

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

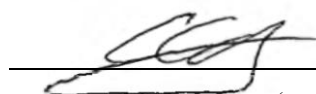
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«28» мая 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


«Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.04.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности/ специализации	Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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


(подпись, дата) 28.05.2026

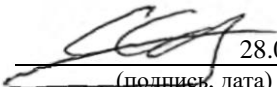
Н.В. Савельев
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«28» мая 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата) 28.05.2026

С.В. Солёный
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

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


(подпись, дата) 28.05.2026

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» направленности/специализации «Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

ПК-3 «Способен разрабатывать и применять наукоемкое алгоритмическое обеспечение для решения профессиональных задач в области профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением принципов работы сенсорных устройств, их интеграцию в мехатронные и робототехнические системы, а также методы обработки данных, получаемых от датчиков.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (3 семестр).

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

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков в применении и интеграции сенсорных систем, изучение особенностей измерений различных физических величин, оценки погрешностей измерений, обработки результатов измерений для создания интеллектуальных мехатронных и робототехнических устройств.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.В.2 владеть навыками использования алгоритмов и цифровых средств, предназначенных для анализа информации и данных
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен разрабатывать и применять наукоемкое алгоритмическое обеспечение для решения профессиональных задач в области профессиональной деятельности	ПК-3.3.1 знать основные классы наукоемких алгоритмов, их математический аппарат, методы оценки вычислительной сложности и точности для их реализации в профессиональной области ПК-3.В.1 владеть методами разработки, отладки, тестирования и оптимизации наукоемкого алгоритмического обеспечения для решения профессиональных задач

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математические методы и модели в научных исследованиях»,
- «Проектирование и эксплуатация полупроводниковых преобразователей для электромехатронных систем».

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

- «Локальные системы управления»,
- «Интеллектуальные технологии локальной навигации»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа, всего (час)	75	75
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике. Основные понятия. Тема 1.1. Типовая структурная схема информационно-измерительных систем. Тема 1.2. Основные задачи, решаемые сенсорной системой на исполнительном, тактическом и стратегическом уровнях управления. Тема 1.3. Бионические основы информационных устройств и систем.	1	4			

Раздел 2. Основы теории информации Тема 2.1. Информационные основы построения сенсорных систем. Тема 2.2. Задачи преобразования и обработки информации. Тема 2.3. Понятия сообщения и сигнала. Тема 2.4. Преобразование Фурье. Спектры сигналов. Частотный спектр случайных сигналов. Количественная оценка информации в сигнале.	4	6			
Раздел 3. Датчики информации. Тема 3.1. Понятия «Первичный преобразователь» и «Датчик информации». Тема 3.2. Классификация датчиков. Тема 3.3. Основные требования к робототехническим датчикам. Тема 3.4. Основные характеристики датчиков. Частотные характеристики датчиков. Временные характеристики датчиков.	4	6			
Раздел 4. Процесс измерений Тема 4.1. Информационная модель процесса измерений. Тема 4.2. Погрешности датчиков. Тема 4.3. Способы компенсации систематической погрешности. Тема 4.4. Способы компенсации и учёта случайной погрешности.	4	6			
Раздел 5. Обработка сигналов от датчиков Тема 5.1. Аналоговые и цифровые сигналы. Тема 5.2. Методы фильтрации шумов (аналоговые фильтры, цифровая фильтрация). Тема 5.3. АЦП и ЦАП: преобразование сигналов. Тема 5.4. Алгоритмы обработки данных (фильтр Калмана, машинное обучение для анализа данных).	4	12			
Итого в семестре:	17	34			75
Итого	17	34	0	0	75

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
-------	---

раздела	
1	<p>Раздел 1. Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике. Основные понятия.</p> <p>Тема 1.1. Лекция-беседа. Типовая структурная схема информационно-измерительных систем. Понятие информационно-измерительной системы (ИИС) и её место в контуре управления мобильным роботом. Блоки и связи типовой структурной схемы ИИС (объект, первичный преобразователь, канал связи, устройство обработки). Метрологические и функциональные характеристики элементов ИИС. Архитектуры построения сенсорных систем (централизованные, распределенные, открытые и закрытые).</p> <p>Тема 1.2. Лекция-беседа. Основные задачи, решаемые сенсорной системой на исполнительном, тактическом и стратегическом уровнях управления. Иерархическая структура систем управления мобильным роботом. Задачи исполнительного (реактивного) уровня: стабилизация, обход локальных препятствий. Задачи тактического уровня: навигация, построение локальных карт, слежение за траекторией. Задачи стратегического уровня: планирование глобального пути, принятие решений, семантический анализ среды.</p> <p>Тема 1.3. Лекция-беседа. Бионические основы информационных устройств и систем. Принципы бионики и их применение в создании робототехнических систем. Аналогия биологических органов чувств и робототехнических сенсоров (экстероцепция, проприоцепция). Биовдохновленные сенсорные системы (эхолокация, боковая линия рыб, фасеточное зрение). Нейросетевые принципы первичной обработки сенсорной информации в биологических системах.</p>
2	<p>Раздел 2. Основы теории информации</p> <p>Тема 2.1. Лекция-беседа. Информационные основы построения сенсорных систем. Понятие информации, её свойства и виды в задачах робототехники. Энтропия и избыточность сенсорных данных. Пропускная способность сенсорного канала. Теорема Шеннона. Принципы сжатия и эффективного кодирования сенсорной информации.</p> <p>Тема 2.2. Лекция-беседа. Задачи преобразования и обработки информации. Уровни обработки информации: первичная, вторичная, эвристическая. Понятие информативности признака и методы отбора информативных сигналов. Задачи синтеза и идентификации в сенсорных системах. Пространственная и временная интеграция сенсорных данных (сенсорная фузия).</p> <p>Тема 2.3. Лекция-беседа. Понятия сообщения и сигнала. Различие между сообщением, сигналом и данными. Классификация сигналов: детерминированные и случайные. Классификация сигналов: непрерывные и дискретные. Энергетические характеристики сигналов (энергия и средняя мощность).</p> <p>Тема 2.4. Лекция-беседа. Преобразование Фурье. Спектры сигналов. Частотный спектр случайных сигналов. Количественная оценка информации в сигнале. Ряд и интеграл Фурье для анализа периодических и</p>

	<p>непериодических сигналов. Амплитудный и фазовый спектры сигналов. Спектральная плотность мощности случайных процессов. Количественная оценка информации: формулы Хартли и Шеннона.</p>
3	<p>Раздел 3. Датчики информации.</p> <p>Тема 3.1. Лекция-беседа. Понятия «Первичный преобразователь» и «Датчик информации». Определения первичного преобразователя (чувствительного элемента) и датчика (по ГОСТ). Физические принципы действия чувствительных элементов (механические, электрические, магнитные, оптические). Функциональная структура датчика: чувствительный элемент, промежуточные преобразователи, выходное устройство. Различия между активными (генераторными) и пассивными (параметрическими) датчиками.</p> <p>Тема 3.2. Лекция-беседа. Классификация датчиков. Классификация датчиков по назначению (положения, скорости, усилия, расстояния и др.). Классификация датчиков по природе выходного сигнала (аналоговые, цифровые, релейные). Классификация датчиков по отношению к мобильному роботу (экстероцептивные, проприоцептивные). Классификация датчиков по типу воспринимаемой энергии (активные, пассивные).</p> <p>Тема 3.3. Лекция-беседа. Основные требования к робототехническим датчикам. Требования к метрологическим характеристикам (точность, быстродействие, разрешающая способность). Требования к массогабаритным показателям и энергопотреблению. Требования к надежности, помехоустойчивости и условиям эксплуатации. Требования к интерфейсам и совместимости с системами управления робота.</p> <p>Тема 3.4. Лекция-беседа. Основные характеристики датчиков. Частотные характеристики датчиков. Временные характеристики датчиков. Статические характеристики датчиков (функция преобразования, чувствительность, порог, гистерезис). Динамические характеристики (передаточная функция, переходная и импульсная характеристики). Частотные характеристики (АЧХ и ФЧХ) и их физический смысл. Метрологические характеристики (класс точности, вариация, нестабильность).</p>
4	<p>Раздел 4. Процесс измерений</p> <p>Тема 4.1. Лекция-беседа. Информационная модель процесса измерений. Понятие измерения, погрешности и точности в робототехнических системах. Методы измерений: прямые, косвенные, совместные, совокупные. Информационная модель измерительного канала с учетом влияющих факторов. Статистические методы описания результатов измерений.</p> <p>Тема 4.2. Лекция-беседа. Погрешности датчиков. Классификация погрешностей: систематические, случайные, грубые (промахи). Формы представления погрешностей: абсолютная, относительная, приведенная. Аддитивные и мультипликативные составляющие погрешности. Источники возникновения инструментальных, методических и субъективных</p>

	<p>погрешностей.</p> <p>Тема 4.3. Лекция-беседа. Способы компенсации систематической погрешности. Методы калибровки и тарировки датчиков. Введение поправок и корректирующих множеств. Методы измерений для исключения систематических погрешностей (замещения, противопключения, дифференциальный). Аппаратная и программная линеаризация функции преобразования.</p> <p>Тема 4.4. Лекция-беседа. Способы компенсации и учёта случайной погрешности. Многократные измерения и статистическая обработка результатов. Оценка математического ожидания и дисперсии случайной погрешности. Построение доверительных интервалов и вероятностных характеристик. Методы отбраковки грубых погрешностей (критерии Романовского, Шовене и др.).</p>
5	<p>Раздел 5. Обработка сигналов от датчиков</p> <p>Тема 5.1. Лекция-беседа. Аналоговые и цифровые сигналы. Процессы квантования сигнала по уровню и по времени. Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона) о дискретизации аналогового сигнала. Разрядность и шаг квантования. Шум квантования. Форматы представления данных в цифровых вычислительных системах (микроконтроллеры, ПЛИС).</p> <p>Тема 5.2. Лекция-беседа. Методы фильтрации шумов (аналоговые фильтры, цифровая фильтрация). Классификация фильтров (ФНЧ, ФВЧ, полосовые, режекторные). Аналоговые фильтры (RC, LC, активные фильтры на операционных усилителях). Цифровые фильтры с конечной (КИХ) и бесконечной (БИХ) импульсной характеристикой. Нелинейные методы фильтрации (медианный фильтр, скользящее среднее).</p> <p>Тема 5.3. Лекция-беседа. АЦП и ЦАП: преобразование сигналов. Архитектура и принципы работы АЦП (последовательного приближения, Sigma-Delta, параллельные). Основные параметры АЦП (время преобразования, разрешающая способность, SNR, ENOB). Архитектура ЦАП и его применение в системах управления приводами робота. Промышленные интерфейсы передачи данных от АЦП (I2C, SPI, UART, CAN).</p> <p>Тема 5.4. Лекция-беседа. Алгоритмы обработки данных (фильтр Калмана, машинное обучение для анализа данных). Базовый фильтр Калмана для оценки состояния линейных динамических систем. Расширенный фильтр Калмана (EKF) для нелинейных задач навигации. Алгоритмы сенсорной фузии (Sensor Fusion): объединение данных одометрии, IMU, лидаров и камер. Применение методов машинного обучения для распознавания образов и классификации данных датчиков.</p>

4.3. Практические занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 3					
1	Проектирование архитектуры сенсорной системы мобильного робота	Групповое занятие с использованием ПК	4	2	1
2	Анализ и оценка информационных характеристик сигналов	Групповое занятие с использованием ПК	6	3	2
3	Исследование статических и динамических характеристик датчиков	Групповое занятие с использованием ПК	6	3	3
4	Статистическая обработка результатов измерений и компенсация погрешностей	Групповое занятие с использованием ПК	6	3	4
5	Цифровая фильтрация сигналов робототехнических систем	Групповое занятие с использованием ПК	6	3	5
6	Оптимальная фильтрация и машинное обучение в анализе данных сенсоров	Групповое занятие с использованием ПК	6	3	5
Всего			34	17	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	55	55
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	75	75

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

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

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
УДК 681.5 (075.8)	Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. — 384 с.; ил. (Робототехника / Под ред. С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко)	5
УДК 330.51-7	Сырымкин В.И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике: учеб. пособие. (Серия: Интеллектуальные технические системы). – Томск: Изд-во Том. ун- та, 2016. – 524 с.	5
УДК 681.56(075)	Михеев В.П., Просандеев А.В. Датчики и детекторы: Учебное пособие. – М: МИФИ, 2007. – 172 с.	5
621.865.8: 681.586(075.8)	Юревич Е. И. Сенсорные системы в робототехнике: учебное пособие / Е.И. Юревич; М-во образования и науки Рос. Федерации, С.- Петерб. гос. политехн. ун-т. - Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2013. - 100 с.	5

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru.), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

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

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Что такое сенсорная система в контексте мехатроники и робототехники?	УК-1.В.2 ПК-3.3.1
2	Какие основные типы датчиков используются в мехатронике и робототехнике?	УК-1.В.2
3	Как работают энкодеры в робототехнике?	ПК-3.3.1
4	В чем разница между активными и пассивными датчиками?	УК-1.В.2
5	Какие преимущества имеют оптические датчики перед другими типами?	ПК-3.3.1
6	Что такое тензодатчики и где они применяются?	УК-1.В.2
7	Как устроены ультразвуковые датчики?	ПК-3.3.1
8	В чем преимущество использования LIDAR в робототехнике?	УК-1.В.2
9	Как работает система компьютерного зрения?	ПК-3.3.1
10	Как работает ультразвуковой датчик?	УК-1.В.2
11	Что такое гироскопический датчик?	ПК-3.3.1
12	Что такое IMU (инерциальная измерительная система)?	УК-1.В.2
13	Какие методы используются для обработки данных с датчиков?	ПК-3.3.1

14	Что такое лидар?	УК-1.В.2
15	Какие бывают виды тактильных датчиков?	ПК-3.3.1
16	Какие задачи решают тактильные датчики в робототехнике?	УК-1.В.2
17	Какова роль обратной связи в сенсорных системах?	ПК-3.3.1
18	Что такое фильтр Калмана и как он используется в сенсорных системах?	УК-1.В.2
19	Какие материалы используются для создания тактильных сенсоров?	ПК-3.3.1
20	Что такое сенсорный массив и где он применяется?	УК-1.В.2
21	Что такое калибровка датчиков и как она происходит?	ПК-3.3.1
22	Что такое датчик Холла и где он применяется?	УК-1.В.2
23	Какие существуют методы обработки данных сенсоров?	ПК-3.3.1
24	Что такое сенсорное слияние?	УК-1.В.2
25	Какие факторы влияют на выбор датчиков для робота?	ПК-3.3.1
26	Что такое датчик температуры и как он работает?	УК-1.В.2
27	Каковы основные вызовы при работе с сенсорными системами?	ПК-3.3.1
28	Что такое RGB-D камера и где она применяется?	УК-1.В.2
29	Какие сенсоры используются для навигации роботов?	ПК-3.3.1
30	Что такое датчик присутствия и как он работает?	УК-1.В.2

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<p>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>		
1	<p>Что такое сенсорная система?</p> <p>А) Механическая часть робота;</p> <p>Б) Программа для управления роботами;</p> <p>В) Система, преобразующая физические величины в электрические сигналы;</p> <p>Г) Устройство для обработки данных.</p>	<p>УК-1.В.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>
2	Какой тип датчика используется для измерения температуры?	<p>УК-1.В.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>

	<p>А) Гироскоп; Б) Акселерометр; В) Фоторезистор; Г) Термопара.</p>	
3	<p>Что такое магнитометр?</p> <p>А) Датчик, измеряющий температуру; Б) Датчик, измеряющий давление; В) Датчик, измеряющий магнитное поле; Г) Датчик, измеряющий влажность.</p>	<p>УК-1.В.2 ПК-4.3.2</p>
4	<p>Что такое энкодер?</p> <p>А) Датчик, измеряющий угловое положение; Б) Датчик, измеряющий температуру; В) Датчик, измеряющий свет; Г) Датчик, измеряющий давление.</p>	<p>УК-1.В.2 ПК-4.3.2</p>
5	<p>Что такое пьезоэлектрический датчик?</p> <p>А) Датчик, измеряющий температуру; Б) Датчик, измеряющий свет; В) Датчик, измеряющий давление; Г) Датчик, преобразующий механическое воздействие в электрический сигнал.</p>	<p>УК-1.В.2 ПК-4.3.2</p>
<p>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>		
6	<p>Какие типы датчиков используются для измерения расстояния до объектов?</p> <p>А) Датчики давления; Б) Инфракрасные датчики; В) Ультразвуковые датчики; Г) Датчики температуры.</p>	<p>УК-1.В.2 ПК-4.3.2</p>
7	<p>Что относится к контактным датчикам?</p> <p>А) Тактильные датчики; Б) Датчики приближения; В) Лазерные датчики; Г) Датчики усилия.</p>	<p>УК-1.В.2 ПК-4.3.2</p>
8	<p>Что характеризует разрешающую способность датчика?</p> <p>А) ; Б) ; В) ; Г) .</p>	<p>УК-1.В.2 ПК-4.3.2</p>
9	<p>Что характеризует разрешающую способность датчика?</p> <p>А) Максимальная дальность действия; Б) Скорость передачи данных; В) Минимальное изменение сигнала, которое может быть обнаружено;</p>	<p>УК-1.В.2 ПК-4.3.2</p>

	<p>1 Датчик тока</p> <p>2 Датчик напряжения</p> <p>3 Датчик мощности</p>	<p>А) Прибор для измерения разности потенциалов между двумя точками.</p> <p>Б) Датчик для измерения потребляемой мощности системы.</p> <p>В) Устройство для измерения электрического тока в цепи.</p> <p>Г) Прибор для измерения уровня шума.</p>	
<p>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>			
16	<p>Установите последовательность этапов работы сенсорной системы:</p> <p>А) Передача данных в управляющую систему;</p> <p>Б) Обработка сигналов;</p> <p>В) Сбор данных;</p> <p>Г) Преобразование сигнала в электрический формат.</p>		<p>УК-1.В.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>
17	<p>Установите последовательность этапов калибровки датчика:</p> <p>А) Сравнение выходных данных с эталонными значениями;</p> <p>Б) Корректировка ошибок;</p> <p>В) Проведение тестовых измерений;</p> <p>Г) Настройка параметров чувствительности.</p>		<p>УК-1.В.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>
18	<p>Установите последовательность этапов работы лазерного дальномера:</p> <p>А) Расчёт расстояния;</p> <p>Б) Приём отражённого сигнала;</p> <p>В) Отражение луча от поверхности объекта;</p> <p>Г) Излучение лазерного луча.</p>		<p>УК-1.В.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>
19	<p>Установите последовательность этапов работы датчика температуры:</p> <p>А) Преобразование данных в электрический сигнал;</p> <p>Б) Измерение температуры окружающей среды;</p> <p>В) Передача данных в систему управления;</p> <p>Г) Фильтрация шумов.</p>		<p>УК-1.В.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>
20	<p>Укажите порядок работы системы локации робота:</p> <p>А) Определение местоположения;</p> <p>Б) Создание карты окружения;</p> <p>В) Передача данных в систему навигации;</p> <p>Г) Сканирование окружающего пространства.</p>		<p>УК-1.В.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>
<p>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание</p>			
21	<p>Что такое сенсорная система в мехатронике?</p>		<p>УК-1.В.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>
22	<p>Какие основные типы сенсоров используются в робототехнике?</p>		<p>УК-1.В.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>
23	<p>В чем разница между абсолютным и инкрементным энкодером?</p>		<p>УК-1.В.2</p> <p>ПК-4.3.2</p>
24	<p>Какие факторы влияют на выбор сенсора для конкретной задачи?</p>		<p>УК-1.В.2</p>

		ПК-4.3.2
25	Какие проблемы возникают при интеграции сенсоров в робототехнические системы?	УК-1.В.2 ПК-4.3.2

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- лекционный материал представляется преподавателям устно;
- лекция состоит из трёх основных частей: вступительной, основной и заключительной;
- вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции;

- в основной части лекции реализуется научное содержание темы, все главные узловые вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приёмов;
- заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая её как целостное творение;
- отдельные виды лекций могут иметь свои особенности как по содержанию, так и по структуре.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Задание и требования к проведению практических занятий

Список заданий представлен в п 4.3, таблица 5. Практические занятия следует выполнять в ходе прохождения курса, внимательно разбирая представленный методический материал преподавателем, с загрузкой выполненных работ в личный кабинет обучающегося в установленные в «Личном кабинете ГУАП» сроки для каждой работы.

Структура и форма отчета практического занятия

Отчет о практическом занятии должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении практического занятия, описание процесса выполнения практического занятия, полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчета практического занятия

По каждому практическому занятию выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП (www.guar.ru) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guar.ru) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса».

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрено.

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по четырех бальной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Допуск к сдаче экзамена обучающийся получает при выполнении и сдаче не менее 80% лабораторных работ, выполненных в полном объеме, пройденному и сданному тестированию текущего контроля с оценкой не ниже «удовлетворительно», удовлетворительной посещаемости занятий.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой