

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  Ряжских В.И.
« 25 » ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Основы искусственного интеллекта в робототехнике»

Направление подготовки 15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

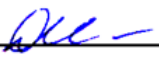
Профиль Промышленные роботы и робототехнические системы

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы  /Семенов М.В./

Заведующий кафедрой
Технологии сварочного
производства и диагностики  /Селиванов В.Ф./

Руководитель ОПОП  /Селиванов В.Ф./

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Изучение дисциплины должно содействовать формированию у студентов способности иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией, использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, реализовывать модели средствами вычислительной техники.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение систем представления знаний: фреймов, исчислений предикатов, систем продукций, семантических сетей;
- освоение методов нечеткой логики, используемых при обработке информации;
- изучение структуры и математических моделей нейрона, персептрона, однослойных и многослойных нейронных сетей, реализуя модели средствами вычислительной техники;
- ознакомление студентов с системами распознавание образов и классификации изображений;
- приобретение навыков работы с компьютером как средством управления информацией в процессе программной реализации систем искусственного интеллекта в обработке информации информации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.03 «Основы искусственного интеллекта в робототехнике» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1. учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы искусственного интеллекта в робототехнике» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен обеспечить эффективную эксплуатацию промышленных роботов и роботизированных комплексов в машиностроении;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать основные системы представления знаний: фреймы, исчисления предикатов, семантические сети, принципы построения и обучения сетей на основе нейронов и персептронов
	уметь формировать и обучать нейронные сети для различных задач обработки информации, применяя методы математического анализа и моделирования;
	владеть способом обработки информации на основе нечеткой логики, реализуя модели объектов средствами вычислительной техники.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы искусственного интеллекта в робототехнике» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	40	40
В том числе:		
Лекции	20	20
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	10	10
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	10	10
Самостоятельная работа	68	68
Курсовая работа (проект)	Нет	Нет
Контрольная работа	Нет	Нет
Часы на контроль	Нет	Нет
Виды промежуточной аттестации		зачет
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	108 3	108 3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
<i>8 семестр</i>							
1	Системы представления знаний	Определения искусственного интеллекта, адаптивной системы, интеллектуальной системы, знания. Процесс логического вывода в интеллектуальной системе.	4	4	-	8	16
2	Фреймы и предикаты.	Определение фрейма. Примеры фреймов. Механизм представления знаний в виде фреймов. Определение предиката.	4	4	-	10	18
3	Методы нечеткой логики	Функции принадлежности и нечеткие множества Лингвистические переменные. Виды функций принадлежности. Нечеткие множества и ло-	4	4	-	10	18

		гические операции над ними. Свойства операций над нечеткими множествами. Получение выводов в нечеткой логике. Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств. Алгоритмы поиска решения в нечеткой логике. Мамдани и Сугэно.					
4	Нейронные сети в системах искусственного интеллекта	Структура и математическая модель искусственного нейрона. Виды функций активации нейронов. Классификация нейронных сетей. Области применения нейронных сетей. Понятие персептрона. Однослойный, двухслойный персептрон. Q-слойная нейронная сеть. Разбиение гиперпространств различной размерности с помощью персептронов. Обучение персептронных сетей. Реализация нейронных сетей. Структура нейронной сети с радиальными базисными функциями. Коллективы нейронных сетей. Аппаратно-программные средства реализации нейронных сетей.	4	4	-	20	28
5	Распознавание образов и ситуаций	Общая характеристика задач распознавания образов и их типы. Структура системы распознавания. Основы теории анализа и распознавания изображений. Пример задачи по распознаванию изображений.	4	4	-	20	28
Итого			20	20		68	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Нечеткое управление исполнительным приводом.
Исследование элементов нейронной сети.
Исследование нейронной сети в пакете MATLAB.

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

Выполнение курсовой работы (проекта) и контрольной работы не предусмотрено учебным планом.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

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

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать основные системы представления знаний: фреймы, исчисления предикатов, семантические сети, принципы построения и обучения сетей на основе нейронов и персептронов	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь формировать и обучать нейронные сети для различных задач обработки информации, применяя методы математического анализа и моделирования;	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способом обработки информации на основе нечеткой логики, реализуя модели объектов средствами вычислительной техники.	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются для очной формы обучения в 8 семестре по системе зачет/незачет:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	знать основные системы представления знаний: фреймы, исчисления предикатов, семантические сети, принципы построения и обучения сетей на основе нейронов и персептронов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь формировать и обучать нейронные сети для различных задач обработки информации, применяя методы математического анализа и моделирования;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способом обработки информации на основе нечеткой логики, реализуя модели объектов средствами	Решение прикладных задач в конкретной	Задачи решены в полном объеме и	Продемонстрирован верный ход решения всех,	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	вычислительной техники.	предметной области	получены верные ответы	но не получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
--	-------------------------	--------------------	------------------------	--	-------------------	--

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

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Нейронная сеть представляет из себя:
 - A. совокупность нейронов и связей между ними;
 - B. ансамбль деревьев принятия решений;
 - C. искусственно созданную сеть распределенных интеллектуальных устройств;
 - D. совокупность несвязанных нейронов, выполняющих специализированные задачи.

2. Что такое искусственный интеллект?
 - A. наука, моделирующая поведение человека
 - B. наука о представлении знаний
 - C. наука, занимающаяся автоматизацией разумного поведения
 - D. наука, основанная на знаниях специалистов

3. Из каких этапов состоит анализ текстов на естественном языке?
 - (1) морфологический анализ
 - (2) семантический анализ
 - (3) прагматический анализ
 - (4) фонемный анализ

4. Что умел распознавать персептрон Ф.Розенблата?
 - (1) кубики и пирамиды
 - (2) рукописные символы
 - (3) буквы алфавита
 - (4) объекты военного назначения

5. А.Тьюринг предлагает называть интеллектуальным такое поведение программы, которое будет
 - (1) обеспечивать общение с человеком на естественном языке
 - (2) моделировать разумное поведение человека
 - (3) обеспечивать принятие решения на уровне эксперта-профессионала

6. Модульность продукционных правил в ИС заключается в том, что
 - (1) отсутствует какое-либо взаимодействие между правилами
 - (2) отсутствует синтаксическое взаимодействие между правилами
 - (3) отсутствует семантическое взаимодействие между правилами

7. Тест Тьюринга имеет следующие важные особенности:
 - (1) дает объективное понятие об интеллекте, т.е. реакции заведомо разумного существа на определенный набор вопросов и предотвращает дебаты об “истинности” его природы
 - (2) препятствует заведению в тупик безответными вопросами типа “должна ли машина осознавать свои действия?”
 - (3) показывает, что компьютеры могут делать лишь то, что в них заложено разработчиками
 - (4) исключает предвзятость в пользу живых существ

8. Какими свойствами обладает система замкнутая по ошибке?

- (1) Управление приводами по рассогласованию между программным и реальным положением инструмента
- (2) Компенсация погрешностей, вызванных изменением параметров системы
- (3) Отсутствием информации о реальном положении выходных координат приводов
- (4) Управление приводами по жесткой программе

9. Для чего необходима установка дополнительных датчиков, определяющих положение выходного звена механизма параллельной структуры?

- (1) Для повышения точности при определении положения выходного звена механизма
- (2) Для получения дополнительной информации о положении выходного звена механизма
- (3) Для определения погрешности между программным и реальным положением режущей кромки инструмента
- (4) Для определения погрешности исполнительных приводов

10. Почему нельзя по одной координате независимо управлять моментом, развиваемым приводом, скоростью движения и перемещением по данной координате?

- (1) Потому что это зависимые координаты
- (2) Потому что положение определяется скоростью движения, скорость определяется ускорением, а ускорение развиваемым моментом
- (3) Потому что момент определяется положением выходной координаты
- (4) Потому что скорость перемещения по координате определяется значением координаты

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено учебным планом

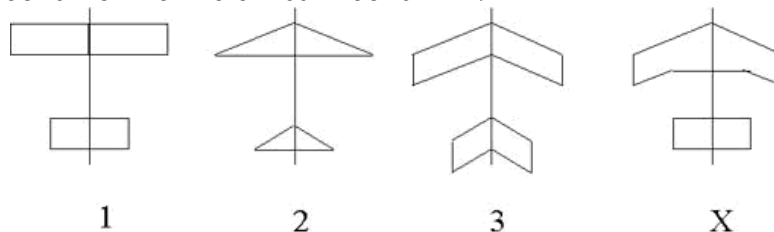
7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Что такое фрейм в ИС?

- (a) Таблица для представления знаний;
- (b) Описание мира блоков робота Робби;
- (c) Структура данных для представления знаний;
- (d) Конструкция языка HTML для представления знаний.

2. Заданы три класса объектов 1, 2, 3, показанные на рисунке. Требуется определить признаки таблицы обучения, пороги и построить оценки близости для объекта x.

К какому классу объектов можно отнести объект x ?



- (a) 1;
- (b) 2;
- (c) 3;
- (d) ни к какому из представленных.

3. Что такое экспертные системы?

- (a) Система, реализующая метод экспертных оценок;
- (b) Система, принимающая решения;
- (c) Система, принимающая решения на уровне эксперта-профессионала;
- (d) Система, основанная на знаниях специалистов.

4. Что такое работа ЭС в реальном времени?

- (a) Вывод результатов ЭС менее чем 0.1 сек;
 - (b) Когда производится измерение параметров внешней среды;
 - (d) Управляющие воздействия задаются в зависимости от результатов измерений;
 - (e) Осуществляется своевременная реакция ЭС на изменение объекта и внешней среды.
5. Свойства механизмов параллельной структуры.
- (a) Параллельная передача движения к выходному звену механизма несколькими кинематическими цепями;
 - (b) Параллельное расположение кинематических цепей между основанием и выходным звеном механизма;
 - (c) Параллельная передача усилий от основания к выходному звену;
 - (d) Последовательное соединение звеньев.
6. Что лежит в основе формирования однослойных, тем более, - совершенных, нейронных сетей, отображающих явное задание таблиц с автоматической интерполяцией?
- (a) возможность представления каждой логической функции в описании системы принятия решений дизъюнктивной нормальной формой, представляющей собой объединение переменных, связанных операцией И (конъюнкций), операцией ИЛИ (в дизъюнкции). Каждая конъюнкция в ней определяет решение;
 - (b) возможность "размножения" решений, позволяющего в тексте каждого решения указывать дополнительную информацию, например, - о причине получения такого решения;
 - (c) требование сокращения сложности трассировки нейронной сети и ее модификации.
7. В чем интеллект человека выше интеллекта робота?
- (a) Работа в недетерминированной среде;
 - (b) Наличие модели внешней среды, на которой проигрывается внешняя ситуация;
 - (c) Приспособление к внешней среде;
 - (d) Коррекция движения с целью уменьшения ошибки рассогласования.
8. Свойства системы, управляемой по рассогласованию между программным и реальным сигналами.
- (a) Вычисление ошибки между программным и реальным положением выходного звена механизма;
 - (b) Определение реальных значений параметров системы управления;
 - (c) Вычисление информации о реальном положении выходных координат приводов;
 - (d) Изменение входного программного движения.
9. Какое количество датчиков достаточно для определения положения объекта в пространстве?
- (a) Число датчиков равно числу степеней свободы выходного звена механизма;
 - (b) Число датчиков равно числу управляемых приводов в механизме;
 - (c) Шесть;
 - (d) Три.
10. Почему нельзя одновременно управлять скоростью движения по координате и перемещением по данной координате?
- (a) Потому что это зависимые координаты;
 - (b) Потому что положение определяется скоростью движения;
 - (c) Потому что ускорение зависит от скорости перемещения по координате;
 - (d) Потому что скорость перемещения по координате определяется значением координаты.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Определения искусственного интеллекта, адаптивной системы, ин-

теллектуальной системы, знания. Процесс логического вывода в интеллектуальной системе.

2. Структура и функции интеллектуальной системы управления.
3. Фреймы. Механизм представления знаний в виде фреймов.
4. Определение предиката. Примеры предикатов. Алфавит логики предикатов. Исчисление предикатов.
5. Виды функций принадлежности.
6. Нечеткие множества и логические операции над ними.
7. Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств.
8. Алгоритмы поиска решения.
9. Нечеткое управление исполнительным приводом робота.
10. Математическое описание робота с нечеткой системой управления.
11. Нечеткое моделирование в системе MATLAB.
12. Редакторы систем нечеткого вывода, функций принадлежности и правил системы нечеткого вывода.
13. Структура и математическая модель искусственного нейрона.
14. Функции активации нейронов.
15. Классификация и области применения нейронных сетей.
16. Однослойный, двухслойный персептрон.
17. Q-слойная нейронная сеть. Разбиение гиперпространства с помощью персептрона.
18. Сеть Хопфилда.
19. Сеть Хэмминга.
20. Вероятностные сети.
21. Коллективы нейронных сетей. Аппаратно-программные средства реализации нейронных сетей.
22. Создание однонаправленной сети.
23. Общая характеристика задач распознавания образов и их типы. Структура системы распознавания.
24. Основы теории анализа и распознавания изображений. Пример задачи по распознаванию изображений.
25. Задача поиска геометрических аналогий. Правила преобразования изображений. Пример задачи распознавания по аналогии.
26. Актуальные задачи распознавания и основные принципы их решения.
27. Определение и структура экспертной системы.
28. Классификация экспертных систем.
29. Технология разработки экспертных систем.
30. Механизм вывода в экспертных системах. Поиск решений в экспертных системах.
31. Поиск решения в пространстве состояний.
32. Поиск решения в изменяющемся множестве пространств и в альтернативных пространствах.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса. Студент может получить положительную аттестацию по курсу только в случае выполнения лабораторных работ и практических заданий.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Системы представления знаний	ПК-1	Тест, защита практических работ
2	Фреймы и предикаты.	ПК-1	Тест, защита практических работ
3	Методы нечеткой логики	ПК-1	Тест, защита практических работ
4	Нейронные сети в системах искусственного интеллекта	ПК-1	Тест, защита практических работ
5	Распознавание образов и ситуаций	ПК-1	Тест, защита практических работ

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Ефремов Д.А. Методы искусственного интеллекта в робототехнике: учебное пособие: учеб. пособие. 2009.

2. Ефремов Д.А. Элементы искусственного интеллекта в робототехнике: учебное пособие. 2005. Эл. ресурс.

Дополнительная литература:

1. Медведев В.А., Ефремов Д.А. Нечеткое управление роботами: методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине "Методы искусственного интеллекта" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения. 2010.

2. Медведев В.А., Ефремов Д.А. Нейронные сети: методические указания к лабораторным работам № 3-4 по дисциплине "Методы искусственного интеллекта" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения: учеб. пособие. 2011.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профес-

сиональных баз данных и информационных справочных систем:

сайт электронной информационно-образовательной среды ВГТУ
<https://old.education.cchgeu.ru>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

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

Учебные лаборатории: лабораторные и практические занятия проводятся в лаборатории 06/1, оснащенной роботом Fanuc.

Дисплейный класс (лаборатория 010/1), оснащенный компьютерными программами.

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

По дисциплине «Основы искусственного интеллекта в робототехнике» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом

	учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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