



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

10.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки (специальность)
15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Искусственный интеллект в робототехнике

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1023)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники

17.01.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой



А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

10.02.2023 г. протокол № 7

Председатель



В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук



О.С. Малахов

Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО «ММК» по электроприводу, канд. техн. наук



А.Ю. Юдин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Получение знаний об аппаратных средствах, применяемых при построении интеллектуальных робототехнических систем; изучение основных типов и технических характеристик интеллектуальных датчиков и исполнительных элементов интеллектуальных робототехнических систем; основных цифровых и аналоговых интерфейсов, используемых в интеллектуальных робототехнических системах.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Аппаратное обеспечение робототехнических систем входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин отсутствуют.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная практика, преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Аппаратное обеспечение робототехнических систем» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен использовать современные технологии обработки информации, технические средства и вычислительную технику, инструментарий для разработки и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов, распознавания образов и идентификации зрительных объектов, при проектировании и конструировании робототехнических систем
ПК-3.1	Знает: современные способы и технические средства для обработки информации; программируемые контроллеры, применяемые при организации гибких производственных систем; организацию машинного зрения в робототехнических системах; устройство промышленных роботов, структуру и конструкции основных блоков интеллектуальной робототехнической системы: силомоментного оучувствления, технического зрения, ориентации в пространстве, курсовых систем; основные типы и принцип работы интеллектуальных датчиков и исполнительных элементов интеллектуальной робототехнической системы; основные используемые цифровые и аналоговые интерфейсы в интеллектуальных робототехнических системах; современные проектно- конструкторские решения при создании робототехнических устройств, систем и комплексов
ПК-3.2	Умеет: применять современные способы и технические средства для обработки информации; запрограммировать контроллеры, применяемые при организации гибких производственных систем; применять машинное зрение в робототехнических системах; анализировать основные блоки интеллектуальных робототехнических систем; формировать требования к компонентам

	<p>интеллектуальной робототехнической системы, включая датчики информации и микропроцессорные устройства управления; осуществлять обоснованный выбор оптимально подходящих технических средств для реализации интеллектуальной робототехнической системы; применять интеллектуально-информационные технологии для автоматизации расчетов; использовать программное обеспечение для моделирования интеллектуальных робототехнических систем.; эффективно использовать современные технические решения при реализации информационного, программного и технического обеспечения роботов- манипуляторов</p>
ПК-3.3	<p>Имеет практический опыт: применения современных способов и технических средств для обработки информации; программирования контроллеров, применяемых при организации гибких производственных систем; применения машинного зрения в робототехнических системах; формирования требований к компонентам интеллектуальных робототехнических систем, включая информационно-измерительные и исполнительные элементы, устройства обработки, вычисления и управления; выбора технических средств для требуемой интеллектуальной робототехнической системы с учетом технической сложности и сроков реализации; применения современных инфокоммуникационных технологий при проектировании и конструировании робототехнических систем</p>

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 67,9 академических часов;
- аудиторная – 64 академических часов;
- внеаудиторная – 3,9 академических часов;
- самостоятельная работа – 112,4 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Структура интеллектуальных робототехнических систем. Системы искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей								
1.1 Введение в дисциплину. Классификация промышленных роботов. Структурное построение интеллектуальной робототехнической системы. Принципиальное устройство промышленного робота. Основные понятия и определения. Структура манипуляторов.	1	2			6	Чтение литературы	Устный опрос	ПК-3.1, ПК-3.2
1.2 Современные инструментальные средства и системы программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей. Принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта. Применение моделей на основе нечеткой логики в системах искусственного интеллекта.		2			6	Чтение литературы	Устный опрос	ПК-3.1, ПК-3.2

Итого по разделу	4			12			
2. Информационно-измерительные элементы интеллектуальных робототехнических систем							
2.1 Датчики очувствления. Индуктивные датчики. Датчики Холла. Емкостные датчики. Ультразвуковые датчики. Оптические датчики измерения в ближней зоне. Тактильные датчики. Дискретные пороговые датчики. Аналоговые датчики. Элементы датчика схвата, встроенного в запястье. Внутренние датчики информации о состоянии рабочих органов робота.	2			6	Чтение литературы	Устный опрос	ПК-3.1, ПК-3.2
2.2 Кинестетические датчики. Датчики положения и перемещения. Резистивные датчики положения. Электромагнитные датчики положения. Измерение скорости и других динамических факторов.	2	2	2	6	Чтение литературы Подготовка к лабораторной работе №1	Защита лабораторной работы №1	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.3 Тактильные системы очувствления. Назначение тактильных датчиков и их 2 классификация.	2			6	Чтение литературы	Устный опрос	ПК-3.1, ПК-3.2
2.4 Системы тактильного типа. Системы силомоментного очувствления. Назначение силомоментных датчиков. Технические характеристики и особенности их применения. Многокомпонентные силомоментные датчики.	2	2	2	8	Чтение литературы Подготовка к лабораторной работе №2	Защита лабораторной работы №2	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.5 Системы технического зрения. Видеодатчики. Восприятие изображения, предварительная обработка, распознавание. Принципы построения моделей глубоких нейронных сетей и глубокого машинного обучения.	2	2	2	10	Чтение литературы Подготовка к лабораторной работе №3	Защита лабораторной работы №3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.6 Локационные системы очувствления. Локационные датчики и их назначение. Классификация, принцип действия, обобщенная структура.	2	2	2	10	Чтение литературы Подготовка к лабораторной работе №4	Защита лабораторной работы №4	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу	12	8	8	46			

3. Исполнительные элементы интеллектуальных робототехнических систем								
3.1 Приводы промышленных роботов. Пневматические, электрические, гидравлические, электрогидравлические, комбинированные приводы, микроприводы.	1	6	4	4	12	Чтение литературы Подготовка к лабораторным работам №5,6	Защиты лабораторных работ №5,6	ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.2
Итого по разделу		6	4	4	12			
4. Цифровые и аналоговые интерфейсы								
4.1 Аналоговые интерфейсы. Виды аналоговых интерфейсов. Преобразования рабочих диапазонов датчиков и считывающих элементов.	1	2			8	Чтение литературы	Устный опрос	ПК-3.1, ПК-3.2
4.2 Цифровые интерфейсы. Виды цифровых интерфейсов. Интерфейсы RS-232, RS-485, RS-422. CAN-шина, Modbus, ProfiBUS, HART.		2	2	2	10	Чтение литературы Подготовка к лабораторной работе №7	Защита лабораторной работы №7	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		4	2	2	18			
5. Устройства управления, обработки и вычисления								
5.1 Формирование требований к программируемым логическим контроллерам для управления интеллектуальными робототехническими системами	1	6	2	2	20	Чтение литературы Подготовка к лабораторной работе №8	Защита лабораторной работы №8	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		6	2	2	20			
6. Контроль								
6.1 Экзамен	1				4,4	Подготовка к экзамену		
Итого по разделу					4,4			
Итого за семестр		32	16	16	112,4		экзамен	
Итого по дисциплине		32	16	16	112,4		экзамен	

5 Образовательные технологии

Лекции проходят в традиционной форме и в форме лекций-консультаций. На лекциях-консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При выполнении лабораторных работ студенты учатся практическим навыками проектирования и моделирования устройств, рассмотренных на лекционных занятиях. При защите лабораторных работ перед студентами ставятся задачи, требующие логического мышления, принципа обобщения и сопоставления.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на лабораторных занятиях, при подготовке к итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168366> (дата обращения: 04.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Лозовецкий, В. В. Робототехнические комплексы — средства автоматизации технологических процессов и производств лесной промышленности : учебник для вузов / В. В. Лозовецкий, Е. Г. Комаров ; под редакцией В. В. Лозовецкого. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 568 с. — ISBN 978-5-8114-6943-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153691> (дата обращения: 04.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Аппаратное обеспечение робототехнических систем"

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
--	-----------------------	-----------

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Аппаратное обеспечение робототехнических систем» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает ответы на вопросы на практических занятиях при защите работ.

Примерные вопросы для устного опроса и защиты лабораторных работ и экзамена:

1. Какие виды промышленных роботов вам известны?
2. Что такое «интеллектуальная робототехническая система»?
3. Приведите основные узлы промышленного робота.
4. Общая структура манипулятора. Составляющие и их назначение.
5. Что такое «нейронная сеть»?
6. Какие инструментальные средства и системы программирования моделей нейронных сетей вы знаете?
7. Методология создания систем искусственного интеллекта.
8. Понятие «нечеткой логики». Применение в системах искусственного интеллекта.
9. Назначение и виды датчиков осязания.
10. Принцип действия и характеристики индуктивных датчиков.
11. Принцип действия и характеристики датчиков Холла.
12. Принцип действия и характеристики емкостных датчиков.
13. Принцип действия и характеристики ультразвуковых датчиков.
14. Принцип действия и характеристики оптических датчиков.
15. Принцип действия и характеристики тактильных датчиков.
16. Принцип действия и характеристики дискретных пороговых датчиков.
17. Принцип действия и характеристики кинестетических датчиков.
18. Виды и принципы действия датчиков положения и перемещения.
19. Принцип действия и характеристики резистивных датчиков положения.
20. Принцип действия и характеристики электромагнитных датчиков положения.
21. Принципы измерения скорости и других динамических факторов.

22. Назначение тактильных датчиков и их классификация.
23. Системы силомоментного оцувствления.
24. Многокомпонентные силометрические датчики.
25. Системы технического зрения. Видеодатчики.
26. Системы технического зрения. Восприятие изображения.
27. Локационные системы оцувствления.
28. Локационные датчики и их назначение.
29. Классификация и принципы действия локационных датчиков.
30. Приводы промышленных роботов. Виды и применение.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<i>ПК-3: Способен использовать современные технологии обработки информации, технические средства и вычислительную технику, инструментарий для разработки и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов, распознавания образов и идентификации зрительных объектов, при проектировании и конструировании робототехнических систем</i>		
ПК-3.1	Знает: современные способы и технические средства для обработки информации; программируемые контроллеры, применяемые при организации гибких производственных систем; организацию машинного зрения в робототехнических системах; устройство промышленных роботов, структуру и конструкции основных блоков интеллектуальной робототехнической системы: силомоментного оучувствления, технического зрения, ориентации в пространстве, курсовых систем; основные типы и принцип работы интеллектуальных датчиков и исполнительных элементов интеллектуальной робототехнической системы; основные используемые цифровые и аналоговые интерфейсы в интеллектуальных робототехнических системах; современные проектно-конструкторские решения при создании робототехнических устройств, систем и комплексов	<p>Вопросы для устного опроса и защиты лабораторных работ и экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие виды промышленных роботов вам известны? 2. Что такое «интеллектуальная робототехническая система»? 3. Приведите основные узлы промышленного робота. 4. Общая структура манипулятора. Составляющие и их назначение. 5. Что такое «нейронная сеть»? 6. Какие инструментальные средства и системы программирования моделей нейронных сетей вы знаете? 7. Методология создания систем искусственного интеллекта. 8. Понятие «нечеткой логики». Применение в системах искусственного интеллекта. 9. Назначение и виды датчиков оучувствления. 10. Принцип действия и характеристики индуктивных датчиков.
ПК-3.2	Умеет: применять современные способы и технические средства для обработки информации; программировать контроллеры, применяемые при организации гибких производственных систем;	<p>Вопросы для устного опроса и защиты практических работ и экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Принцип действия и характеристики датчиков Холла. 12. Принцип действия и характеристики емкостных датчиков. 13. Принцип действия и

	<p>применять машинное зрение в робототехнических системах; анализировать основные блоки интеллектуальных робототехнических систем; формировать требования к компонентам интеллектуальной робототехнической системы, включая датчики информации и микропроцессорные устройства управления; осуществлять обоснованный выбор оптимально подходящих технических средств для реализации интеллектуальной робототехнической системы; применять интеллектуально-информационные технологии для автоматизации расчетов; использовать программное обеспечение для моделирования интеллектуальных робототехнических систем.; эффективно использовать современные технические решения при реализации информационного, программного и технического обеспечения роботов-манипуляторов</p>	<p>характеристики ультразвуковых датчиков. 14. Принцип действия и характеристики оптических датчиков. 15. Принцип действия и характеристики тактильных датчиков. 16. Принцип действия и характеристики дискретных пороговых датчиков. 17. Принцип действия и характеристики кинестетических датчиков. 18. Виды и принципы действия датчиков положения и перемещения. 19. Принцип действия и характеристики резистивных датчиков положения. 20. Принцип действия и характеристики электромагнитных датчиков положения.</p>
ПК-3.3	<p>Имеет практический опыт: применения современных способов и технических средств для обработки информации; программирования контроллеров, применяемых при организации гибких производственных систем; применения машинного зрения в робототехнических системах; формирования требований к компонентам интеллектуальных робототехнических систем, включая информационно-измерительные и исполнительные элементы, устройства обработки, вычисления и управления; выбора технических средств для требуемой</p>	<p>Вопросы для устного опроса и защиты практических работ и экзамена: 21. Принципы измерения скорости и других динамических факторов. 22. Назначение тактильных датчиков и их классификация. 23. Системы силомоментного очувствления. 24. Многокомпонентные силометрические датчики. 25. Системы технического зрения. Видеодатчики. 26. Системы технического зрения. Восприятие изображения. 27. Локационные системы очувствления. 28. Локационные датчики и их назначение. 29. Классификация и принципы действия локационных датчиков. 30. Приводы промышленных роботов. Виды и применение.</p>

	интеллектуальной робототехнической системы с учетом технической сложности и сроков реализации; применения современных инфокоммуникационных технологий при проектировании и конструировании робототехнических систем	
--	---	--

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Аппаратное обеспечение робототехнических систем» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.