

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Наименование образовательной программы: Разработка компьютерных технологий управления и математического моделирования в робототехнике и мехатронике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕХАТРОНИКЕ И
РОБОТОТЕХНИКЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.11
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 129,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Маслов А.Н.
	Идентификатор	Rf8f2f741-MaslovAN-736ea3ef

А.Н. Маслов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Свириденко О.В.
	Идентификатор	R9097b88f-SviridenkoOV-16830d5f

О.В.
Свириденко

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883c

И.В. Меркурьев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Является изучение основ теории искусственного интеллекта, методов и алгоритмов, задач и компьютерных программ.

Задачи дисциплины

- Изучение применяемых при решении задач робототехники методов искусственного интеллекта и лежащего в основе данных методов математического аппарата (включая получение необходимых сведений из общей и линейной алгебры);
- Овладение важнейшими методами решения прикладных задач в области компьютерного моделирования робототехнических систем, включая методы искусственного интеллекта.;
- Формирование устойчивых навыков по применению методов искусственного интеллекта при решении робототехнических задач, включая методы построения программного движения роботов, оптимизации алгоритмов и управления поведением робота.;
- Применение методов искусственного интеллекта в техническом зрении и в блоках управления мехатронных систем.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-4 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов	ИД-2 _{ОПК-4} Применяет современные программные средства для моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей	знать: - Генетический алгоритм.;; - Алгоритм отжига.;; - Сеть Кохонена.;; - Сеть Хопфилда.;; - Структуру нейронных сетей. Основные способы обучения сетей.. уметь: - Применять нечеткий регулятор.;; - Применять методы обучения нейронных сетей без учителя.;; - Применять методы обучения нейронных сетей с учителем.;; - Составлять входные и выходные элементы и матрицы весов со смещением нейронных сетей в задачах фильтрации и классификации..
ОПК-13 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	ИД-3 _{ОПК-13} Разрабатывает математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта,	знать: - Сеть обратного распространения ошибок.;; - Алгоритм муравья.;; - Алгоритмы нечеткой логики в управлении систем и обработке информации.. уметь: - Строить граф пути, его оптимизацию, эвристику.;; - Обрабатывать и распознавать изображения, осуществлять фильтрацию и коррекцию

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
	нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей	геометрических изображений..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Разработка компьютерных технологий управления и математического моделирования в робототехнике и мехатронике (далее – ОПОП), направления подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы линейной алгебры, математического анализа, теории множеств и математической логики.
- знать Основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации.
- знать Теоретические основы и основные алгоритмы вычислительной механики.
- знать Основы теории пошаговых методов решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
- знать Теоретические основы проектирования роботов и робототехнических систем.
- уметь Применять математические методы в ходе решения практических задач.
- уметь Использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, квалифицированно применяя программное обеспечение и математические пакеты для компьютерного моделирования механических систем.
- уметь Осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных.
- уметь Правильно применять основные алгоритмы вычислительной механики и математического моделирования, использовать методы вычислительной механики и математического моделирования в технических приложениях.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Нейронные сети.	32	3	4	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Найти характеристики двухслойного персептрона. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ст. 172-190	
1.1	Нейронные сети.	32		4	-	4	-	-	-	-	-	24	-		
2	Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация.	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> найти матрицу весов сети Хопфилда. найти установившееся выход сети в асинхронном режиме. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ст. 226-233
2.1	Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация.	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	
3	Сеть Кохонена. Кластеризация.	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Найти матрицу весов сети Кохонена. найти установившееся выход сети. Прогнать сеть в обратном направлении. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ст. 200-212 [3], ст.147-175
3.1	Сеть Кохонена. Кластеризация.	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	
4	Муравьиный алгоритм. Алгоритм отжига.	36		8	-	4	-	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Реализация алгоритма с двумя муравьями. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], ст. 147-154
4.1	Муравьиный алгоритм.	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	
4.2	Алгоритм отжига.	18	4	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-		

5	Генетический алгоритм.	18	4	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Сравнение результатов генетического алгоритма при мутации и скрещивании. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], ст. 9-38
5.1	Генетический алгоритм.	18	4	-	2	-	-	-	-	-	12	-	
6	Нечёткие множества.	22	8	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Задача на арифметические действия с нечеткими множествами. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ст. 10-26
6.1	Нечёткие множества.	22	8	-	2	-	-	-	-	-	12	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	-	16	-	2	-	-	0.5	96	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	-	16	2	-	-	-	0.5	129.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Нейронные сети.

1.1. Нейронные сети.

История возникновения науки. Основоположники. Пути развития. Два направления в разработке ИИ. Основные задачи ИИ.. Нейронные сети. Основные характеристики сетей. Параллели из биологии. Дендриты, аксоны, синапсы. Нейронные сети. Персептрон. Теорема о сходимости персептрона. Неравенство Шварца. Архитектуры сетей. Обратное распространение ошибки. Дельта-правило. Обратное распространение ошибки. Функция активности. Сигмоид и его виды. Сигмоидная производная.. Роль нелинейности функций активности в нейронных сетях. Эффект запираания сети. Память, свойства, реализация в нейронных сетях..

2. Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация.

2.1. Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация.

Гетероассоциативная память. Принцип сжатия информации. Автоассоциативная сеть.. Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация.. Распознавание изображений. Фильтр Собеля. Пороговый фильтр. Многопороговый фильтр.. Сравнение фильтров. Назначение и программирование фильтров контурной обработки. Векторизация изображений. Адаптивные резонансные сети..

3. Сеть Кохонена. Кластеризация.

3.1. Сеть Кохонена. Кластеризация.

Сеть Кохонена. Кластеризация. Оценка близости. Изменение кластеров.. Выбор коэффициента обучения. Многоступенчатая кластеризация. Метод выпуклой комбинации..

4. Муравьиный алгоритм. Алгоритм отжига.

4.1. Муравьиный алгоритм.

Муравьиный алгоритм. Задача коммивояжера. Отрицательная и положительная обратная связь. Элитные муравьи..

4.2. Алгоритм отжига.

Алгоритм отжига. Задача коммивояжера – решение методом отжига и с помощью муравьиного алгоритма..

5. Генетический алгоритм.

5.1. Генетический алгоритм.

Генетический алгоритм минимизации функции. Генетический алгоритм оптимального размещения графа на линейке и плоскости.. Генетические алгоритмы John Holland. Теорема схем. Уравнение Эйгена – Фишера.. Генетический алгоритм минимизации функции. Задачи Штейнера. Столбы и точки Штейнера. Методы выбора линейки.. Генетический алгоритм оптимизации фермы. Три вида целевой функции.. Генетический алгоритм для решения задачи Коши и краевой задачи. Два вида целевой функции..

6. Нечёткие множества.

6.1. Нечёткие множества.

Нечёткие множества. Операции над ними.. Нечёткое управление.. Экспертные оценки. Шкала Саати. Мера несогласованности. Код Грея..

3.3. Темы практических занятий

1. 1.Двухслойный перцептрон. Алгоритм обратного распространения ошибок;
2. 2.Сеть Хопфилда. Сеть Кохонена.;
3. 3.Гетероассоциативная память. Нечеткие множества.;
4. 4.Функция принадлежности нечетких множеств. Композиционное правило Заде.;
5. 5.Мыравьиный алгоритм. Ядро оператора увеличения нечеткости.;
6. 6.Алгоритм отжига. Генетический алгоритм.;
7. 7.Сеть Хемминга.;
8. 8.Марковские цепи..

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
Структуру нейронных сетей. Основные способы обучения сетей.	ИД-2ОПК-4	+						Контрольная работа/Задачи №6, 7, 9, 11
Сеть Хопфилда,	ИД-2ОПК-4		+					Контрольная работа/Задачи №8,10,17,19
Сеть Кохонена.	ИД-2ОПК-4			+				Контрольная работа/Задачи №8,10,17,19
Алгоритм отжига.	ИД-2ОПК-4				+			Контрольная работа/Задачи №12, 20, 13, 14
Генетический алгоритм.	ИД-2ОПК-4					+		Контрольная работа/Задачи №12, 20, 13, 14
Алгоритмы нечеткой логики в управлении систем и обработке информации.	ИД-3ОПК-13						+	Контрольная работа/Задачи №18, 22, 23
Алгоритм муравья.	ИД-3ОПК-13				+			Контрольная работа/Задачи №12, 20, 13, 14
Сеть обратного распространения ошибок,	ИД-3ОПК-13	+						Контрольная работа/Задачи №6, 7, 9, 11
Уметь:								
Составлять входные и выходные элементы и матрицы весов со смещением нейронных сетей в задачах фильтрации и классификации.	ИД-2ОПК-4		+	+				Контрольная работа/Задачи №8,10,17,19
Применять методы обучения нейронных сетей с учителем.	ИД-2ОПК-4	+						Контрольная работа/Задачи №6, 7, 9, 11

Применять методы обучения нейронных сетей без учителя	ИД-2ОПК-4	+						Контрольная работа/Задачи №6, 7, 9, 11
Применять нечеткий регулятор.	ИД-2ОПК-4						+	Контрольная работа/Задачи №18, 22, 23
Обрабатывать и распознавать изображения, осуществлять фильтрацию и коррекцию геометрических изображений.	ИД-3ОПК-13	+						Контрольная работа/Задачи №6, 7, 9, 11
Строить граф пути, его оптимизацию, эвристику.	ИД-3ОПК-13				+	+		Контрольная работа/Задачи №12, 20, 13, 14

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Задачи №12, 20, 13, 14 (Контрольная работа)
2. Задачи №18, 22, 23 (Контрольная работа)
3. Задачи №6, 7, 9, 11 (Контрольная работа)
4. Задачи №8,10,17,19 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка выставляется по формуле $0.3 * \text{"оценка текущей аттестации"} + 0.7 * \text{"оценка промежуточной аттестации"}$ с математическим округлением

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие / Г. Э. Яхьяева . – 2-е изд., испр. – М. : Интернет-Ун-т информ. технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 . – 316 с. – (Основы информационных технологий) . - ISBN 978-5-94774-818-5 .;
2. Кирсанов, М. Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы / М. Н. Кирсанов . – М. : Физматлит, 2007 . – 168 с. – (Информационные и компьютерные технологии) . - ISBN 978-5-922107-45-7 .;
3. Медведев, В. С. Нейронные сети MATLAB 6 / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин . – М. : Диалог-МИФИ, 2002 . – 496 с. – (Пакеты прикладных программ ; Кн.4) . - ISBN 5-86404-163-7 .;
4. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М.- "Генетические алгоритмы.", (2-е изд., испр. и доп.), Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2010 - (368 с.)
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2163.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Scilab;
6. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	С-205, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	С-213, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	С-213, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	С-213, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы искусственного интеллекта в мехатронике и робототехнике

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Задачи №6, 7, 9, 11 (Контрольная работа)
- КМ-2 Задачи №8,10,17,19 (Контрольная работа)
- КМ-3 Задачи №12, 20, 13, 14 (Контрольная работа)
- КМ-4 Задачи №18, 22, 23 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	15
1	Нейронные сети.					
1.1	Нейронные сети.		+			
2	Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация.					
2.1	Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация.			+		
3	Сеть Кохонена. Кластеризация.					
3.1	Сеть Кохонена. Кластеризация.			+		
4	Муравьиный алгоритм. Алгоритм отжига.					
4.1	Муравьиный алгоритм.				+	
4.2	Алгоритм отжига.				+	
5	Генетический алгоритм.					
5.1	Генетический алгоритм.				+	
6	Нечёткие множества.					
6.1	Нечёткие множества.					+
Вес КМ, %:			20	20	30	30