

**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 <sub>ОПК-4</sub> 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 <sub>ОПК-13</sub> 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	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Найти характеристики двухслойного персептрона. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], ст. 172-190	
1.1	Нейронные сети.	32		4	-	4	-	-	-	-	-	24	-		
2	Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация.	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> найти матрицу весов сети Хопфилда. найти установившееся выход сети в асинхронном режиме. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], ст. 226-233
2.1	Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация.	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	
3	Сеть Кохонена. Кластеризация.	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Найти матрицу весов сети Кохонена. найти установившееся выход сети. Прогнать сеть в обратном направлении. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Реализация алгоритма с двумя муравьями. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Сравнение результатов генетического алгоритма при мутации и скрещивании. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], ст. 9-38
5.1	Генетический алгоритм.	18	4	-	2	-	-	-	-	-	12	-	
6	Нечёткие множества.	22	8	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Задача на арифметические действия с нечеткими множествами. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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	
<b>Знать:</b>								
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
<b>Уметь:</b>								
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](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](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