприводом: производительность FPU, плотность кода и энергоэффективность.
2. **Реализация алгоритма векторного управления (FOC) асинхронным двигателем на базе STM32G4.** Оптимизация математических вычислений с использованием инструкций SIMD (ARM CMSIS-DSP) и прямого доступа к памяти (DMA).
3. **Цифровая фильтрация зашумленного сигнала тока в контуре привода.** Сравнение вычислительной сложности FIR-фильтра и рекурсивного IIR-фильтра Баттерворта 2-го порядка при тактовой частоте МК 80 МГц.
4. **Интерфейс подключения абсолютного энкодера BiSS-C к микроконтроллеру без аппаратной поддержки протокола.** Программная реализация мастера BiSS на таймерах высокого разрешения (HRTIM) и прерываниях GPIO.
5. **Обработка сигналов резольвера через встроенный АЦП.** Алгоритмы демодуляции квадратурных составляющих несущей частоты (10 кГц) методом синхронного детектирования на ПЛИС или высокопроизводительном МК.
6. **Применение операционной системы реального времени FreeRTOS для распределения задач робота.** Анализ задержек вытеснения (*context switching latency*) при управлении четырьмя осями манипулятора одновременно.
7. **Механизмы межзадачного взаимодействия в RTOS:** использование очередей сообщений (*Queues*) для передачи телеметрии от драйвера двигателя к задаче HMI-панели без блокировки ШИМ-генератора.
8. **Детерминированный обмен данными по интерфейсу SPI между МК и ЦАП/АЦП высокой точности.** Использование режима «Hardware NSS» и синхронизация захвата данных по сигналу готовности конвертера.
9. **Аппаратное формирование многофазного ШИМ для инверторов BLDC-двигателей.** Настройка комплементарных каналов таймера с автоматической вставкой защитных пауз (*Dead Time Insertion*) на уровне периферии.
10. **Борьба сдребезгом контактов (*debouncing*) во входах пультов обучения (*teach pendant*).** Сравнение программных методов (счетчик тактов, окно выборки) и использования встроенных фильтров помех цифровых портов (*GPIO Input Filter*).

11. **Организация загрузчика (*Bootloader*) по протоколу CAN FD для обновления прошивки робота в полевых условиях.** Защита области загрузчика от записи прикладным кодом и проверка контрольной суммы *CRC32*.

12. **Низкопотребляющие режимы работы (*Sleep, Stop, Standby*) микроконтроллеров серии STM32L4.** Пробуждение контроллера по событию энкодера для реализации энергосберегающего цикла движения мобильного робота.

13. **Использование DMA для организации двойного буферирования (*Double Buffering*) аудио- или вибросигналов.** Непрерывная передача данных с АЦП в кольцевой буфер ОЗУ без участия процессорного ядра.

14. **Точная генерация временных интервалов для протоколов IR-диапазона (*NEC, RC5*) или DMX512.** Применение базового таймера (*Basic Timer*) с обновлением периода прерыванием для компенсации джитта ОС РВ.

15. **Диагностика сбоев программного обеспечения: *HardFault Handler* и *Watchdog Timer (IWDG/WWDG)*.** Разработка обработчика критических ошибок, сохраняющего контекст регистров и счетчики отказов во Flash-память для последующего анализа.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Архитектура микроконтроллеров (МК).	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
2	Тема 2. Периферийные устройства общего назначения.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
3	Тема 3. Интерфейсы передачи данных.	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
4	Тема 4. Обработка аналоговых сигналов.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
5	Тема 5. Управление электроприводами на уровне периферии.	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
6	Тема 6. Операционные системы реального времени (RTOS) в робототехке.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
7	Тема 7. Специализированная периферия для управления движением.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2

8	Тема 8. Отладка встроенного программного обеспечения.	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ПК.3.1 ИД 2 ПК.3.2 ИД 3 ПК.3.1 ИД 4 ПК.3.2 ИД 5 ПК.3.1 ИД 6 ПК.3.2
---	---	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Задачи

1. **Базовый ввод-вывод (GPIO).** Дано: плата STM32 (Nucleo/Blue Pill) и светодиод с токоограничивающим резистором. Задача: написать код, мигающий светодиодом с частотой 1 Гц через прямой доступ к регистрам (*Register Level*) без использования библиотек HAL/SPL.

2. **Измерение длительности импульса (Input Capture).** Дано: сигнал ШИМ с неизвестной скважностью, подаваемый на ногу таймера TIMx_CH1. Задача: настроить режим захвата фронта и спада для вычисления периода сигнала и коэффициента заполнения в процентах.

3. **Генерация центрированного ШИМ (Center-Aligned PWM).** Задача: сконфигурировать таймер МК для генерации комплементарного ШИМ-сигнала (верхнее и нижнее плечо инвертора) с аппаратной вставкой защитного интервала (*Dead Time*) 1 мкс.

4. **АЦП по запросу от таймера (Triggered ADC).** Дано: датчик тока на шунте, подключенный к АЦП. Задача: запустить АЦП строго в середине активного такта ШИМ (событие *Timer Update*) для исключения коммутационных помех преобразователя.

5. **Работа с интерфейсом UART и прерываниями (IT).** Задача: реализовать эхо-сервер. При получении байта по USART1 микроконтроллер должен немедленно отправить его обратно, используя прерывание по приему (*RXNE*), не блокируя основной цикл программы.

6. **Обмен данными по SPI между двумя платами.** Задача (Master): передавать массив из 10 чисел со скоростью 8 Мбит/с. Задача (Slave): принимать данные исключительно через DMA в кольцевой буфер, сигнализируя о заполнении половины буфера прерыванием.

7. **Подключение инкрементального энкодера (Hardware QEI).** Дано: механический энкодер вращения. Задача: подключить каналы А и В к специализированным входам таймера (TI1/TI2) и считать абсолютное положение вала, корректно обрабатываядребезг контактов аппаратными фильтрами порта.

8. **Реализация программного I2C (Bit-Banging).** Задача: на произвольных ногах GPIO программно сгенерировать старт-условие, адресную посылку записи и передать два байта данных микросхеме EEPROM 24LC256, соблюдая временные диаграммы спецификации.

9. **Использование DAC для генерации звука.** Задача: вывести на ЦАП синусоидальный сигнал частотой 440 Гц (нота «Ля»). Использовать двойной буфер и DMA для непрерывной выдачи отсчетов таблицы синуса без участия CPU.

10. **Настройка FreeRTOS: задачи и приоритеты.** Задача: создать две задачи — одна мигает светодиодом раз в 500 мс (*vTaskDelay*), вторая опрашивает кнопку. При нажатии кнопки приоритет второй задачи должен временно повышаться для реализации функции экстренного останова.

11. **Межзадачная синхронизация (Семафор).** Задача: задача-обработчик АЦП заполняет глобальный массив семплами. Задача ПИД-регулятора должна ждать появления новых данных, используя бинарный семафор, чтобы не считывать полупустой массив.
12. **Обработка ошибок (*HardFault Handler*).** Задача: намеренно вызвать обращение к нулевому указателю (`NULL`) в программе. Написать обработчик прерывания `HardFault_Handler`, который зажжет красный светодиод и уйдет в бесконечный цикл, предотвращая сброс МК.
13. **Независимый сторожевой таймер (*IWDG*).** Задача: интегрировать сброс независимого WDG в главный цикл программы. Имитировать зависание кода (например, отключив сброс внутри условного оператора) и убедиться, что микроконтроллер перезагружается через 2 секунды.
14. **Расчет PID-регулятора с фиксированной точкой (*Fixed Point*).** Задача: реализовать контур скорости двигателя, используя формат `Q15.16`. Коэффициенты регулятора заданы дробные; необходимо выполнить расчет без FPU (`Floating Point Unit`), только целочисленной арифметикой.
15. **Загрузчик (*Bootloader*) через UART.** Задача: написать упрощенный загрузчик. Программа должна проверять состояние пина BOOT при старте; если он активен — принимать файл прошивки (`.hex` или `.bin`) по UART и записывать его во Flash-память по адресу после загрузчика.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. **Сравнительный анализ архитектур ARM Cortex-M и RISC-V** для встраиваемых применений в робототехнике: производительность, экосистема инструментов разработки (SDK), лицензионная политика и перспективы импортозамещения.
2. **Реализация алгоритма векторного управления (FOC) асинхронным приводом на микроконтроллере.** Оптимизация математических вычислений с использованием библиотеки CMSIS-DSP и аппаратного модуля FPU (`Floating Point Unit`).
3. **Аппаратные акселераторы искусственного интеллекта (NPU) в современных МК.** Архитектура *Ethos-U55* или аналогичная: выполнение инференса нейросетей для распознавания объектов бортовой камерой мобильного робота в реальном времени.
4. **Детерминированное управление движением с использованием операционных систем реального времени (RTOS).** Сравнение задержек вытеснения (*context switch latency*) и механизмов межзадачного обмена (очереди сообщений vs почтовые ящики) в FreeRTOS и Zephyr.
5. **Интерфейсы подключения высокоточных датчиков положения.** Протоколы BiSS-C и EnDat 2.2: схемотехника реализации мастера интерфейса на базе стандартных блоков SPI/UART или таймеров высокого разрешения (HRTIM).
6. **Обработка сигналов резольвера без специализированных микросхем (RDC).** Алгоритмы демодуляции квадратурных составляющих несущей частоты с помощью встроенного АЦП и цифрового фазового детектора на ПЛИС/МК.
7. **Формирование ШИМ-сигналов для многоуровневых инверторов.** Использование модулей ePWM (TI C2000) или расширенных таймеров STM32G4 для генерации симметричной модуляции с минимизацией высших гармоник.
8. **Организация безопасного обмена данными по промышленному Ethernet (EtherCAT / Profinet IRT) со стороны ведомого устройства.** Требования к сетевому сопроцессору и организация Shared Memory между управляющим ядром и чипом PHY/MAC.
9. **Методы обеспечения функциональной безопасности (*Functional Safety*) во встраиваемом ПО.** Реализация Watchdog-мониторов задач, контрольных сумм потока выполнения (*Control Flow Monitoring*) и механизмы перехода в безопасное состояние при сбое.
10. **Энергоэффективность мобильных платформ: использование режимов глубокого сна (*Deep Sleep, Standby*).** Пробуждение микроконтроллера по событиям периферии (GPIO Exti, RTC Wakeup) для реализации концепции «микропрерываний» в IoT-роботах.

11. **Прямой доступ к памяти (DMA) как инструмент разгрузки CPU в мехатронных системах.** Организация двойного буферирования (*Double Buffering*) потоков данных от АЦП к DSP-блоку или внешней SDRAM без участия ядра.
12. **Программная реализация нестандартных последовательных интерфейсов (*Bit-Banging*).** Генерация сигналов DMX512, OneWire или IR-пультов (NEC) на обычном GPIO при отсутствии свободного аппаратного UART/SPI.
13. **Использование гипервизоров типа MPU (*Memory Protection Unit*) в RTOS.** Изоляция критического кода драйвера привода от прикладного уровня оператора для предотвращения краха всей системы при ошибке доступа к памяти.
14. **Разработка кастомного загрузчика (*Bootloader*) с поддержкой обновления прошивки по воздуху (*OTA — Over The Air*).** Механизмы проверки цифровой подписи (RSA/AES) образа перед записью во внутреннюю Flash-память.
15. **Цифровая фильтрация зашумленных сигналов обратной связи.** Сравнение вычислительной сложности и эффективности FIR-фильтров (метод перекрытия с накоплением) и рекурсивных IIR-фильтров (Баттерворт, Чебышев) на ядре без поддержки плавающей точки.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для зачета

1. Архитектура микроконтроллеров (МК): Гарвардская и Принстонская архитектуры, фон-неймановская модель памяти.
2. Семейства МК для робототехники: сравнительный анализ ARM Cortex-M0/M3/M4F/M7 и RISC-V по производительности вычислений с плавающей точкой (FPU).
3. Организация памяти МК: Flash, SRAM, EEPROM. Карта адресного пространства и механизмы защиты регионов через MPU (Memory Protection Unit).
4. Порты ввода-вывода (GPIO). Режимы работы: Push-Pull, Open-Drain, альтернативные функции (Alternate Function). Аппаратные фильтры дребезга.
5. Система прерываний (NVIC). Вложенные векторизованные прерывания, приоритеты, хвостовые вызовы (*Tail-Chaining*) и их влияние на детерминизм RTOS.
6. Таймеры общего назначения (TIM). Базовый режим счета, прескейлер и использование событий обновления (*Update Event*) для синхронизации задач.
7. Режим захвата (*Input Capture*) таймера. Измерение частоты и скважности внешнего сигнала ШИМ от датчика скорости.
8. Режим генерации центрированного ШИМ (*Center-Aligned PWM*) для управления приводами переменного тока. Снижение пульсаций тока в обмотках.
9. Комплементарный ШИМ с вставкой защитного интервала (*Dead Time Generation*). Предотвращение сквозных токов в силовых ключах инвертора.
10. Аналого-цифровой преобразователь (ADC) последовательного приближения. Источники запуска: программный, по событию таймера, внешний триггер.
11. Специфика измерения сигналов датчиков тока в приводах. Синхронная выборка АЦП в середине паузы ШИМ для исключения коммутационных помех.
12. Интерфейс UART. Формат кадра, расчет бодрейта (BRR) при заданной тактовой частоте. Обнаружение ошибок кадра и переполнения.
13. Интерфейс SPI. Режимы полярности и фазы (CPOL, CPHA). Полудуплексный режим и работа с несколькими ведомыми устройствами (Slave Select).
14. Интерфейс I2C. Протокол обмена, арбитраж шины, адресация устройств. Отличие скоростных режимов Standard-mode, Fast-mode и Fast-mode Plus.
15. Прямой доступ к памяти (DMA). Конфигурация контроллера DMA, циклический режим (*Circular Mode*) для организации кольцевых буферов приема UART/ADC.
16. Двойное буферирование (*Double Buffering*) с использованием DMA. Непрерывная обработка потоковых данных без потерь семплов со стороны CPU.
17. Цифро-аналоговый преобразователь (DAC). Использование совместно с DMA для синтеза аналоговых сигналов произвольной формы.
18. Подключение инкрементального энкодера через аппаратный интерфейс (*Hardware QEI/HALL*). Автоматический подсчет импульсов и определение направления вращения.

19. Операционные системы реального времени (RTOS). Различия между вытесняющей (*Preemptive*) и кооперативной многозадачностью.
20. Задачи и приоритеты в FreeRTOS. Явление инверсии приоритетов и механизм наследования приоритетов мьютексом (*Priority Inheritance*).
21. Механизмы межзадачного взаимодействия в RTOS: двоичные семафоры, счетные семафоры и очереди сообщений (*Queues*).
22. Сторожевые таймеры (*Watchdog Timer*). Различия независимого (*IWDG*) и оконного (*WWDG*) таймеров. Алгоритм предотвращения ложного сброса.
23. Аппаратные средства отладки: интерфейсы JTAG и SWD. Отладка в реальном времени (*Live Debugging*) без остановки критических процессов управления.
24. Профилирование кода и оценка времени реакции (*ISR Latency*). Использование цикловых счетчиков (*DWT_CYCCNT*) для анализа производительности обработчиков прерываний.
25. Загрузчики (*Bootloader*). Организация защищенной области загрузчика во Flash-памяти и реализация механизма удаленного обновления прошивки (*OTA Update*).

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

1. Закрытого типа с одним верным вариантом ответа (5 вопросов)

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. **Вопрос 1.** Какой аппаратный блок микроконтроллера позволяет изменять приоритеты задач и переключать контекст выполнения за фиксированное количество тактов, что критически важно для систем реального времени? а) Модуль защиты памяти (*MPU*); б) Контроллер вложенных векторизованных прерываний (*NVIC*); в) Универсальный асинхронный передатчик (*UART*); г) Сторожевой таймер (*Watchdog Timer*). **Правильный ответ: б)**

Вопрос 2. В каком режиме работы АЦП запуск преобразования происходит строго в заданный момент ШИМ-цикла (например, в середине паузы), чтобы исключить коммутационные помехи инвертора при измерении тока двигателя? а) Режим одиночного преобразования по программному триггеру; б) Режим инжектированных каналов с привязкой к событию таймера; в) Непрерывный режим сканирования всех каналов; г) Дифференциальный режим измерения. **Правильный ответ: б)**

Вопрос 3. Какая периферия МК используется для автоматического считывания позиции с квадратного энкодера без участия процессорного ядра на каждый импульс? а) Базовый счетчик таймера общего назначения; б) Аппаратный интерфейс квадратного энкодера (*QEI/HALL*) внутри таймера; в) Вход внешнего прерывания (*EXTI*); г) Модуль захвата/сравнения (*Input Capture*). **Правильный ответ: б)**

Вопрос 4. Для чего предназначен аппаратно генерируемый «мертвое время» (*Dead Time*) в блоке формирования ШИМ силовых преобразователей? а) Для увеличения амплитуды выходного напряжения инвертора; б) Для предотвращения сквозного тока через верхнее и нижнее плечо полумоста при переключении; в) Для синхронизации частоты ШИМ с сетью 50 Гц; г) Для фильтрации высокочастотных помех на затворе транзистора. **Правильный ответ: б)**

Вопрос 5. Какой механизм RTOS позволяет одной задаче передать управление другой задаче с более высоким приоритетом немедленно после возникновения события (например, прихода байта по UART)? а) Кооперативная многозадачность; б) Вытесняющая многозадачность (*Preemptive Scheduling*); в) Бесконечный цикл *Super Loop*; г) Функция `delay()` в основном цикле. **Правильный ответ: б)**

2. Закрытого типа с двумя верными вариантами ответа (5 вопросов)

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. **Вопрос 6.** Какие интерфейсы отладки позволяют производить чтение/запись регистров периферии и ОЗУ работающего микроконтроллера без остановки процессора (*Live Debugging*)? а) JTAG/SWD; б) Интерфейс ITM (*Instrumentation Trace Macrocell*); в) Обычный порт GPIO; г) Последовательная консоль CLI. **Правильный ответ: а), б)**

Вопрос 7. Укажите основные преимущества использования DMA (*Direct Memory Access*) при приеме данных по SPI или UART в робототехнических системах: а) Снижение нагрузки на процессорное ядро (CPU); б) Возможность организации кольцевых буферов приема (*Circular*

Mode) без потери данных; в) Увеличение физической скорости передачи бит по проводу; г) Автоматическое исправление ошибок четности в кадре. **Правильный ответ:** а), б)

Вопрос 8. Выберите функции, которые выполняет сторожевой таймер (*Watchdog*) во встраиваемых системах управления приводами: а) Генерация периодических прерываний для обновления ПИД-регулятора; б) Принудительный аппаратный сброс (*Reset*) системы при зависании программного кода; в) Контроль целостности потока выполнения (*Program Flow Monitoring*); г) Измерение длительности импульсов датчика Холла. **Правильный ответ:** б), в)

Вопрос 9. Какие характеристики определяют выбор семейства ARM Cortex-M4F вместо Cortex-M0+ для реализации алгоритма FOC (*Field Oriented Control*)? а) Наличие модуля вычислений с плавающей точкой (*FPU*); б) Поддержка набора инструкций SIMD (*Single Instruction Multiple Data*) для ускорения цифровой обработки сигналов; в) Меньшее энергопотребление в режиме сна; г) Большее количество выводов питания (*VCC*). **Правильный ответ:** а), б)

Вопрос 10. При настройке режима Center-Aligned PWM для снижения пульсаций тока в двигателе какие дополнительные возможности предоставляет аппаратура таймера? а) Автоматическая симметричная модуляция относительно центра периода; б) Аппаратная вставка индивидуального мертвого времени для каждого канала; в) Прямое подключение к ЦАП без участия CPU; г) Преобразование параллельного кода в последовательный. **Правильный ответ:** а), б)

3. На установление последовательности (5 вопросов)

Укажите правильную последовательность действий или процессов. **Вопрос 11.** Расположите этапы инициализации вывода GPIO для работы в режиме Push-Pull на выходе:

1. Установка бита MODE для выбора высокой скорости вывода;
2. Запись логической '1' в регистр OTYPER (выбор двухтактного выхода);
3. Включение тактирования порта ввода-вывода в шине АНВ/APB;
4. Запись значения в выходной регистр (*ODR*) для установки уровня. **Правильный**

ответ: 3-1-2-4

Вопрос 12. Установите порядок обработки запроса на прерывание системой NVIC:

1. Сохранение контекста регистров в стек (автоматически ядром);
2. Переход по вектору обработчика из таблицы векторов;
3. Возникновение внешнего события (сигнал EXTI);
4. Определение приоритета и разрешение прерывания маской. **Правильный ответ:** 3-

4-1-2

Вопрос 13. Расположите шаги конфигурации DMA для передачи данных из ADC в массив RAM:

1. Разрешение работы канала DMA;
2. Настройка адреса источника (регистр данных ADC) и инкремента адреса назначения;
3. Инициализация массива-приемника в оперативной памяти;
4. Запуск АЦП (который выдаст запрос DRQ для DMA). **Правильный ответ:** 3-2-1-4

Вопрос 14. Установите иерархию уровней абстракции при разработке ПО для МК от низкого к высокому:

1. Драйвер периферии (HAL — *Hardware Abstraction Layer*);
2. Регистровая модель конкретного чипа (*Reference Manual*);
3. Прикладная логика задачи (ПИД-регулятор, логика движения);
4. Операционная система реального времени (RTOS Kernel). **Правильный ответ:** 2-1-

4-3

Вопрос 15. Расположите действия контроллера I2C при передаче одного байта данных мастеру:

1. Проверка арбитража шины;
2. Отправка стартового условия (*Start Bit*);
3. Передача байта данных;
4. Подтверждение получения (*ACK*) от ведомого устройства. **Правильный ответ:** 2-1-

3-4 (*Примечание: проверка арбитража идет параллельно с отправкой адреса/данных*).

4. На установление соответствия (4 вопроса)

Установите соответствие между понятием и его определением/формулой. **Вопрос 16.**

Установите соответствие между типом интерфейса и его типичным применением в работе:

Интерфейс	Применение
А) CAN FD	1) Подключение высокоточного абсолютного энкодера напрямую
Б) BiSS-C / EnDat	2) Связь бортовых контроллеров (двигатель, тормоза, питание)
В) USB HS	3) Загрузка тяжелых карт местности или видео на пульт оператора
Правильный ответ: А – 2, Б – 1, В – 3	

Вопрос 17. Установите соответствие между компонентом архитектуры Cortex-M и его функцией:

Компонент	Функция
А) SysTick	1) Защита областей памяти от несанкционированной записи задачами
Б) MPU	2) Системный таймер ОС для генерации тиков планировщика
В) DWT	3) Блок трассировки и подсчета циклов исполнения для профилирования
Правильный ответ: А – 2, Б – 1, В – 3	

Вопрос 18. Установите соответствие между режимом работы таймера и его результатом:

Режим	Результат
А) Input Capture	1) Формирование сигнала точной длительности для драйвера затвора
Б) Output Compare	2) Измерение периода входной частоты вращения вала
В) One-Pulse	3) Генерация одиночного импульса задержки по внешнему триггеру
Правильный ответ: А – 2, Б – 1, В – 3	

Вопрос 19. Установите соответствие между объектом синхронизации RTOS и сценарием использования:

Объект	Сценарий
А) Mutex (Мьютекс)	1) Задача ждет появления нового пакета данных в очереди
Б) Queue (Очередь)	2) Исключение одновременного доступа к UART из разных задач
В) Semaphore (Семафор)	3) Сигнализация о завершении операции ISR для фоновой задачи
Правильный ответ: А – 2, Б – 1, В – 3	

5. Открытого типа с одним-двумя словами (2 вопроса)

Запишите пропущенный термин. **Вопрос 20.** Механизм, позволяющий центральному процессору продолжать выполнение основного кода, пока периферийный модуль автоматически пересылает данные из регистра АЦП в память по запросу самого АЦП, называется _____.

Правильный ответ: dma (Прямой доступ к памяти)

Вопрос 21. Явление в операционных системах реального времени, когда задача с низким приоритетом блокирует ресурс, необходимый задаче с высоким приоритетом, в то время как задача со средним приоритетом вытесняет низкоприоритетную, называется инверсией _____.

Правильный ответ: приоритетов

6. Открытого типа с определением понятия (расширенный ответ) (2 вопроса)

Дайте развернутое определение. **Вопрос 22.** Раскройте физический смысл механизма «наследования приоритетов» (*Priority Inheritance*) в мьютексах RTOS. Почему он необходим в системах жесткого реального времени? **Правильный ответ:** если задача с высоким приоритетом пытается захватить мьютекс, занятый задачей с низким приоритетом, ОС временно повышает приоритет владельца мьютекса до уровня приоритета ждущей задачи. Это необходимо, чтобы предотвратить ситуацию, когда задача среднего приоритета вытеснит владельца ресурса, тем самым бесконтрольно задерживая выполнение самой важной задачи (решение проблемы инверсии приоритетов).

Вопрос 23. Что такое «оконный сторожевой таймер» (*Window Watchdog*) и чем принцип его работы отличается от обычного независимого сторожевого таймера (*Independent Watchdog*)? **Правильный ответ:** оконный WDT сбрасывает систему не только если программа забыла его перезагрузить вовремя, но и если она попыталась сделать это слишком рано (раньше открытия временного окна). Это защищает от ситуации, когда ошибка в коде приводит к тому, что процедура обслуживания таймера вызывается слишком часто в бесконечном цикле, хотя основная логика программы при этом может быть нарушена.

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Клеймёнов, Е. В. Основы мехатроники : учебник для среднего профессионального образования / Е. В. Клеймёнов, В. А. Литвиненко. – Москва : Издательский центр «Академия», 2025. – 192 с. – ISBN 978-5-0054-1312-3. – Текст : непосредственный.

2. Кангин, В. В. Контроллеры Arduino в мобильных роботах и дронах : учебное пособие / В. В. Кангин, Е. М. Кангин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 324 с. – ISBN 978-5-9729-2451-6. – Текст : непосредственный.

7.2. Дополнительная литература

3. Иванов, В. К. Управление, моделирование и датчики мехатронных систем : учебное пособие / В. К. Иванов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 212 с. – ISBN 978-5-9729-2590-2. – Текст : непосредственный.

4. Сажнев, А. М. Микропроцессорные системы: цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. М. Сажнев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 162 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-17112-9. – URL: urait.ru

5. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Л. А. Станкевич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 495 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16241-7. — URL: <https://urait.ru/bcode/542808> (дата обращения: 14.08.2026). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Учебная аудитория оборудована:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютер для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся
- Симулятор БПЛА «AgroTechSim»

на 10 рабочих мест

- Симулятор БПЛА «DJI Simulator» на 20 рабочих мест

- Симулятор «FlightGear»

на 20 рабочих мест

- Симулятор «AirSim» на 20 рабочих мест

- Пульт дистанционного управления «RadioMaster TX12 MK2 ELRS» – 10 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI MR1SD25» – 10 шт.

- Пульт дистанционного управления «FLYSKY SM001» - 2 шт.

- Пульт дистанционного управления «BETAFPV» - 13 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI RC-N1 от DJI MAVIC MINI 2» - 1 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI FPV RC 2 от DJI AVATA» - 1 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI FPV RC

3 от DJI NEO» - 1 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI RC1B от DJI MAVIC 2 PRO» - 1 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI GL300L от DJI PHANTOM 4 MULTISPECTRAL» -

1 шт.

- VR FPV шлем «LS008D 5,8G» – 5 шт.

- VR FPV шлем «DMKR 008D PRO 5,8G» – 5 шт.

- Очки VR FPV DJI Googles N3 - 1 шт.

- Очки VR FPV DJI Googles 2 - 1 шт.

- Шлем VR BETA FPV - 10 шт.

- Видеоадаптер HDMI to AV, HDMI кабель (для подключения очков к симулятору) – 10 шт.

- Квадрокоптер DJI PHANTOM 4 MULTISPECTRAL (БВС вертолетного типа) – 1 шт

- Квадрокоптер DJI AVATA (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

- Квадрокоптер DJI NEO MOTION (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

- Квадрокоптер DJI MAVIC 2 MINI (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

- Квадрокоптер DJI MAVIC 2 PRO (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

- БПЛА смешанного типа «Titan Dynamics Cobra VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.

- БПЛА смешанного типа «Flightory SuperStingRay VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.

- БПЛА самолетного типа «Titan Dynamics Crane» (БВС самолетного типа) – 1 шт.

- БПЛА самолетного типа «SonicModel ArWingPro» (БВС самолетного типа) – 1 шт.

- Учебный Квадрокоптер ручного управления HappyModel Mobula 6 (БВС вертолетного типа) – 11 шт.

- Учебный Квадрокоптер ручного управления HappyModel Mobula 7 (БВС вертолетного типа) – 8 шт.

- Учебный Квадрокоптер ручного управления Happy Model Mobula 8 (БВС вертолетного типа) – 3 шт.

- Учебный Квадрокоптер BETA FPV CETUS LITE FPV KIT (БВС вертолетного типа) – 10 шт.

- Учебный Квадрокоптер BETAFPV CETUS LITE (WITHOUT FPV) KIT (БВС вертолетного

типа) – 3 шт.

- Комплект для самостоятельной сборки FPV 7-дюймового квадрокоптера (БВС вертолетного

типа) – 3 шт.:

1. Корпус (рама) из углеродного волокна (карбон) 7 дюймов «Mark4 7inch»
2. Видео-передатчик «VTX TS582000 5.8ГГц 2Вт»
3. Полетный контроллер «SpeedyBee F405V3 50A»
4. FPV камера «Caddx Ratel 2»
5. Радиоприемник «Bauck ELRS 2.4»
6. Складной пропеллер «DALPROP 7inch»
7. Комплект электромоторов (4шт.) «iFlight XING 2806.5 1800KV»

- Комплект для самостоятельной сборки FPV 7-дюймового квадрокоптера (БВС вертолетного типа) – 2 шт.:

1. Корпус (рама) из углеродного волокна (карбон) 7 дюймов «Mark4 7inch»;
2. Видео-передатчик «VTX TS582000 5.8ГГц 2Вт»;
3. Полетный контроллер «SpeedyBee F405V3 50A»;
4. FPV камера «Caddx Ratel 2»;
5. Радиоприемник «Bauck ELRS 2.4»;
6. Комплект Складных пропеллеров (4шт.) «DALPROP 7inch»;
7. Комплект электромоторов (4шт.) «Brotherhobby 2806.5 1920KV»

- Комплект средств и инструментов для технического обслуживания БАС - (10 шт.):

1. Термостойкий коврик для пайки и ремонта электроники
2. Паяльный набор инструментов (паяльник, набор наконечников, губка для чистки жала, проволока для пайки, пинцет, нож для снятия изоляции, припой, экстрактор припоя, подставка под паяльник, гель флюс, мультиметр, средство сухой очистки жала, средство влажной очистки жала, кусачки)

3. Набор инструментов для ремонта электроники (набор лопаток 8 шт., нож, набор магнитных отверток 8 шт., пинцет, присоска, медиатор 5 шт.)

4. Лампа настольная

5. Вентилятор настольный

6. Очки защитные

-Комплект запасных частей для - DJI PHANTOM

4 MULTISPECTRAL (БВС вертолетного типа) – 1 шт

-Комплект запасных частей для DJI AVATA (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для DJI NEO MOTION (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для DJI MAVIC 2 MINI (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для DJI MAVIC 2 PRO (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для HappyModel Mobula 6 (БВС вертолетного типа) – 11 шт.

-Комплект запасных частей для управления HappyModel Mobula 7 (БВС вертолетного типа)

– 8 шт.

-Комплект запасных частей для HappyModel Mobula 8 (БВС вертолетного типа) – 3 шт.

-Комплект запасных частей для BETA FPV CETUS LITE FPV KIT (БВС вертолетного типа)

– 10 шт.

-Комплект запасных частей для BETA FPV CETUS LITE (WITHOUT FPV) KIT (БВС вертолетного типа) – 3 шт.

- Комплект запасных частей для самосборного FPV 7-дюймового квадрокоптера – 5 шт.

- Комплект запасных частей для «Titan Dynamics Cobra VTOL» (БВС смешанного типа) – 1

шт.

- Комплект запасных частей для «Flightory SuperStingRay VTOL» (БВС смешанного типа) –

1 шт.

- Комплект запасных частей для «Titan Dynamics Crane» (БВС самолетного типа) – 1 шт.

- Комплект запасных частей для «SonicModel ArWingPro» (БВС самолетного типа) – 1 шт.

- Программное обеспечение для обработки полётной информации):

1. DJI FLY на 20 рабочих мест

2. DJI GO4 на 20 рабочих мест

3. DJI PILOT на 20 рабочих мест
4. DJI GS PRO на 20 рабочих мест
5. DJI TERRA на 20 рабочих мест
6. DJI LIGHTCUT

на 20 рабочих мест

- IMAGE COMPOSITE EDITOR на 20 рабочих мест
- WEB OPEN DRONE MAP на 20 рабочих мест
- ARDUPILOT MISSION PLANNER на 20 рабочих мест
- PIX4D CAPTURE на 20 рабочих мест
- PIX4DMATIC на 20 рабочих мест
- INAV на 20 рабочих мест
- BETAFLIGHT на 20 рабочих мест
- АВИАТОР+ на 20 рабочих мест
- СППИ на 20 рабочих мест
- НЕБОСВОД на 20 рабочих мест

- Набор круглых подвесных колец (ворот) (50см) «LDARC» для тренировок и соревнований на FPV квадрокоптерах - 10 шт.

- Аккумулятор GNB 1S LiPo 380 Mah - 30 шт.
- Аккумулятор GNB 2S LiPo 850 Mah - 5 шт.
- Аккумулятор GNB 2S LiPo 650 Mah - 2 шт.
- Аккумулятор Lipo 6S 6500Mah 60C XT60 «Youme» - 5 шт.
- Аккумулятор BETA FPV 1S LiPo 450 Mah - 12 шт.
- Аккумулятор GNB 1S LiHv 660 Mah - 10 шт.
- Зарядное устройство (67W, Type C - 2 выхода, USB-A- 2 выхода) - 10 шт.
- Зарядное устройство для 1S LiPo «ViFLY WHOOPSTAR v3» - 5 шт.
- Зарядное устройство для 2S-6S литиевых аккумуляторов «HTRC C240» - 1 шт.
- Полезная нагрузка (система сброса) для DJI MAVIC 2 PRO -1 шт.
- Смартфон SAMSUNG GALAXY A7 - 1 шт.
- Планшет IPAD MINI 7 - 1 шт.
- Монитор FPV MONITOR 5.8G - 1 шт.
- Взлётно-посадочная площадка – 2шт.

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Микропроцессорные средства в мехатронике и робототехнике**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

**Микропроцессорные средства в мехатронике и
робототехнике**

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Филиппов Михаил Владимирович

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)