

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой вычислительной математики
и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)



М. Леденева

21.03.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В. ДВ.03.02 Интеллектуальная робототехника

1. Код и наименование направления подготовки:

15.03.06 Мехатроника и робототехника

2. Профиль подготовки: Интеллектуальные системы управления в мехатронике и робототехнике.

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)

6. Составитель программы: Леденева Татьяна Михайловна, д.т.н., профессор кафедры ВМ и ПИТ факультета ПММ

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ 17.03.2025г., протокол №6.

8. Учебный год: 2027/2028

Семестр: 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель учебной дисциплины: ознакомить обучающихся с подходами к интеграции искусственного интеллекта и робототехники.

Задачи учебной дисциплины:

ознакомление с основными технологиями искусственного интеллекта, которые используются в робототехнике;

ознакомление с примерами интеллектуальной робототехники.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули).

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен осуществлять разработку технического проекта гибких производственных и робототехнических систем в различных областях машиностроения и робототехники под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-1.1	Разрабатывает принципиальные схемы, схемы соединения элементов гибких производственных и робототехнических систем	<i>Знать:</i> основные понятия ИИ и принципы их реализации в интеллектуальной робототехнике. <i>Уметь:</i> анализировать основные функции интеллектуальных роботов и составлять обобщенные блок-схемы алгоритмов, которые их реализуют. <i>Владеть:</i> навыками научно-исследовательской деятельности.
ПК-3	Способен осуществлять выбор и создание программного обеспечения для системы управления робототехническими системами в машиностроении под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-3.1	Проводит анализ существующих методов математического и алгоритмического моделирования для разработки и сопряжения систем управления гибкими производственными процессами, робототехнических систем и осуществляет выбор оптимальных решений	<i>Знать:</i> основные классы моделей, методов и информационных технологий, которые используются в интеллектуальной робототехнике. <i>Уметь:</i> составить проект интеллектуальной системы с указанием моделей, методов и алгоритмов, которые могут быть использованы. <i>Владеть:</i> навыками компьютерного моделирования.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) – 2/72.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

13. Трудоемкость по видам учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	Семестр 7
Контактная работа		32	32
в том числе:	Лекции	16	16
	Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа		40	40
Промежуточная аттестация		32	32
Итого		72	72

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Онлайн-курс, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Понятие искусственного интеллекта	Искусственный интеллект (ИИ). Понятие интеллектуальной системы. Признаки интеллектуальности. Слабый ИИ, сильный ИИ, специализированный ИИ. Архитектура интеллектуальной системы.	moodle (Нечеткие системы управления) edu.vsu.ru
1.2	Обзор технологий ИИ в робототехнике	Информационные технологии ИИ, используемые в робототехнике: машинное обучение, глубокое обучение, обучение с подкреплением, компьютерное зрение, обработка естественного языка.	
1.3	Распределенный ИИ и групповая робототехника	Многоагентные системы: модели, методы, технологии разработки. Классификация агентов. Обзор задач, решаемых многоагентными системами. Коммуникация агентов. Планирование траектории.	
1.4	Общая характеристика применения ИИ в различных сферах робототехники	Обзор постановок задач, решаемых ИИ в различных сферах робототехники: промышленная робототехника, роботы в медицине, роботы в сфере обслуживания, роботы в оборонной сфере. Тенденции и перспективы применения ИИ в робототехнике.	
2. Лабораторные занятия			
2.1	Понятие искусственного интеллекта	Лабораторная работа №1. Обсуждение рефератов 1-10.	moodle (Нечеткие системы управления) edu.vsu.ru
2.2	Обзор технологий ИИ в робототехнике	Лабораторная работа №1. Обсуждение рефератов 11-21.	
2.3	Распределенный ИИ и групповая робототехника	Лабораторная работа №2. Обсуждение рефератов 22-31.	
2.4	Общая характе-		

	ристика применения ИИ в различных сферах робототехники	Лабораторная работа №2. Обсуждение рефератов 32-40.	
--	--	--	--

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Понятие искусственного интеллекта	4	4	10	18
2	Обзор технологий ИИ в робототехнике	4	4	10	18
3	Распределенный ИИ и групповая робототехника	4	4	10	18
4	Общая характеристика применения ИИ в различных сферах робототехники	4	4	10	18
Итого:		16	16	40	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Лекционные занятия реализуются в традиционной форме в соответствии с календарным планом-графиком чтения лекций. Цель лекции – ознакомление обучающихся с основными разделами темы. Лабораторные занятия направлены обсуждение частных задач и приложений ИИ в робототехнике. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения необходимо выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

№ п/п	Источник
1	Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление: учебное пособие / А. Пегат ; перевод с английского А. Г. Подвесовского, Ю. В. Тюменцева. – 4-е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 801 с. – ISBN 978-5-00101-742-4.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Станкевич Л.А. Интеллектуальные системы и технологии / Л.А Станкевич. – Москва: Юрайт, 2023.
3	Титенок А.В. Основы робототехники / А.В. Титенок. – Москва: Инфра-Инженерия, 2022.
4	Черноузько Ф.Л. Динамика мобильных систем с управляемой конфигурацией / Ф.Л. Черноузько, Н.Н. Болотник. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2022.

5	Рубцов В.И. Математические модели движения и системы технического зрения мобильных робототехнических комплексов / В.И. Рубцов, В.П. Носков, И.В. Рубцов. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016.
6	Старовойтов Е.И. Управление мобильными роботами и робототехническими системами / Е.И. Старовойтов. – Москва: Кнорус, 2023.
7	Бабаян П.В. Обработка изображений в системах обнаружения и сопровождения объектов / П.В. Бабаян, В.С. Муравьев, В.В. Стротов, С.А. Смирнов. – Москва: Горячая Линия – Телеком, 2025.
8	Корчак В.Ю. Военная и специальная робототехника / В.Ю. Корчак. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023.
9	John J. Craig Introduction to Robotics: Mechanics and Control. – Pearson / Prentice Hall, 2005.
10	Лентин Д. Изучение робототехники с помощью Python / Д. Лентин. – Москва: ДМК Пресс, 2019. – 252 с.
11	Новикова Н.М. Интеллектуальные интерфейсы / Н.М. Новикова, В.Н. Будко. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2011. – 307 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
12	www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ
13	Леденева, Т.М. Курс «Интеллектуальная робототехника» / Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». – Режим доступа: https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6085

16. Перечень учебно-методического обеспечения

№ п/п	Источник
14	Леденева, Т.М. Основы нечеткого моделирования / Т.М. Леденева. – Воронеж : Издательский Дом ВГУ, 2022. – 130 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии, электронное обучение, смешанное обучение.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Нечеткие системы управления», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-технического обеспечения дисциплины:

Учебная аудитория для проведения лекций специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).

ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, Мой Офис, Libre Office).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы: специализированная мебель, персональные компьютеры для индивидуальной работы с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).

ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, Мой Офис, Libre Office), специализированное ПО по тематике дисциплины (допускается демоверсия или виртуальный аналог ПО).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Понятие искусственного интеллекта	ПК-3	ПК-3.1	Реферат
2	Обзор технологий ИИ в робототехнике	ПК-1	ПК-1.1	
3	Распределенный ИИ и групповая робототехника	ПК-3	ПК-3.1	
4	Общая характеристика применения ИИ в различных сферах робототехники	ПК-3	ПК-3.1	
Промежуточная аттестация: Форма контроля – зачет				Тест

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Реферат

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень заданий из задачников и пособий из п.16

Темы рефератов:

Понятие искусственного интеллекта

1. Подходы к определению интеллекта и интеллектуальной деятельности.
2. Основные проблемы исследований в области ИИ.
3. Этические проблемы искусственного интеллекта.
4. Планирование поведения во внешней среде.
5. Представление знаний и работа с ними.
6. Естественно-языковые интерфейсы.
7. Архитектура интеллектуальных систем.
8. История робототехники и искусственного интеллекта.
9. Этические и социальные аспекты применения робототехники.
10. Классификация роботов.

Обзор технологий ИИ в робототехнике

11. Принципы функционирования автоматизированных механизмов и их основные задачи.

12. Общая характеристика нейронных сетей, их классификация и обзор задач, решаемых на основе нейросетевой технологии.
13. Области применения и задачи компьютерного зрения в робототехнике.
14. Компьютерное зрение и планирование движения роботов.
15. Компьютерное зрение в медицине.
16. Обзор алгоритмов глубокого машинного обучения для роботов.
17. Использование методов машинного обучения с подкреплением для управления робототехническими устройствами.
18. Системы адаптивного управления роботами: технологии для эффективного взаимодействия со средой.
19. Интерфейсы управления роботами с применением виртуальной и дополненной реальности.
20. Обработка естественного языка и голосовое управление.
21. Программирование для робототехники.

Распределенный ИИ и групповая робототехника

22. Понятие агента и многоагентной системы.
23. Обзор задач для многоагентных систем.
24. Задача планирования траекторий.
25. Динамическое распределение задач между агентами.
26. Взаимодействие агентов: коммуникация, языки коммуникации агентов.
27. Взаимодействие агентов: стратегии поведения и разрешение конфликтов.
28. Кооперативное и конкурентное обучение агентов.
29. Коллаборативные роботы.
30. Системы коллективного взаимодействия роботов.
31. Распознавание эмоций и адаптация поведения робота.

Общая характеристика применения ИИ в различных сферах робототехники

32. Применение ИИ в сфере автономной навигации.
33. Применение роботов в логистике.
34. Инспекция и контроль качества с использованием ИИ.
35. Адаптивное управление экзоскелетами для пациентов с нарушениями двигательной функции.
36. Хирургическая робототехника с использованием ИИ.
37. Социальные роботы.
38. Голосовые помощники.
39. Роботизированные системы защиты стратегических объектов.
40. Дроны с компьютерным зрением: экологический мониторинг.

Описание технологии проведения. Проводится контроль собеседования обучающегося с преподавателем по теме реферата, который должен быть представлен обучающимся в печатном виде.

Шкалы и критерии оценивания:

Оценка	Критерии оценок
Зачтено	Реферат оформлен в соответствии с требованиями к оформлению и содержанию.
Незачтено	Имеются существенные погрешности в оформлении, не все требования к содержанию выполнены.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о Промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Оценка промежуточной аттестации формируется с учетом результата текущей аттестации, итоговая оценка совпадает с текущей.

Зачет может проводиться в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ». Большая часть вопросов проверяется автоматически, проверки преподавателем с ручным оцениванием требуют только расчетные задачи, практико-ориентированные задачи

Перечень заданий теста:

1. Какую систему управления можно считать интеллектуальной (возможен множественный выбор):
 - а) система, выполняющая функции, которые принято считать интеллектуальными;
 - б) система, поведение которой напоминает разумное поведение человека;
 - в) система, которая базируется на информационных технологиях обработки знаний о некоторой предметной области.

Ответ: а), в)

2. В чем заключается различие между обычным статическим регулятором (ОСР) и нечетким статическим регулятором (НСР):
 - а) в случае НСР можно учитывать большее количество входных переменных;
 - б) для построения ОСР требуется знание функции, которая описывает зависимость выходной переменной от входных, а в случае НСР этого не требуется;
 - в) алгоритм работы НСР основан на базе знаний.

Ответ: б), в)

3. Знания – это
 - а) особый вид информации;
 - б) конкретные факты;
 - в) метаданные.

Ответ: а)

4. Укажите модель представления знаний, которая используется в нечетких системах управления
 - а) фреймы;
 - б) продукции;
 - в) семантические сети;
 - г) формально-логические модели.

Ответ: б)

5. Какие элементы входят в архитектуру нечеткой системы управления (возможен множественный выбор):
 - а) интерфейс пользователя;
 - б) база знаний;
 - в) блок логического вывода;
 - г) подсистема объяснений;
 - д) интеллектуальный редактор базы знаний.

Ответ: б), в)

6. Конфликтное множество продукционных правил – это
 - а) правила, имеющие одинаковые посылки и разные заключения

- b) совокупность правил, успешно сопоставленных на основе их посылок со списком фактов
 - c) правила, имеющие разные посылки, но одинаковые заключения
7. Какой из методов логического вывода предполагает формирование рассуждений от фактов к заключениям?
- a) прямой
 - b) обратный
8. Какой регулятор из перечисленных является упрощенным вариантом ПИД-регулятора:
- a) ПД-регулятор;
 - b) П-регулятор;
 - c) ПИДД-регулятор?

Ответ: а)

9. На качество работы ПИД-регулятора наибольшее влияние оказывает:
- a) корректное определение логических операций;
 - b) тип функции принадлежности термов выходной переменной;
 - c) тип функции принадлежности входных переменных;
 - d) процедура дефизификации.

Ответ: а),d)

10. ПИД-регулятор целесообразно использовать для управления
- a) линейными объектами;
 - b) нелинейными объектами;
 - c) как линейными, так и нелинейными объектами.

Ответ: b)

Вопросы с кратким текстовым ответом

- 1) Можно ли считать базу знаний аналогом базы данных?

Ответ: Нет, поскольку знания – это особый тип информации, отличающийся своим набором свойств. В нечетких системах управления база данных входит в базу знаний.

- 2) Какие типы продукционных правил используются в нечетких системах управления?

Ответ: При формировании базы правил используются лингвистическая модель и модель Такаги-Сугено.

- 3) Что подразумевается под лингвистической аппроксимацией?

Ответ: Значениями входной и/или выходной переменных являются термы лингвистических шкал, а база правил описывает зависимость выходной переменной от входных в виде продукционных правил.

- 4) Перечислите особенности прямого и обратного логического вывода.

Ответ: Прямой логический вывод предназначен для определения значения выходной переменной, а обратный – для определения отрицания значения входной переменной. Основой в обоих случаях является импликация, но для прямого вывода задается значение входной переменной, а для обратного вывода – отрицание значения выходной переменной.

- 5) Перечислите современные технологии/библиотеки, используемые для разработки нечетких систем управления.

Ответ: MATLAB, FuzzyTech, Clips.

6) Можно ли заменить математическую модель объекта управления опытом эксперта (управление подъемным краном, диспетчерское управление производственным процессом, пилотирование самолета и т.п.)?

Ответ: Да, можно. Математическую модель объекта управления заменяет база знаний, в которой знания представляются продукционными правилами, полученными от эксперта.

7) В чем заключается задача идентификации при разработке нечеткого регулятора на основе модели объекта управления?

Ответ: Задача идентификации заключается в определении базы правил и параметров нечеткого логического вывода.

8) Какие подходы применимы для разработки базы знаний нечеткого регулятора при отсутствии модели нелинейного объекта?

Ответ: Для разработки базы знаний применимы следующие подходы: метод сеточного разбиения входного пространства переменных; нейросетевые технологии; использование алгоритмов кластеризации; использование эвристических алгоритмов.

9) Приведите примеры подходов, используемых для определения устойчивости нечетких систем управления.

Ответ: Известны следующие подходы для определения устойчивости нечетких систем управления: критерий устойчивости Попова, прямой метод Ляпунова, метод описывающей функции, критерий конусности, критерий вход-выходной устойчивости.

10) В чем заключается свойство гиперустойчивости и как оно применяется в нечетких системах управления?

Ответ: Гиперустойчивость – это свойство системы, состоящее в том, что вектор состояния системы удовлетворяет условию ограниченности, если значения входных переменных принадлежат некоторому заданному подмножеству всех возможных значений этих переменных.

Описание технологии проведения. Для студента будет предложено десять вопросов, на один из которых необходимо дать письменный ответ (расчетные задачи, практико-ориентированные задачи). Остальные вопросы с выбором ответа, которые проверяются автоматически.

На прохождение теста отводится 30 минут.

Максимальное число баллов, которое может получить абитуриент, пройдя тест, равно **35** баллам. Правила оценивания вопросов приведены в «**Критерии и шкалы оценивания**».

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно;
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно.

Оценка зачтено ставится, если количество баллов не менее 26, в противном случае – не зачтено

20.3 Задания раздела 20 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).