

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения и  
аэрокосмической техники

 / И. Г. Дроздов /

25 09 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Интеллектуальные исполнительные устройства и датчики»

**Направление подготовки** 15.04.01 Машиностроение

**Профиль** Интеллектуальные автономные робототехнические комплексы

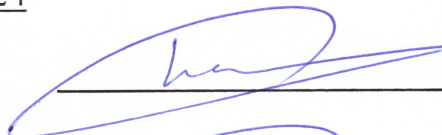
**Квалификация выпускника** магистр

**Нормативный период обучения** 2 года

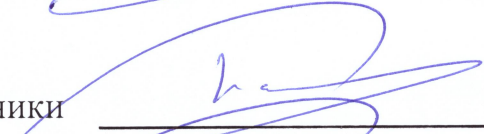
**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2024

**Автор программы**

 М. В. Паринов

**Заведующий кафедрой  
Мехатроники и робототехники**

 М. В. Паринов

**Руководитель ОПОП**

 М. В. Паринов

Воронеж 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение и практическое освоение принципов проектирования и реализации интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков для автономных робототехнических систем. В рамках дисциплины студенты изучат теоретические основы и практические методы работы с сенсорами и актуаторами, разработают алгоритмы управления и навигации, а также научатся интегрировать различные компоненты в единую робототехническую систему.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- ознакомление с ключевыми концепциями и методами проектирования систем управления, включая использование сенсоров, планирование траекторий и алгоритмы навигации;
- изучение современных методов машинного обучения и их применения в системах управления роботами;
- разработка и реализация алгоритмов управления и навигации для автономных роботов;
- практическое освоение методов интеграции сенсоров и исполнительных механизмов в робототехнические системы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Интеллектуальные исполнительные устройства и датчики» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Интеллектуальные исполнительные устройства и датчики» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен разрабатывать проектные решения для автономных робототехнических комплексов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать: - основные принципы работы интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков. - современные технологии и компоненты, используемые в автономных робототехнических комплексах. - методы проектирования и разработки исполнительных устройств и сенсорных систем. - стандарты и протоколы взаимодействия между компонентами робототехнических систем. - основы программирования и алгоритмов, используемых в интеллектуальных системах.

	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать проектные решения для автономных робототехнических комплексов, учитывая особенности работы интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков.</li> <li>- анализировать и оптимизировать работу исполнительных устройств и сенсорных систем в составе робототехнических комплексов.</li> <li>- применять современные технологии и инструменты для моделирования и симуляции работы интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков.</li> <li>- разрабатывать алгоритмы управления и обработки данных для обеспечения автономности робототехнических комплексов.</li> <li>- проводить тестирование и отладку проектных решений, включая настройку и калибровку датчиков и исполнительных устройств.</li> </ul>
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными инструментами и программными средствами для проектирования интеллектуальных исполнительных устройств и сенсорных систем.</li> <li>- методами анализа и синтеза схем управления для автономных робототехнических комплексов.</li> <li>- техниками интеграции различных компонентов робототехнических систем, обеспечивая их надежную и эффективную работу.</li> <li>- практическими приемами и методиками настройки и калибровки датчиков и исполнительных устройств для достижения требуемых показателей производительности и точности.</li> <li>- способностью применять полученные знания и умения для решения практических задач в области разработки и эксплуатации автономных робототехнических комплексов.</li> </ul>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Интеллектуальные исполнительные устройства и датчики» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	74	28	46
<b>В том числе:</b>			

Лекции	20	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	54	18	36
<b>Самостоятельная работа</b>	70	26	44
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	54	126
зач.ед.	5	1.5	3.5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Принципы работы и виды датчиков	Физические принципы работы различных типов датчиков (оптические, ультразвуковые, магнитные и т.д.). Датчики положения, скорости, ускорения и силы. Датчики окружающей среды (температуры, влажности, газа и т.д.). Методы и средства калибровки датчиков.	4	10	10	24
2	Интеллектуальные исполнительные устройства	Классификация исполнительных устройств: актуаторы, приводы, моторы. Принципы работы электромеханических, пневматических и гидравлических исполнительных устройств. Управление исполнительными устройствами: алгоритмы и методы. Особенности использования исполнительных устройств в автономных роботах.	4	10	12	26
3	Проектирование сенсорных систем	Основы проектирования сенсорных систем для робототехнических комплексов. Методы интеграции датчиков в общую систему управления. Обработка данных, получаемых с датчиков: фильтрация, слияние данных.	4	10	12	26
4	Алгоритмы и программирование для интеллектуальных систем	Основы алгоритмов управления для автономных робототехнических комплексов. Программные средства для разработки алгоритмов: обзор языков программирования и сред разработки. Методы машинного обучения и их применение в интеллектуальных системах.	4	8	12	24
5	Тестирование и отладка робототехнических систем	Методы и инструменты тестирования интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков. Процедуры отладки и оптимизации систем управления. Полевые испытания и лабораторные тесты. Анализ и устранение ошибок в робототехнических системах.	2	8	12	22
6	Современные тенденции и перспективы развития	Новые технологии и компоненты в области интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков. Перспективные направления исследований и разработок. Влияние новых технологий на проектирование и эксплуатацию автономных робототехнических комплексов.	2	8	12	22
<b>Итого</b>			<b>20</b>	<b>54</b>	<b>70</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование принципов работы различных типов датчиков. Включает в себя изучение и экспериментальную проверку работы различных типов датчиков: оптических, ультразвуковых, магнитных и т.д.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

- а) Освоить принципы работы различных типов датчиков.
- б) Провести калибровку датчиков и настроить их параметры для выполнения конкретных задач.
- в) Выполнить экспериментальные измерения с использованием датчиков.

Оформить полученные данные в виде отчета.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

2. Разработка и настройка ПИД-контроллера для управления электромеханическим актуатором. Включает в себя проектирование и настройку ПИД-контроллера для управления электромеханическим актуатором.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

- а) Освоить принципы проектирования ПИД-контроллеров.
- б) Настроить параметры контроллера для управления движением актуатора.
- в) Провести тестирование контроллера в лабораторных условиях.

Оформить полученные результаты и выводы в виде отчета.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

3. Моделирование сенсорной системы для автономного робота. Включает в себя разработку и моделирование сенсорной системы, состоящей из нескольких датчиков, для автономного робота.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

- а) Освоить методы интеграции датчиков в сенсорные системы.
- б) Смоделировать работу сенсорной системы в среде симуляции.
- в) Провести тестирование и отладку сенсорной системы.

Оформить отчет с результатами моделирования и выводами.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

4. Разработка алгоритмов обработки данных с датчиков. Включает в себя разработку алгоритмов фильтрации и обработки данных, получаемых с различных типов датчиков.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

- а) Освоить методы обработки данных с датчиков.
- б) Реализовать алгоритмы фильтрации и обработки данных.
- в) Провести тестирование алгоритмов на реальных данных.

Подготовить отчет с описанием алгоритмов и результатами тестирования.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный

отчет и задаются контрольные вопросы.

5. Интеграция исполнительных устройств в робототехническую систему. Включает в себя проектирование и интеграцию различных исполнительных устройств в робототехническую систему.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

а) Изучить методы проектирования исполнительных устройств.

б) Разработать и интегрировать исполнительные устройства в общую систему.

в) Провести тестирование интегрированной системы.

Оформить отчет с результатами проектирования и интеграции.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

6. Тестирование и отладка интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков. Включает в себя комплексное тестирование и отладку интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

а) Освоить методы тестирования и отладки робототехнических систем.

б) Провести тестирование и выявить возможные ошибки в системе.

в) Выполнить отладку и оптимизацию работы системы.

Подготовить отчет с результатами тестирования и отладки.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

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

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-1	знать: - основные принципы работы интеллектуальных исполнительных устройств и	Проверочная работа, лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих

	<p>датчиков.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные технологии и компоненты, используемые в автономных робототехнических комплексах.</li> <li>- методы проектирования и разработки исполнительных устройств и сенсорных систем.</li> <li>- стандарты и протоколы взаимодействия между компонентами робототехнических систем.</li> <li>- основы программирования и алгоритмов, используемых в интеллектуальных системах.</li> </ul>		<p>программах</p>	<p>программах</p>
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать проектные решения для автономных робототехнических комплексов, учитывая особенности работы интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков.</li> <li>- анализировать и оптимизировать работу исполнительных устройств и сенсорных систем в составе робототехнических комплексов.</li> <li>- применять современные технологии и инструменты для моделирования и симуляции работы интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков.</li> <li>- разрабатывать алгоритмы управления и обработки данных для обеспечения автономности робототехнических комплексов.</li> <li>- проводить тестирование и отладку проектных решений, включая настройку и калибровку датчиков и исполнительных устройств.</li> </ul>	<p>Проверочная работа, лабораторные работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными инструментами и программными средствами для проектирования интеллектуальных исполнительных устройств и сенсорных систем.</li> <li>- методами анализа и синтеза схем управления для автономных робототехнических комплексов.</li> <li>- техниками интеграции</li> </ul>	<p>Проверочная работа, лабораторные работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	<p>различных компонентов робототехнических систем, обеспечивая их надежную и эффективную работу.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- практическими приемами и методиками настройки и калибровки датчиков и исполнительных устройств для достижения требуемых показателей производительности и точности.</li> <li>- способностью применять полученные знания и умения для решения практических задач в области разработки и эксплуатации автономных робототехнических комплексов.</li> </ul>			
--	--	--	--	--

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3, 4 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы работы интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков.</li> <li>- современные технологии и компоненты, используемые в автономных робототехнических комплексах.</li> <li>- методы проектирования и разработки исполнительных устройств и сенсорных систем.</li> <li>- стандарты и протоколы взаимодействия между компонентами робототехнических систем.</li> <li>- основы программирования и алгоритмов, используемых в интеллектуальных системах.</li> </ul>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать проектные решения для автономных робототехнических комплексов, учитывая особенности работы интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков.</li> <li>- анализировать и оптимизировать работу исполнительных устройств и сенсорных систем в составе робототехнических комплексов.</li> <li>- применять современные технологии и инструменты для моделирования и симуляции работы интеллектуальных исполнительных устройств и датчиков.</li> <li>- разрабатывать алгоритмы управления и обработки данных для обеспечения автономности робототехнических комплексов.</li> <li>- проводить тестирование и отладку проектных решений, включая настройку и калибровку датчиков и исполнительных устройств.</li> </ul>	<p>Решение стандартных практических задач</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>
<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными инструментами и программными средствами для проектирования интеллектуальных исполнительных устройств и сенсорных систем.</li> <li>- методами анализа и синтеза схем управления для автономных робототехнических комплексов.</li> </ul>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

<p>- техниками интеграции различных компонентов робототехнических систем, обеспечивая их надежную и эффективную работу.</p> <p>- практическими приемами и методиками настройки и калибровки датчиков и исполнительных устройств для достижения требуемых показателей производительности и точности.</p> <p>- способностью применять полученные знания и умения для решения практических задач в области разработки и эксплуатации автономных робототехнических комплексов.</p>					
--	--	--	--	--	--

**7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

**7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

1. Какой из перечисленных датчиков является оптическим?

- a) Термопара
- b) Лидар
- c) Акселерометр
- d) Гироскоп

2. Какой принцип работы лежит в основе ультразвуковых датчиков?

- a) Измерение магнитного поля
- b) Отражение световых волн
- c) Измерение времени задержки звуковых волн
- d) Измерение электрического сопротивления

3. Какой тип актуатора используется для приведения в движение жидкостей?

- a) Электромеханический
- b) Пневматический
- c) Гидравлический
- d) Пьезоэлектрический

4. Какой алгоритм обработки данных является наиболее подходящим для фильтрации шума в сигнале?

- a) Быстрое преобразование Фурье (FFT)
- b) Фильтр Калмана
- c) Метод Монте-Карло
- d) Регрессия наименьших квадратов

5. Какой параметр ПИД-контроллера отвечает за уменьшение ошибки по интегралу?

- a) Пропорциональный коэффициент (P)
- b) Интегральный коэффициент (I)
- c) Дифференциальный коэффициент (D)
- d) Ускорительный коэффициент (A)

6. Какой протокол передачи данных часто используется в сенсорных сетях?

- a) HTTP
- b) FTP
- c) MQTT
- d) SMTP

7. Какая из следующих характеристик описывает точность датчика?

- a) Диапазон измерений
- b) Разрешение
- c) Чувствительность
- d) Линейность

8. Какой метод интеграции данных с нескольких датчиков позволяет учесть их взаимозависимость?

- a) Прямое суммирование
- b) Фильтрация методом наименьших квадратов
- c) Метод доверительных интервалов
- d) Алгоритм слияния данных (data fusion)

9. Какой из следующих алгоритмов часто используется для распознавания объектов на изображении?

- a) Линейная регрессия
- b) K-средних
- c) Глубокие сверточные нейронные сети (CNN)
- d) Алгоритм ближайших соседей (k-NN)

10. Какой тип датчика может быть использован для измерения углового положения?

- a) Гироскоп
- b) Барометр
- c) Тензометр

d) Лидар

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какой метод оптимизации используется для настройки коэффициентов ПИД-контроллера?
  - a) Метод наименьших квадратов
  - b) Метод проб и ошибок
  - c) Метод Ziegler-Nichols
  - d) Метод Монте-Карло
  
2. Какой из следующих датчиков используется для измерения силы?
  - a) Лазерный дальномер
  - b) Тензометр
  - c) Магнитометр
  - d) Акселерометр
  
3. Какой тип сенсорных данных требует применения фильтрации по Фурье?
  - a) Статические данные
  - b) Шумные данные
  - c) Данные с высоким разрешением
  - d) Данные с низким разрешением
  
4. Какой тип датчика часто используется для измерения уровня жидкости в резервуаре?
  - a) Оптический датчик
  - b) Ультразвуковой датчик
  - c) Гироскоп
  - d) Термопара
  
5. Какой из алгоритмов лучше всего подходит для управления роботом в динамической среде?
  - a) Прямое управление
  - b) Обратная кинематика
  - c) Обучение с подкреплением
  - d) Пропорционально-интегрально-дифференциальное (ПИД) управление
  
6. Какой датчик используется для измерения линейного ускорения?
  - a) Гироскоп
  - b) Акселерометр
  - c) Магнитометр
  - d) Барометр
  
7. Какой параметр сенсора определяет его способность различать минимальные изменения измеряемой величины?
  - a) Точность

- b) Чувствительность
- c) Разрешение
- d) Динамический диапазон

8. Какой протокол передачи данных часто используется для взаимодействия между микроконтроллерами и периферийными устройствами?

- a) I2C
- b) HTTP
- c) FTP
- d) SMTP

9. Какой из методов управления наиболее эффективен для стабилизации сложных нелинейных систем?

- a) Прямое управление
- b) Обратная кинематика
- c) Пропорционально-интегрально-дифференциальное (ПИД) управление
- d) Линейно-квадратичное управление (LQR)

10. Какой тип датчика часто используется для обнаружения препятствий перед роботом?

- a) Температурный датчик
- b) Лидар
- c) Барометр
- d) Гироскоп

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какой алгоритм машинного обучения наиболее часто используется для классификации данных?

- a) Линейная регрессия
- b) Дерево решений
- c) Метод главных компонент (PCA)
- d) Градиентный бустинг

2. Какой тип актуатора используется для создания вращательного движения?

- a) Линейный привод
- b) Гидравлический цилиндр
- c) Электродвигатель
- d) Пьезоэлектрический элемент

3. Какой метод используется для улучшения точности измерений датчиков путем учета их систематических погрешностей?

- a) Фильтр Калмана
- b) Фильтр Баттерворта
- c) Калибровка

d) Линейная аппроксимация

4. Какой тип датчика измеряет изменения магнитного поля?
- a) Тензометр
  - b) Гироскоп
  - c) Магнитометр
  - d) Акселерометр
5. Какой алгоритм используется для предсказания временных рядов?
- a) Линейная регрессия
  - b) Дерево решений
  - c) Рекуррентные нейронные сети (RNN)
  - d) Метод k-средних
6. Какой из следующих параметров важен при выборе датчика для измерения высоких температур?
- a) Линейность
  - b) Точность
  - c) Чувствительность
  - d) Диапазон измерений
7. Какой метод используется для управления автономным роботом с учетом неопределенностей в его окружении?
- a) Прямое управление
  - b) Обратная кинематика
  - c) Метод вероятностного представления (POMDP)
  - d) Линейно-квадратичное управление (LQR)
8. Какой из датчиков измеряет относительную влажность воздуха?
- a) Барометр
  - b) Гигрометр
  - c) Пирометр
  - d) Гироскоп
9. Какой метод используется для объединения информации от нескольких датчиков с целью повышения точности измерений?
- a) Прямое суммирование данных
  - b) Фильтрация методом наименьших квадратов
  - c) Алгоритм слияния данных (data fusion)
  - d) Нормализация данных
10. Какой тип привода наиболее подходит для точного позиционирования в робототехнических системах?
- a) Пневматический привод
  - b) Гидравлический привод
  - c) Шаговый двигатель
  - d) Постоянный магнитный двигатель (BLDC)

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Опишите основные принципы работы оптических датчиков и приведите примеры их применения в робототехнике.
2. Какие методы используются для калибровки датчиков? Объясните процесс калибровки на примере гироскопа.
3. Расскажите о различных типах актуаторов и их применении в автономных робототехнических комплексах.
4. Опишите структуру и основные компоненты ПИД-контроллера. Как изменяются характеристики системы при изменении каждого из коэффициентов (P, I, D)?
5. Объясните, что такое фильтр Калмана и как он используется для обработки данных с датчиков. Приведите пример применения фильтра Калмана в робототехнике.
6. Какие протоколы передачи данных используются в сенсорных сетях? Сравните протоколы I2C и SPI по их характеристикам и областям применения.
7. Опишите процесс интеграции сенсоров в робототехническую систему. Какие проблемы могут возникнуть при интеграции и как их можно решить?
8. Что такое алгоритмы слияния данных (data fusion)? Объясните их значение и применение в робототехнических системах.
9. Расскажите о методах машинного обучения, используемых для распознавания объектов в изображениях. Как работают сверточные нейронные сети (CNN)?
10. Объясните принцип работы и области применения ультразвуковых датчиков в робототехнике. Какие преимущества и недостатки они имеют?
11. Как реализуется управление роботом с помощью ПИД-контроллера? Приведите примеры использования ПИД-контроллера в робототехнических системах.
12. Опишите основные типы сенсоров, используемых для измерения положения и ориентации робота. Как они работают и где применяются?
13. Как фильтрация по Фурье применяется для обработки данных с датчиков? Приведите пример использования этого метода.
14. Какие алгоритмы управления применяются для стабилизации динамических систем? Сравните ПИД-контроллер и линейно-квадратичное управление (LQR).
15. Что такое алгоритмы обучения с подкреплением? Объясните их применение для управления автономными робототехническими системами.
16. Какие типы датчиков используются для измерения силы и крутящего момента? Объясните принцип работы и области применения тензометров.
17. Объясните, что такое рекуррентные нейронные сети (RNN) и как они используются для анализа временных рядов. Приведите пример их

применения.

18. Какие параметры датчиков определяют их точность и чувствительность? Как эти параметры влияют на выбор датчика для конкретного применения?

19. Расскажите о методах обработки данных с датчиков для устранения шума и повышения точности измерений. Приведите примеры таких методов.

20. Какие типы приводов используются для управления движением роботов? Сравните электромеханические и пневматические приводы по их характеристикам и применению.

21. Как протокол MQTT используется для передачи данных в сенсорных сетях? Какие преимущества и недостатки он имеет?

22. Опишите процесс тестирования и отладки робототехнических систем. Какие инструменты и методы используются для этих целей?

23. Какие современные технологии и компоненты используются в интеллектуальных исполнительных устройствах? Приведите примеры их применения.

24. Объясните, что такое алгоритмы обработки сигналов и как они применяются для анализа данных с датчиков. Приведите примеры таких алгоритмов.

25. Как реализуется управление автономным роботом с использованием методов машинного обучения? Приведите примеры конкретных алгоритмов и их применение.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. **Оценка «Неудовлетворительно»** ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. **Оценка «Удовлетворительно»** ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. **Оценка «Хорошо»** ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. **Оценка «Отлично»** ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Принципы работы и виды датчиков	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
2	Интеллектуальные исполнительные устройства	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
3	Проектирование сенсорных систем	ПК-1	Тест, защита

			лабораторных работ
4	Алгоритмы и программирование для интеллектуальных систем	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
5	Тестирование и отладка робототехнических систем	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
6	Современные тенденции и перспективы развития	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Иванов С.В. Интеллектуальные сенсоры и системы управления / С.В. Иванов. М.: Техносфера, 2018. 298 с.

2. Петров А.А., Смирнов В.В. Приводы и актуаторы для робототехнических систем / А.А. Петров, В.В. Смирнов. М.: Издательство "Мир", 2015. 376 с.

3. Сидоров Б.В. Датчики и сенсорные системы в робототехнике / Б.В. Сидоров. СПб.: Политехника, 2017. 344 с.

4. Козлов Д.И. Обработка данных с датчиков в робототехнических системах / Д.И. Козлов. М.: Физматлит, 2016. 320 с.

5. Морозов А.Н. Программирование и управление роботами / А.Н. Морозов. СПб.: БХВ-Петербург, 2019. 412 с.

6. Тимофеев Е.Г. Теория автоматического управления для робототехнических систем / Е.Г. Тимофеев. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 368 с.

7. Воробьев В.М. Современные методы и технологии в робототехнике / В.М. Воробьев. М.: Лаборатория знаний, 2020. 288 с.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при**

осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

MATLAB и Simulink.

LabVIEW.

SolidWorks.

Autodesk Inventor.

Coursera и edX.

GitHub.

Поисковая система Google.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Учебные лаборатории:

- “Сенсорные системы и интеллектуальные исполнительные устройства”;
- “Интеллектуальные системы управления и обработки данных с датчиков”.

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.

Кабинеты, оборудованные проекторами и интерактивными досками.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Интеллектуальные исполнительные устройства и датчики» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним

	необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--