



Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»

Рабочая программа учебной дисциплины

Цифровая обработка сенсорной информации

(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	4
Общее количество часов	144
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	32
– Лекционные (Л)	16
– Практические (ПЗ)	16
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	76
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.....	6
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	7
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	9
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	11
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	15
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	19
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	22

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «**Цифровая обработка сенсорной информации**» 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)):

ОПК-11. Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем

Дескрипторы компетенции:

ОПК-11.1. Способен разрабатывать алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем.

ОПК-11.2. Способен применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, применять цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем.

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)
	ОПК-11.1. Способен разрабатывать алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы	Знает: ИД 1 ОПК-11.1 Основные типы стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики и измерительной техники, их элементов и способы их применения в рамках гибких производственных систем (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ОПК-11.2 Методы алгоритмизации и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет:

	управления робототехнических систем. ОПК-11.2. Способен применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, применять цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем.	ИД 3 ОПК-11.1 Применять в рамках гибких производственных систем и робототехнических изделий основные типы стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики и измерительной техники, их элементов (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ОПК-11.2 Применять методы алгоритмизации и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ОПК-11.1 Применения в рамках гибких производственных систем и робототехнических изделий основные типы стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики и измерительной техники, их элементов (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ОПК-11.2 Применения методов алгоритмизации и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем (без привязки к профессиональному стандарту).
--	---	---

**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.	Информационные технологии	Цифровая техника и электроника
2.		Цифровые системы управления в мехатронике

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. Введение в цифровую обработку сенсорной информации.	14	2	2	10	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
2	Тема 2. Математический аппарат цифровой обработки сигналов.	14	2	2	10	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
3	Тема 3. Цифровая фильтрация сенсорных данных.	14	2	2	10	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
4	Тема 4. Слияние данных с инерциальных датчиков (<i>Sensor Fusion IMU</i>).	14	2	2	10	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
5	Тема 5. Обработка данных оптических сенсоров технического зрения.	14	2	2	10	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
6	Тема 6. Распознавание объектов и сцен методами машинного обучения.	14	2	2	10	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
7	Тема 7. Обработка дальнометрической информации (LiDAR и УЗ-сенсоры).	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
8	Тема 8. Реализация алгоритмов на микроконтроллерах STM32.	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		36				
Итого		144	16	16	76	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в цифровую обработку сенсорной информации. Классификация сенсоров мехатронных систем (позиции, силы, ИНС). Этапы преобразования аналогового сигнала: дискретизация по времени и квантование по уровню.

Тема 2. Математический аппарат цифровой обработки сигналов. Быстрое преобразование Фурье (*БПФ/FFT*), Z-преобразование. Анализ сигналов во временной и частотной областях.

Тема 3. Цифровая фильтрация сенсорных данных. Проектирование *КИХ*- и *БИХ*-фильтров. Фильтры нижних (*LPF*) и верхних (*HPF*) частот для очистки шумов энкодеров и акселерометров.

Тема 4. Слияние данных с инерциальных датчиков (*Sensor Fusion IMU*). Алгоритмы фильтра Калмана (*EKF, UKF*) и комплементарного фильтра для объединения показаний гироскопов, акселерометров и магнитометров.

Тема 5. Обработка данных оптических сенсоров технического зрения. Основы библиотеки OpenCV. Геометрические преобразования изображений, гистограммная обработка и бинаризация кадров с камеры робота.

Тема 6. Распознавание объектов и сцен методами машинного обучения. Применение сверточных нейронных сетей (*CNN/YOLO*) для детекции препятствий и захвата объектов на видеопотоке мобильного робота.

Тема 7. Обработка дальнометрической информации (*LiDAR* и *УЗ-сенсоры*). Преобразование полярных координат сканирования в декартову карту. Построение карты занятости (*Occupancy Grid Map*) методом SLAM.

Тема 8. Реализация алгоритмов на микроконтроллерах *STM32*. Оптимизация вычислений под архитектуру ARM Cortex-M. Использование библиотек CMSIS-DSP и ускорителей ART Accelerator для задач реального времени.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение в цифровую обработку сенсорной информации.
ПЗ 2	Тема 2. Математический аппарат цифровой обработки сигналов.
ПЗ 3, 4	Тема 3. Цифровая фильтрация сенсорных данных.
ПЗ 5	Тема 4. Слияние данных с инерциальных датчиков (<i>Sensor Fusion IMU</i>).
ПЗ 6, 7	Тема 5. Обработка данных оптических сенсоров технического зрения.
ПЗ 8	Тема 6. Распознавание объектов и сцен методами машинного обучения.

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. Введение в цифровую обработку сенсорной информации.	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Математический аппарат цифровой обработки сигналов.	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Цифровая фильтрация сенсорных данных.	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Слияние данных с инерциальных датчиков (<i>Sensor Fusion IMU</i>).	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Обработка данных оптических сенсоров технического зрения.	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Распознавание объектов и сцен методами машинного обучения.	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Обработка дальнометрической информации (LiDAR и УЗ-сенсоры).	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Реализация алгоритмов на микроконтроллерах STM32.	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. Введение в цифровую обработку сенсорной информации.	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Математический аппарат цифровой обработки сигналов.	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Цифровая фильтрация сенсорных данных.	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Слияние данных с инерциальных датчиков (<i>Sensor Fusion IMU</i>).	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Обработка данных оптических сенсоров технического зрения.	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Распознавание объектов и сцен методами машинного обучения.	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Обработка дальнометрической информации (<i>LiDAR</i> и <i>УЗ-сенсоры</i>).	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Реализация алгоритмов на микроконтроллерах <i>STM32</i> .	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. **Сравнительный анализ архитектуры КИХ- и БИХ-фильтров** для очистки шумов инерциальных датчиков (*IMU*) в реальном времени: вычислительная сложность, фазовые искажения и устойчивость.
2. **Реализация быстрого преобразования Фурье (БПФ/FFT)** на микроконтроллерах *STM32* с использованием библиотеки *CMSIS-DSP* для спектрального анализа вибраций мехатронных модулей.
3. **Алгоритмы автоматической настройки порогов бинаризации изображений** (метод Оцу, адаптивная пороговая обработка) для систем технического зрения роботов при изменяющейся освещенности цеха.
4. **Фильтр Калмана (*EKF*)** для навигации мобильного робота: математическая модель слияния данных колесной одометрии и 2D-лидара для коррекции накопления ошибки позиционирования.
5. **Комплементарный фильтр для стабилизации квадрокоптера:** синтез показаний *MEMS*-гироскопа и акселерометра, расчет оптимальных коэффициентов смешивания методом наименьших квадратов.
6. **Методы выделения контуров на изображении:** сравнительный анализ операторов Собеля, Превитта, Лапласа и детектора границ Кенни (*Canny*) применительно к задаче поиска направляющих линий для *AGV*.
7. **Обработка облака точек от твердотельного лидара (*LiDAR*):** алгоритмы кластеризации объектов (*DBSCAN*, *Euclidean Cluster Extraction*) для сегментации препятствий в кадре автономного погрузчика.
8. **Цифровая фильтрация зашумленных сигналов тензодатчиков** в системах взвешивания роботизированных складов: применение скользящего среднего, медианных фильтров и фильтра Баттерворта.
9. **Визуально-инерциальная одометрия (*VIO*):** методы извлечения и трекинга ключевых точек (*ORB*, *SuperPoint*) для определения собственного движения камеры без использования *GPS*.

10. **Подавление акустического эха и шума** в микрофонных массивах сервисных роботов: реализация адаптивного фильтра (*LMS/RLMS*) для голосового управления в зашумленной заводской среде.

11. **Геометрическая калибровка камер «рыбий глаз» (*Fisheye*)**: построение модели нецентральной проекции и устранение дисторсии для расширения угла обзора мобильных платформ безопасности.

12. **Оптимизация сверточных нейронных сетей (*YOLOv8/TensorRT*)** для аппаратного ускорения на NVIDIA Jetson Nano: квантование весов INT8 и использование тензорных ядер для распознавания деталей на конвейере.

13. **Анализ главных компонент (*PCA*) для снижения размерности сенсорных данных**: сжатие многоспектральных изображений или массивов данных распределенных тактильных сенсоров («искусственной кожи»).

14. **Реализация дискретного косинусного преобразования (*ДКП/DCT*)** на ПЛИС для сжатия видеопотока перед передачей по узкому каналу связи с удаленного бурового робота.

15. **Марковская локализация (*Monte Carlo Localization — MCL*)** сервисного робота в больнице: обновление набора частиц (particles) на основе данных лазерного сканера для преодоления проблемы коридорного сходства.

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 контролируемых 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. Введение в цифровую обработку сенсорной информации.	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
2	Тема 2. Математический аппарат цифровой обработки сигналов.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
3	Тема 3. Цифровая фильтрация сенсорных данных.	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
4	Тема 4. Слияние данных с инерциальных датчиков (<i>Sensor Fusion IMU</i>).	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
5	Тема 5. Обработка данных оптических сенсоров технического зрения.	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
6	Тема 6. Распознавание объектов и сцен методами машинного обучения.	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
7	Тема 7. Обработка дальнометрической информации (LiDAR и УЗ-сенсоры).	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2

8	Тема 8. Реализация алгоритмов на микроконтроллерах STM32.	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ОПК-11.1 ИД 2 ОПК-11.2 ИД 3 ОПК-11.1 ИД 4 ОПК-11.2 ИД 5 ОПК-11.1 ИД 6 ОПК-11.2
---	--	----	----	-----	--

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. **Проектирование цифрового БИХ-фильтра Баттерворта.** В среде MATLAB или Python (SciPy) рассчитать коэффициенты фильтра нижних частот 4-го порядка с частотой среза 50 Гц для очистки сигнала аналогового акселерометра от высокочастотного шума.

2. **Реализация алгоритма быстрого преобразования Фурье (FFT) на STM32.** Написание кода на CMSIS-DSP для вычисления спектра сигнала вибродатчика, закрепленного на шпинделе станка, и поиск частоты основной гармоник резонанса.

3. **Слияние данных IMU комплементарным фильтром.** Программирование микроконтроллера для чтения сырых данных гироскопа и акселерометра MPU6050, расчет угла наклона мобильного робота с компенсацией дрейфа гироскопа.

4. **Калибровка камеры технического зрения.** Выполнение процедуры калибровки по шахматной доске в OpenCV: определение матрицы внутренних параметров и коэффициентов радиальной дисторсии объектива сервисного робота.

5. **Детекция границ методом Кенни (Canny).** Обработка кадра с камеры AGV (автоматизированного транспортного средства): выделение контуров разметки пола, применение гауссовского размытия и гистерезисной пороговой обработки.

6. **Преобразование координат лидара из полярных в декартовы.** Чтение потока данных *LaserScan* из ROS-топика, построение карты препятствий в системе координат робота и визуализация облака точек в RViz.

7. **Медианный фильтр для удаления импульсных помех («соль-перец»).** Применение к изображению с датчика машинного зрения на конвейере для сохранения четкости краев деталей при подавлении случайных битых пикселей матрицы.

8. **Адаптивная бинаризация по методу Оцу.** Реализация алгоритма автоматического расчета порога для сегментации движущихся объектов на видеопотоке системы охраны периметра при изменении освещения «день-ночь».

9. **Трекинг объектов алгоритмом Лукаса — Канаде.** Оценка оптического потока между двумя последовательными кадрами видеокамеры дрона для определения направления собственного движения (*Visual Odometry*).

10. **Фильтр скользящего среднего (Moving Average) для тензодатчиков.** Программная реализация буфера FIFO на Arduino для сглаживания шумов весоизмерительной ячейки роботизированного захвата с точностью до грамма.

11. **Геометрические трансформации изображений.** Поворот, масштабирование и аффинное преобразование снимка заготовки для приведения его к эталонному виду перед поиском дефектов нейросетью.

12. **Расчет гистограммы изображения и эквализация.** Повышение контрастности инфракрасного снимка тепловизора мобильного робота-патрульного для улучшения видимости теплых объектов в тумане.
13. **Кластеризация облака точек алгоритмом DBSCAN.** Сегментация отдельных препятствий (коробок, паллет) на карте, полученной от 3D-лидара автономного штабелера, для построения траектории объезда.
14. **Дискретное косинусное преобразование (DCT) блока 8x8.** Ручная программная реализация этапа сжатия JPEG для понимания процесса отбрасывания высокочастотных коэффициентов яркостной компоненты кадра.
15. **Оценка задержки обработки сенсорного потока.** Измерение времени выполнения цикла «чтение АЦП — цифровая фильтрация — вывод ШИМ» на контроллере и проверка соблюдения ограничения жесткого реального времени ($T_{\text{cycle}} < 1T_{\text{cycle}} < 1T_{\text{cycle}} < 1 \text{ мс}$).

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. **Фильтр Калмана и его расширения (EKF, UKF) в задачах навигации мобильных роботов.** Математическая модель, этапы предсказания и коррекции на примере слияния данных одометрии и спутниковых систем.
2. **Сравнительный анализ архитектуры КИХ- и БИХ-фильтров** для обработки сигналов инерциальных измерительных модулей (IMU) в реальном времени: вычислительная сложность, фазочастотные характеристики и устойчивость.
3. **Методы цифровой фильтрации зашумленных биометрических сигналов (ЭКГ, ЭЭГ) в носимой мехатронике:** применение фильтров Баттерворта, Чебышёва и адаптивных алгоритмов (LMS).
4. **Алгоритмы извлечения ключевых точек изображения (SIFT, SURF, ORB) и их реализация на встраиваемых системах** для задачи визуальной локализации сервисного робота (Visual SLAM).
5. **Цифровая обработка сигналов матричных тепловизоров:** методы неединородной коррекции (NUC), подавление пространственного шума и повышение контрастности температурных карт.
6. **Применение нейронных сетей типа U-Net для семантической сегментации облаков точек лидаров беспилотных автомобилей:** выделение дорожной разметки, пешеходов и транспортных средств.
7. **Адаптивная фильтрация акустических сигналов** в микрофонных массивах коллаборативных роботов: алгоритмы формирования направленной диаграммы (Beamforming) и подавления эха (AEC).
8. **Вейвлет-преобразование (Wavelet Transform) как инструмент анализа нестационарных процессов.** Обнаружение кратковременных аномалий в сигналах вибродиагностики подшипников промышленных манипуляторов.
9. **Проблема дискретизации и наложения спектров (Aliasing) в робототехнических сенсорах.** Выбор частоты Найквиста при проектировании антиалиазинговых фильтров для высокоскоростных камер технического зрения.
10. **Реализация цифровых фильтров на ПЛИС (FPGA) для потоковой обработки видеоданных.** Сравнение конвейерной и последовательной архитектур при реализации медианных фильтров и операторов Собеля.
11. **Методы снижения размерности сенсорных данных:** метод главных компонент (PCA) и автоэнкодеры для сжатия информации с распределенных тактильных датчиков («искусственной кожи») протезов.
12. **Обработка сигналов радаров миллиметрового диапазона (mmWave Radar) в автомобильной мехатронике:** алгоритм «дальность-доплер» (Range-Doppler Map) и трекинг объектов в сложных метеословиях.

13. **Цифровая стабилизация видеоизображения** на борту беспилотных летательных аппаратов: определение глобального движения кадра по данным IMU и программная компенсация тряски.

14. **Оптимизация сверточных нейронных сетей (квантование весов INT8, прунинг)** для аппаратного ускорения детекции объектов на микрокомпьютерах NVIDIA Jetson и Google Coral в автономных роботах.

15. **Слияние гетерогенных сенсорных данных (Data Fusion):** архитектура построения байесовской сети доверия для объединения противоречивой информации от камеры, радара и ультразвуковых датчиков системы автопарковки.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для зачета

1. **Понятие цифрового сигнала и системы.** Дискретизация по времени и квантование по уровню. Теорема Котельникова (Найквиста — Шеннона) и эффект наложения спектров (*Aliasing*).

2. **Математическое описание дискретных сигналов.** Последовательности, дельта-функция Кронекера, единичная ступенчатая функция.

3. **Z-преобразование и его свойства.** Область сходимости, теоремы о задержке и свертке, применение для анализа линейных инвариантных к сдвигу систем.

4. **Разностное уравнение цифровой системы.** Связь между входом и выходом. Передаточная функция $H(z)$.

5. **Частотная характеристика цифровых фильтров.** Амплитудно-частотная (*АЧХ*) и фазочастотная (*ФЧХ*) характеристики. Периодичность спектра дискретного сигнала.

6. **Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ).** Условие линейности фазы. Методы синтеза: оконные функции и метод частотной выборки.

7. **Цифровые фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ).** Структуры прямой формы I и II. Основные типы аппроксимации: Баттерворта, Чебышёва (I и II рода), эллиптические фильтры.

8. **Эффект Гиббса и явление «звонка» в цифровых фильтрах.** Причины возникновения и методы подавления (использование окон с малым уровнем боковых лепестков).

9. **Быстрое преобразование Фурье (БПФ/FFT).** Алгоритмы прореживания по времени и по частоте. Вычислительная сложность и применение для спектрального анализа вибраций мехатронных модулей.

10. **Преобразование Гильберта и аналитический сигнал.** Формирование комплексной огибающей узкополосного процесса.

11. **Основы обработки изображений как двумерных сигналов.** Двумерное Z-преобразование и 2D-ДПФ. Геометрические трансформации раstra.

12. **Пространственная фильтрация изображений.** Сглаживающие фильтры (средний, гауссовский) и усиливающие резкость (лапласиан, нерезкое маскирование).

13. **Гистограммная обработка изображений.** Эквализация гистограммы и нормализация контраста для улучшения визуального качества кадров технического зрения.

14. **Частотная фильтрация изображений.** Идеальные, баттервортовские и гауссовы фильтры нижних и верхних частот в частотной области.

15. **Детекторы границ на изображении.** Операторы Собеля, Превитта, Робертса и Лапласа. Детектор границ Кенни (*Canny*): этапы немаксимального подавления и гистерезисной пороговой обработки.

16. **Слияние данных инерциальных датчиков (Sensor Fusion IMU).** Проблема дрейфа гироскопа и смещения акселерометра при оценке угла наклона.

17. **Комплементарный фильтр:** принцип работы, передаточные функции каналов высоких и низких частот, настройка коэффициентов для стабилизации квадрокоптеров.

18. **Расширенный фильтр Калмана (EKF).** Линеаризация нелинейной модели перехода и наблюдения. Применение для навигации мобильного робота (слияние одометрии и GPS/Лидара).

19. **Алгоритм одновременной локализации и построения карты (SLAM).** Байесовский подход, логарифмическая форма представления вероятности занятости ячейки сетки (*Occupancy Grid Map*).
20. **Обработка данных твердотельного лидара (LiDAR).** Преобразование из полярных координат сканирования в декартову систему отсчета робота.
21. **Кластеризация облака точек.** Алгоритмы DBSCAN и Euclidean Cluster Extraction для сегментации отдельных объектов (людей, коробок) на карте препятствий.
22. **Извлечение и дескрипторное описание ключевых точек изображения.** Принципы работы алгоритмов SIFT, SURF и ORB. Инвариантность к масштабу и повороту.
23. **Оптический поток.** Метод Лукаса — Канаде для трекинга особенностей. Оценка собственного движения камеры (*Visual Odometry*).
24. **Адаптивные цифровые фильтры.** Фильтр наименьших средних квадратов (*LMS*). Применение для подавления акустического эха в микрофонных массивах сервисных роботов.
25. **Реализация алгоритмов ЦОС на встраиваемых системах.** Оптимизация вычислений под архитектуру ARM Cortex-M. Использование библиотеки CMSIS-DSP и аппаратных ускорителей (MAC-инструкции).

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. Как называется явление искажения спектра дискретного сигнала, возникающее при частоте дискретизации меньшей, чем удвоенная верхняя частота аналогового сигнала? а) Эффект квантования; б) Эффект наложения спектров (*Aliasing*); в) Джиттер тактовой частоты; г) Динамический диапазон. **Правильный ответ: б)**

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Какой тип цифрового фильтра принципиально не может обеспечить линейную фазочастотную характеристику из-за наличия рекурсивной обратной связи? а) КИХ-фильтр (*FIR*); б) БИХ-фильтр (*IIR*); в) Медианный фильтр; г) Фильтр скользящего среднего. **Правильный ответ: б)**

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. В каком алгоритме одновременной локализации и построения карты (SLAM) состояние системы представляется набором случайных гипотез (частиц), а не одной гауссовой оценкой? а) Расширенный фильтр Калмана (*EKF-SLAM*); б) Графовый SLAM (*g2o*); в) Метод Монте-Карло (*MCL / Particle Filter*); г) Алгоритм FAST-SLAM на базе *UKF*. **Правильный ответ: в)**

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Какой оператор выделения границ использует два порога (сильный и слабый) для связывания разрывов контуров и подавления ложных срабатываний от шума? а) Оператор Собеля; б) Оператор Лапласа; в) Детектор Марра — Хилдрета; г) Детектор Кенни (*Canny Edge Detector*). **Правильный ответ: г)**

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Какое преобразование используется для эффективного вычисления свертки сигналов в частотной области благодаря свойству $\text{conv}(a,b)=\text{IDFT}(\text{DFT}(a)\cdot\text{DFT}(b))\text{conv}(a,b) = \text{IDFT}(\text{DFT}(a) \cdot \text{DFT}(b))$? а) Z-преобразование; б) Преобразование Гильберта; в) Дискретное преобразование Фурье (*ДПФ/FFT*); г) Вейвлет-преобразование. **Правильный ответ: в)**

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

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Укажите основные источники погрешностей MEMS-акселерометра, которые необходимо компенсировать цифровыми фильтрами при оценке угла наклона робота: а) Белый тепловой шум (высокочастотные флуктуации); б) Постоянный дрейф нуля (смещение смещения); в) Квантование напряжения питания процессора; г) Ошибка округления тригонометрических функций в микроконтроллере. **Правильный ответ: а), б)**

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Какие методы пространственной фильтрации изображений одновременно сглаживают шум и эффективно сохраняют резкие границы объектов? а) Линейная усредняющая маска 3x3; б) Медианный фильтр; в) Билатеральный (*Bilateral*) фильтр; г) Фильтр Гаусса с большим ядром. **Правильный ответ: б), в)**

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. При реализации адаптивного фильтра *LMS* (*Least Mean Squares*) какие параметры критически влияют на скорость сходимости и остаточную ошибку (шум адаптации)? а) Порядок трансверсального фильтра; б) Шаг адаптации (коэффициент μ или μ_i); в) Цвет корпуса датчика; г) Мощность входного опорного сигнала.

Правильный ответ: б), г)

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Выберите свойства преобразования Фурье, позволяющие реализовать быструю цифровую фильтрацию через умножение спектров: а) Свойство дистрибутивности относительно сложения; б) Теорема о свертке; в) Свойство сдвига во времени; г) Вычислительная сложность $O(N^2)O(N^2)O(N^2)$ без использования оптимизаций. **Правильный ответ: б), в)**

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Какие этапы обязательно включает в себя алгоритм детектора границ Кенни (*Canny*) после этапа градиентной обработки изображения? а) Немаксимальное подавление (*Non-maximum suppression*); б) Логарифмирование гистограммы яркости; в) Двухпороговая обработка с отслеживанием связности (*Hysteresis thresholding*); г) Применение оператора Робертса по диагонали. **Правильный ответ: а), в)**

3. На установление последовательности (5 вопросов)

Укажите правильную последовательность этапов проектирования цифрового БИХ-фильтра Баттерворта методом билинейного преобразования:

1. Переход от аналогового прототипа к цифровой передаточной функции $H(z)H(z)H(z)$;
2. Определение требований к АЧХ (частоты среза, затухания);
3. Выбор порядка фильтра NNN по формулам или номограммам;
4. Нормировка частот и расчет полюсов аналогового фильтра-прототипа.

Правильный ответ: 2-4-3-1

Укажите правильную последовательность действий комплементарного фильтра при обработке данных IMU для оценки угла тангажа:

1. Интегрирование угловой скорости гироскопа для предсказания нового угла;
2. Чтение сырых показаний акселерометра ($a_x, a_{y_a_x}, a_{y_{u_a_x}}, a_y$) и расчет статического угла;
3. Инициализация начального значения угла при старте системы;
4. Смешивание (коррекция) прогноза гироскопа со значением акселерометра взвешенной суммой. **Правильный ответ: 3-1-2-4**

Укажите правильную последовательность операций морфологической обработки бинарного изображения технического зрения для удаления одиночных «битых» пикселей:

1. Исходное зашумленное бинарное изображение;
2. Операция замыкания (*Closing*: дилатация затем эрозия);
3. Инверсия изображения (если объекты черные на белом фоне);
4. Результат — очищенное изображение сплошных областей. **Правильный ответ: 1-**

3-2-4

Укажите правильную последовательность шагов алгоритма кластеризации DBSCAN для сегментации облака точек лидара:

1. Поиск всех соседей точки PPP в радиусе ϵ ϵ ϵ ;
2. Пометка точки как «основной» (*core point*), если плотность соседей выше порога $MinPts$ $MinPts$ $MinPts$;
3. Инициализация пустого списка кластеров и обход всех непосещенных точек;
4. Объединение связанных плотностью точек в один кластер путем расширения.

Правильный ответ: 3-1-2-4

Укажите правильную последовательность этапов работы расширенного фильтра Калмана (EKF) в цикле управления роботом:

1. Обновление ковариационной матрицы ошибки состояния;
2. Предсказание состояния на основе модели движения и управляющего воздействия;
3. Коррекция предсказанного состояния по данным сенсоров (измерениям);
4. Вычисление коэффициента усиления Калмана (*Kalman Gain*). **Правильный ответ:**

2-1-4-3

4. На установление соответствия (4 вопроса)

Установите соответствие между типом структуры цифрового фильтра и его математическим описанием:

А) Трансверсальная структура (КИХ)	1) Нерекурсивное уравнение вида $y[n] = \sum b_k x[n-k]$
Б) Прямая форма I (БИХ)	2) Рекурсивное уравнение вида $y[n] = \sum b_k x[n-k] - \sum a_m y[n-m]$
В) Решетчатая структура	3) Последовательное соединение элементарных секций отражения (используется в синтезе речи)

Правильный ответ: А – 1, Б – 2, В – 3

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Борисов, А. В. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для СПО / А. В. Борисов, А. А. Шауэрман. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2024. — 143 с. — ISBN 978-5-4488-1208-8.
2. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. с англ. — Москва : ДМК Пресс, 2024. — 952 с. — ISBN 978-5-97060-178-5.

7.2. Дополнительная литература

3. Банди, А. Сенсорная интеграция. Теория и практика / А. Банди, Ш. Лейн, Э. Мюррей ; пер. с англ. — 2-е изд. — Москва : Теревинф, 2024. — 360 с. — ISBN 978-5-4212-0something.
4. Стариковский, А. И. Цифровая обработка сигналов. Часть 1 : учебное пособие / А. И. Стариковский, Н. А. Стариковская, А. Ю. Унгер. — Москва : РТУ МИРЭА, 2024. — 160 с.
5. Козлов, И. М. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. М. Козлов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 182 с. — ISBN 978-5-4488-0something.

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 «**Цифровая обработка сенсорной информации**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса 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

Цифровая обработка сенсорной информации

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Скоробогатченко Дмитрий Анатольевич

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)