



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  
04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В  
МЕХАТРОНИКЕ И РОБОТОТЕХНИКЕ**

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             | 2                                                |

Магнитогорск  
2025 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  
27.01.2025, протокол № 3

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
04.02.2025 г. протокол № 3

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук  И.Г.

Гилемов

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 2026 - 2027 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 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины является формирование представления об основных типах интеллектуальных систем управления, использующихся для управления мехатронными комплексами, и методах искусственного интеллекта, положенных в основу их работы. Основными задачами дисциплины являются: формирование у студентов способностей использования методов искусственного интеллекта, таких как формальная логика, искусственные нейронные сети, нечеткая логика для построения интеллектуальных систем управления мехатронными объектами.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Интеллектуальные системы управления в мехатронике и робототехнике входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Программирование на языке Python

Системы автоматизированного проектирования

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

Машинное обучение

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Интеллектуальные системы управления в мехатронике и робототехнике» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора                                                                                                                        | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в области машиностроения;    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ОПК-2.1                                                                                                                               | Знает: Способы и средства получения и передачи информации в робототехнических и мехатронных системах и её алгоритмической обработки в подсистемах интеллектуального управления                                                                                                                                  |
| ОПК-2.2                                                                                                                               | Умеет: Использовать методы и средства формирования структуры информационного обеспечения подсистем интеллектуального управления мехатронными и робототехническими системами                                                                                                                                     |
| ОПК-2.3                                                                                                                               | Имеет практический опыт: Разработки систем информационного обеспечения для подсистем интеллектуального управления, включающих получение, хранение и обработку информации о состоянии элементов робототехнических и мехатронных комплексов и характеристик внешней среды                                         |
| ОПК-4 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов; |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ОПК-4.1                                                                                                                               | Знает: Методы математического моделирования технологических процессов и порядок использования стандартного и специализированного программного обеспечения для синтеза и реализации математических моделей мехатронных и робототехнических систем; Основы алгоритмизации, языки программирования высокого уровня |
| ОПК-4.2                                                                                                                               | Умеет: Использовать стандартное и специализированное программное обеспечение и информационные технологии для математического моделирования процессов в мехатронных и робототехнических системах и интерпретировать результаты                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | моделирования; Использовать имеющиеся программные пакеты и разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ОПК-4.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Имеет практический опыт: Разработки математических моделей процессов в мехатронных и робототехнических системах с использованием современных информационных технологий и стандартного и специализированного программного обеспечения; Применения современных программных средств и языков программирования высокого уровня                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем; |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ОПК-11.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Знает: Методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации мехатронных и робототехнических систем; Основы высшей математики, алгоритмизации технологических процессов.; Порядок и способы разработки цифровых алгоритмов и программ при проектировании интеллектуальных модулей управления робототехническими и мехатронными системами; Методы построения алгоритмов, основы высшей математики и математической статистики                                                                                                                                                                                       |
| ОПК-11.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Умеет: Применять программный инструментальный разработки технического и программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем; Разрабатывать алгоритмы управления для робототехнических систем и реализовывать их в виде программного обеспечения; Применять методы искусственного интеллекта в разработке интеллектуальных алгоритмов управления робототехническими и мехатронными системами, а также выполнять их программную реализацию в процессе проектирования управляющих подсистем; Разрабатывать интеллектуальные модели и алгоритмы управления для мехатронных и робототехнических систем основываясь на экспериментальных и расчётных данных |
| ОПК-11.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Имеет практический опыт: Владения методами и инструментами компьютерного проектирования мехатронных и робототехнических систем; Применение современных методов компьютерного проектирования цифровых систем с использованием элементов программируемой логики; Выполнения и организации разработки интеллектуальных алгоритмов управления и их программной реализации при проектировании подсистем управления робототехническими и мехатронными системами; Применение классических методов математической статистики и/или алгоритмов искусственного интеллекта для проектирования цифровых систем                                                                |
| ОПК-95 Способен исследовать современные проблемы и методы информатики, искусственного интеллекта и развития информационного общества, цифровой экономики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ОПК-95.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Исследует современные проблемы информатики, искусственного                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <p>интеллекта и развития информационного общества, цифровой экономики</p> <p>Знает: содержание, объекты и субъекты информационного общества и цифровой экономики, критерии эффективности функционирования информационного общества, теоретические проблемы информатики, искусственного интеллекта, современные методы, средства, стандарты информатики для решения прикладных задач различных классов; правовые, экономические, социальные и психологические аспекты информатизации деятельности организационно-экономических систем</p> <p>Умеет: применять при решении задач профессиональной деятельности критерии эффективности функционирования информационного общества и цифровой экономики; структуру интеллектуального капитала, методы оценки эффективности</p>              |
| ОПК-95.2 | <p>Проводит анализ современных методов и средств информатики и искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>Знает: состав современных методов и средств информатики, передовые методы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>Умеет: проводить анализ современных методов и средств информатики искусственного интеллекта для решения прикладных задач различных классов</p> <p>Имеет практический опыт: применения при решении задач профессиональной деятельности критерии эффективности функционирования информационного общества и цифровой экономики; проведения анализа современных методов и средств информатики и искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности</p> |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 64 акад. часов;
- аудиторная – 64 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 116 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 36 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовая работа

| Раздел/ тема дисциплины                                                                                                                                                                                                | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы                            | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|-----------|-------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------|
|                                                                                                                                                                                                                        |         | Лек.                                         | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |                                                       |                                                                 |                   |
| 1. 1. Лекции                                                                                                                                                                                                           |         |                                              |           |             |                                 |                                                       |                                                                 |                   |
| 1.1 Обзор методов искусственного интеллекта, используемых при синтезе интеллектуальных систем управления. Структура, назначения и области применения интеллектуальных систем управления                                | 2       | 2                                            |           |             | 3                               | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование)                                    | ОПК-2.1           |
| 1.2 Принципы автоматической адаптации систем управления к внешним условиям функционирования объекта. Модели адаптивных и самонастраивающихся систем                                                                    |         | 2                                            |           |             | 3                               | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование)                                    | ОПК-2.1, ОПК-11.1 |
| 1.3 Самонастраивающиеся системы интеллектуального управления. Использование модели объекта в контуре самонастройки. Использование методов искусственного интеллекта в алгоритмах самонастройки контуров регулирования. |         | 2                                            |           |             | 3                               | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование)                                    | ОПК-2.1, ОПК-4.1  |
| 1.4 Использование методов автоматической                                                                                                                                                                               |         | 2                                            |           |             | 3                               | Самостоятельное изучение                              | устный опрос (собеседование)                                    | ОПК-2.1           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |  |  |   |                                                       |                              |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|---|-------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|
| <p>оптимизации управления при синтезе низкоинтеллектуальных систем управления. Классификация систем автоматической оптимизации. Алгоритмическое обеспечение работы систем автоматической оптимизации. Формирование управляющего воздействия мехатронных систем при изменении условий внешней среды.</p> |   |   |  |  |   | учебной и научной литературы                          |                              |                   |
| <p>1.5 Методы искусственных нейронных сетей (ИНС), алгоритм функционирования и обучения ИНС. Применения ИНС в системах интеллектуального управления.</p>                                                                                                                                                | 2 | 2 |  |  | 3 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.1           |
| <p>1.6 Синтез интеллектуальной системы управления на основе ИНС. Структура и алгоритмы функционирования нейросетевой системы управления.</p>                                                                                                                                                            |   | 2 |  |  | 3 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.1, ОПК-4.1  |
| <p>1.7 Понятие функции нечеткой логики и "мягких" вычислений. Основные операции нечеткой логики. Понятие нечеткого вывода, основные свойства и алгоритмы. Формирование базы правил и функций принадлежности для систем интеллектуального управления мехатронными и робототехническими системами.</p>    |   | 2 |  |  | 3 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.1, ОПК-4.1  |
| <p>1.8 Синтез интеллектуальной системы управления на основе нечеткого вывода, основные этапы. Пример формирования управляющего воздействия в системе управления с использованием нечеткой логики и "мягких" вычислений</p>                                                                              |   | 2 |  |  | 3 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.1, ОПК-11.1 |



|                                                                                                                                                                                                          |    |  |   |    |                                                       |                              |                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|---|----|-------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                         | 16 |  |   | 24 |                                                       |                              |                                                        |
| 2. 2. Практические занятия                                                                                                                                                                               |    |  |   |    |                                                       |                              |                                                        |
| 2.1 Инструментарий и методы программной реализации модулей интеллектуальных систем управления                                                                                                            | 2  |  | 4 | 8  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-11.3, ОПК-2.2, ОПК-4.2, ОПК-11.2 |
| 2.2 Алгоритмическая и программная реализация математической модели робототехнического объекта управления. Исследование характеристик объекта на математической модели. Защита практической работы №1.    |    |  | 4 | 8  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-11.3, ОПК-2.2, ОПК-4.2, ОПК-11.2 |
| 2.3 Алгоритмическая и программная реализация самонастраивающихся системы управления. Исследование поведения системы управления на изменение внешних условий функционирования робототехнического объекта. |    |  | 4 | 8  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-11.3, ОПК-2.2, ОПК-4.2, ОПК-11.2 |
| 2.4 Использование интеллектуального вывода в алгоритмах самонастройки регуляторов, формирующих управляющие воздействия на объект управления                                                              |    |  | 4 | 8  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-11.3, ОПК-2.2, ОПК-4.2, ОПК-11.2 |
| 2.5 Исследование работы самонастраивающейся системы с интеллектуальным модулем самонастройки на модели мехатронного объекта                                                                              |    |  | 4 | 8  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-11.3, ОПК-2.2, ОПК-4.2, ОПК-11.2 |
| 2.6 Алгоритмическая и программная реализация интеллектуальной системы управления мехатронным объектом с использованием методов автоматической оптимизации и комбинаторных моделей.                       |    |  | 4 | 8  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-11.3, ОПК-2.2, ОПК-4.2, ОПК-11.2 |
| 2.7 Исследование работы системы автоматической оптимизации на модели объекта с экстремальной статической характеристикой.                                                                                |    |  | 6 | 10 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-11.3, ОПК-2.2, ОПК-4.2, ОПК-11.2 |

|                                                                                                                                                                     |   |    |  |    |     |                                                       |                              |                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--|----|-----|-------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.8 Исследование процесса обучения ИНС на исходных данных и моделирование нейросетевого регулятора для управления мехатронным объектом "манипулятор" под нагрузкой. | 2 |    |  | 6  | 10  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-11.3, ОПК-2.2, ОПК-4.2, ОПК-11.2                                                 |
| 2.9 Алгоритмическая и программная реализация нечетко-логической системы интеллектуального управления мехатронным объектом                                           |   |    |  | 6  | 10  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-11.3, ОПК-2.2, ОПК-4.2, ОПК-11.2                                                 |
| 2.10 Исследование работы интеллектуальной системы управления на основе нечеткой логики на модели мехатронного объекта с переменной нагрузкой.                       |   |    |  | 6  | 14  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | устный опрос (собеседование) | ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-11.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-95.1, ОПК-95.2 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                    |   |    |  | 48 | 92  |                                                       |                              |                                                                                                        |
| 3. 3. Форма контроля                                                                                                                                                |   |    |  |    |     |                                                       |                              |                                                                                                        |
| 3.1 Экзамен                                                                                                                                                         | 2 |    |  |    |     | Подготовка к экзамену                                 | Экзамен                      | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-95.1, ОПК-95.2 |
| 3.2 Курсовая работа                                                                                                                                                 |   |    |  |    |     | Подготовка к защите курсовой работы                   | Курсовая работа              | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-95.1, ОПК-95.2 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                    |   |    |  |    |     |                                                       |                              |                                                                                                        |
| Итого за семестр                                                                                                                                                    |   | 16 |  | 48 | 116 |                                                       | экзамен,кр                   |                                                                                                        |
| Итого по дисциплине                                                                                                                                                 |   | 16 |  | 48 | 116 |                                                       | экзамен, курсовая работа     |                                                                                                        |

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная технология и технология проблемного обучения. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений может происходить с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных и практических занятий используются работа в команде и методы информационных технологий.

## **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**

### **а) Основная литература:**

1. Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта : монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8519-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176662> (дата обращения: 28.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Боровская, Е. В. Основы искусственного интеллекта : учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 130 с. — ISBN 978-5-00101-908-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151502> (дата обращения: 29.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Акимова, О. Ю. Интеллектуальные системы : учебное пособие / О. Ю. Акимова. — Москва : МИСИС, 2020. — 36 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147958> (дата обращения: 29.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **в) Методические указания:**

1. Романов, П. С. Системы искусственного интеллекта. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB. Лабораторный практикум / П. С. Романов, И. П. Романова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 140 с. — ISBN 978-5-507-47377-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/364964> (дата обращения: 05.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

### Программное обеспечение

| Наименование ПО                            | № договора                   | Срок действия лицензии |
|--------------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional                | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| MathWorks MathLab v.2014 Classroom License | K-89-14 от 08.12.2014        | бессрочно              |
| MathCAD v.15 Education University Edition  | Д-1662-13 от 22.11.2013      | бессрочно              |
| 7Zip                                       | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса                                                                                   | Ссылка                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL:<br><a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a> |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                              | <a href="https://host.megaprolib.net/M/P0109/Web">https://host.megaprolib.net/M/P0109/Web</a>   |

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

| Тип и название аудитории                                                                                                               | Оснащение аудитории                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционная аудитория (023, 123, 227)                                                                                                   | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации                                                                                        |
| Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (023, 227а)                                                                      | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Matlab+Simulink, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (227а)                                                                                | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Matlab+Simulink, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (023, 123, 227) | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации                                                                                        |

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Интеллектуальные системы управления в мехатронике и робототехнике» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

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

#### Примерные вопросы для подготовки к экзамену:

1. Какие основные направления исследования методов искусственного интеллекта нашли широкое применение при построении интеллектуальных систем?
2. Какие преимущества имеют интеллектуальные системы управления перед классическими?
3. Перечислите основные требования, предъявляемые к интеллектуальным системам управления. Какие необходимые условия должны предъявляться к объекту управления для применения систем автоматической оптимизации?
4. В чем состоит принцип поисковой оптимизации? Какое поведение системы автоматической оптимизации будет иметь место при дрейфе статической характеристики?
5. Приведите математическое описание работы модуля выбора направления движения в системе автоматической оптимизации.
6. Приведите классификацию и основные принципы функционирования систем автоматической оптимизации. Перечислите основные типы систем автоматической оптимизации. Приведите примеры использования систем автоматической оптимизации.
7. Перечислите основные методы самонастройки в адаптивных системах. Какие критерии можно использовать в самонастраивающихся системах поискового типа? Приведите функционалы этих критериев. Какие способы реализации поискового режима используются в самонастраивающихся системах поискового типа?
8. Какие методы самонастройки беспойскового типа используются в адаптивных системах. Дайте классификацию используемых методов.
9. Структура и алгоритм работы самонастраивающейся системы с разомкнутым контуром самонастройки.
10. Структура и алгоритм самонастройки в системах с идентификацией объекта управления. Использование обратных моделей в системах идентификации. Структура и алгоритм работы адаптивной системы с прямой и обратной инверсной моделью.
11. Назначение, структура и алгоритм работы адаптивной системы управления с заградительным фильтром и моделью.

12. Чем можно обосновать необходимость применения нейросетевых систем управления? Каким образом многосвязанная нейросеть на вход которой подается только текущее значение сигнала рассогласования может реализовать обратную модель объекта?

13. Приведите структурную схему самонастраивающейся системы с эталонной моделью. Дайте понятие эталонной модели и способы ее применения в контуре управления. Чем ограничивается практическое применение схем управления с эталонной моделью?

14. Как вычисляется градиент ошибки для нейронов скрытого слоя в процедуре обучения ИНС? Запишите математические выражения для основных типов активационных функций нейронов ИНС.

15. С какой целью производится сэмплирование данных обучающей выборки? Запишите выражения для расчета корректирующих весов в процессе обучения ИНС

16. В чем заключается основной смысл процедуру обратного распространения ошибки. Запишите выражения основных функций нечеткой логики Что такое нечеткое множество?

17. Запишите математическое выражение нечеткого множества. Как определить принадлежность переменной области нечеткого множества?

18. Что такое нечеткая переменная? Какую структуру имеет нечеткая переменная? Что такое лингвистическая переменная? Запишите и дайте пояснение, полям лингвистической переменной.

19. Перечислите стандартные типы функций принадлежности. Перечислите основные методы дефаззификации. Приведите выражения для этих методов.

20. Приведите структуру самонастраивающейся системы поискового типа. Как организуется процедура поиска в системах с самонастройкой?

21. Запишите блок схему алгоритма поиска при адаптации параметров регулятора к характеристикам объекта. Какие основные элементы входят в структуру системы автоматической оптимизации?

22. Приведите структурную схему и дайте описание системы автоматической оптимизации с совмещенным тестирующим и рабочим воздействием на объект.

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

| Код индикатора                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-2: <i>Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в области машиностроения;</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ОПК-4: <i>Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов;</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ОПК-11: <i>Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем;</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ОПК-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Знает: Способы и средства получения и передачи информации в робототехнических и мехатронных системах и её алгоритмической обработки в подсистемах интеллектуального управления</p> <p>Умеет: Использовать методы и средства формирования структуры информационного обеспечения подсистем интеллектуального управления мехатронными и робототехническими системами</p> <p>Имеет практический опыт: Разработки систем информационного обеспечения для подсистем интеллектуального управления, включающих получение, хранение и обработку информации о состоянии элементов робототехнических и мехатронных комплексов и характеристик внешней среды</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие основные направления исследования методов искусственного интеллекта нашли широкое применение при построении интеллектуальных систем?</li> <li>2. Какие преимущества имеют интеллектуальные системы управления перед классическими?</li> <li>3. Перечислите основные требования, предъявляемые к интеллектуальным системам управления. Какие необходимые условия должны предъявляться к объекту управления для применения систем автоматической оптимизации?</li> <li>4. В чем состоит принцип поисковой оптимизации? Какое поведение системы автоматической оптимизации будет иметь место при дрейфе статической характеристики?</li> <li>5. Приведите математическое описание работы модуля выбора направления движения в системе автоматической оптимизации.</li> </ol> |
| ОПК-4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Знает: Методы математического моделирования технологических процессов и порядок использования стандартного и специализированного программного обеспечения для синтеза и реализации математических моделей мехатронных и робототехнических систем; Основы алгоритмизации, языки программирования высокого уровня</p> <p>Умеет: Использовать стандартное и специализированное программное обеспечение и информационные технологии для математического моделирования процессов в мехатронных и робототехнических системах и интерпретировать результаты моделирования;</p>                                                                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Приведите классификацию и основные принципы функционирования систем автоматической оптимизации. Перечислите основные типы систем автоматической оптимизации. Приведите примеры использования систем автоматической оптимизации.</li> <li>7. Перечислите основные методы самонастройки в адаптивных системах. Какие критерии можно использовать в самонастраивающихся системах поискового типа? Приведите функционалы этих критериев. Какие способы реализации поискового режима используются в самонастраивающихся системах поискового типа?</li> <li>8. Какие методы самонастройки беспойскового типа используются в адаптивных системах. Дайте</li> </ol>                                                                                                                     |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | <p>Использовать имеющиеся программные пакеты и разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах</p> <p>Имеет практический опыт: Разработки математических моделей процессов в мехатронных и робототехнических системах с использованием современных информационных технологий и стандартного и специализированного программного обеспечения; Применения современных программных средств и языков программирования высокого уровня</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>классификацию используемых методов.</p> <p>9. Структура и алгоритм работы самонастраивающейся системы с разомкнутым контуром самонастройки.</p> <p>10. Структура и алгоритм самонастройки в системах с идентификацией объекта управления. Использование обратных моделей в системах идентификации. Структура и алгоритм работы адаптивной системы с прямой и обратной инверсной моделью.</p> <p>11. Назначение, структура и алгоритм работы адаптивной системы управления с заградительным фильтром и моделью.</p> <p>12. Чем можно обосновать необходимость применения нейросетевых систем управления?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ОПК-11         | <p>Знает: Методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации мехатронных и робототехнических систем; Основы высшей математики, алгоритмизации технологических процессов.; Порядок и способы разработки цифровых алгоритмов и программ при проектировании интеллектуальных модулей управления робототехническими и мехатронными системами; Методы построения алгоритмов, основы высшей математики и математической статистики</p> <p>Умеет: Применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем; Разрабатывать алгоритмы управления для робототехнических систем и реализовывать их в виде программного обеспечения; Применять методы искусственного интеллекта в разработке интеллектуальных алгоритмов управления робототехническими и мехатронными системами, а также выполнять их программную реализацию в процессе проектирования управляющих подсистем; Разрабатывать интеллектуальные модели и алгоритмы управления для мехатронных и робототехнических систем основываясь на экспериментальных и расчётных данных</p> <p>Имеет практический опыт: Владения</p> | <p>Каким образом многосвязанная нейросеть на вход которой подается только текущее значение сигнала рассогласования может реализовать обратную модель объекта?</p> <p>13. Приведите структурную схему самонастраивающейся системы с эталонной моделью Дайте понятие эталонной модели и способы ее применения в контуре управления. Чем ограничивается практическое применение схем управления с эталонной моделью?</p> <p>14. Как вычисляется градиент ошибки для нейронов скрытого слоя в процедуре обучения ИНС? Запишите математические выражения для основных типов активационных функций нейронов ИНС.</p> <p>15. С какой целью производится сэмплирование данных обучающей выборки? Запишите выражения для расчета корректирующих весов в процессе обучения ИНС</p> <p>16. В чем заключается основной смысл процедуру обратного распространения ошибки Запишите выражения основных функций нечеткой логики Что такое нечеткое множество?</p> <p>17. Запишите математическое выражение нечеткого множества Как определить принадлежность переменной области нечеткого множества?</p> <p>18. Что такое нечеткая переменная? Какую структуру имеет нечеткая переменная? Что такое лингвистическая переменная? Запишите и дайте пояснение, полям лингвистической переменной.</p> <p>19. Перечислите стандартные типы функций принадлежности. Перечислите основные методы дефазификации. Приведите выражения для этих</p> |



| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | методами и инструментами компьютерного проектирования мехатронных и робототехнических систем; Применение современных методов компьютерного проектирования цифровых систем с использованием элементов программируемой логики; Выполнения и организации разработки интеллектуальных алгоритмов управления и их программной реализации при проектировании подсистем управления робототехническими и мехатронными системами; Применение классических методов математической статистики и/или алгоритмов искусственного интеллекта для проектирования цифровых систем | методов.<br><br>20. Приведите структуру самонастраивающейся системы поискового типа Как организуется процедура поиска в системах с самонастройкой?<br><br>21. Запишите блок схему алгоритма поиска при адаптации параметров регулятора к характеристикам объекта. Какие основные элементы входят в структуру системы автоматической оптимизации?<br><br>22. Приведите структурную схему и дайте описание системы автоматической оптимизации с совмещенным тестирующим и рабочим воздействием на объект. |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Интеллектуальные системы управления в мехатронике и робототехнике» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

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

#### **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.