

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

---

Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Системы и технические средства автоматизации и управления

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.06
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	6 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	6 семестр - 28 часа;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	6 семестр - 28 часа;
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	6 семестр - 87,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Проверочная работа Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	6 семестр - 0,30 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Филаретов Г.Ф.
	Идентификатор	R73474c6e-FilaretovGF-583724c4

Г.Ф. Филаретов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шилин Д.В.
	Идентификатор	R495daf18-ShilinDV-59db3f0e

Д.В. Шилин

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

А.В. Бобряков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методов и процедур обработки информации на основе использования искусственных нейронных сетей (ИНС) и их применения для решения прикладных задач

### Задачи дисциплины

- изучение основ теории, общих принципов построения и использования ИНС как современного средства обработки и анализа данных;
- ознакомление с основными парадигмами ИНС и методами их обучения (настройки);
- приобретение навыков решения с помощью ИНС прикладных задач классификации, распознавания образов и сжатия информации, идентификации статических и динамических объектов управления, построения моделей временных рядов, синтеза нейросетевых систем управления;
- освоение нейросетевого инструментария для универсального средства решения задач в различных прикладных областях.

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
ПК-1 Способен разрабатывать системы и технические средства автоматизации и управления на основе современных программных и аппаратных средств	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Формулирует критерии качества, разработки, настройки и тестирования алгоритмов анализа данных	знать: - типовые разновидности искусственных нейронов и типовые структуры нейросетей; - основные направления развития нейросетевых технологий и ключевые области их применения.  уметь: - осуществлять выбор той или иной парадигмы ИНС с учетом особенностей конкретной прикладной задачи; - производить синтез подходящей ИНС и реализовывать соответствующий алгоритм обучения.
ПК-1 Способен разрабатывать системы и технические средства автоматизации и управления на основе современных программных и аппаратных средств	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание различных способов машинного обучения и способность применять их на практике	знать: - особенности структур, настройки, функционирования и применения нейросетей для обработки экспериментальных данных; - потенциальные возможности применения ИНС для решения типовых задач анализа, обработки информации и управления, в том числе в условиях ее неполноты.  уметь: - проводить сравнительный анализ различных вариантов ИНС и выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи; - использовать ИНС для решения задач

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		регулирования и управления техническими объектами.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Системы и технические средства автоматизации и управления (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Введение. Общие вопросы построения искусственных нейронных сетей	14	6	2	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Введение. Общие вопросы построения искусственных нейронных сетей", подготовка к тесту №1</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №1 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Введение. Общие вопросы построения искусственных нейронных сетей" материалу.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение. Общие вопросы построения искусственных нейронных сетей"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 5 – 21</p>	
1.1	Биологический нейрон и нейронная организация мозга. Формальный искусственный нейрон (классическая модель Мак-Каллоха-Питса). Разновидности искусственных нейронов	14		2	4	-	-	-	-	-	-	8	-		
2	Классификация нейронных сетей	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8		-
2.1	Понятия представимости задачи в нейросетевом логическом базисе и	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-

	обучаемости ИНС. Персептрон Розенблата и его свойства с позиций представимости и обучаемости												выполнения заданий по лабораторной работе №2 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Классификация нейронных сетей" материалу.
2.2	Алгоритм обучения однослойного персептрона Розенблата. Методы обучения ИНС	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Классификация нейронных сетей" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 29 – 32
3	Многослойный персептрон и алгоритмы его обучения	22	6	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Многослойный персептрон и алгоритмы его обучения", подготовка к тесту №3 и защите лабораторной работы №2
3.1	Многослойные сети прямого действия. Многослойный персептрон	7	2	1	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №3 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Многослойный персептрон и алгоритмы его обучения" материалу.
3.2	Алгоритм обучения обратного распространения ошибки (Back Propagation – BP) и его модификации. Стохастические методы обучения	7	2	1	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Многослойный персептрон и алгоритмы его обучения" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 50-54
3.3	Автоассоциативные ИНС и их применение для сжатия и кодирования информации	8	2	2	-	-	-	-	-	-	4	-	
4	Сети Кохонена. Сети встречного распространения	16	2	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сети Кохонена. Сети встречного распространения", подготовка к защите
4.1	Сети Кохонена и их	16	2	4	-	-	-	-	-	-	10	-	

	обучение. Сети встречного распространения и их применение для аппроксимации прямых и обратных зависимостей. Каскадные сети и их применение												лабораторной работы №3 <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №4 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Сети Кохонена. Сети встречного распространения" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сети Кохонена. Сети встречного распространения" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 148 - 152
5	Сети радиальных базисных функций. Частично-рекуррентные ИНС	16	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сети радиальных базисных функций. Частично-рекуррентные ИНС", подготовка к защите лабораторной работы №4
5.1	Особенности построения и назначение ИНС с радиальными базисными функциями. Алгоритм обучения. Сопоставления сетей с радиальными базисными функциями и многослойного персептрона.	8	2	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №5 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Сети радиальных базисных функций. Частично-рекуррентные ИНС" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сети радиальных базисных функций. Частично-рекуррентные ИНС"
5.2	Сети с обратными связями. Частично-рекуррентные сети Элмана и Жордана)	8	2	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 130 -141; 176-189

6	Релаксационные искусственные нейронные сети	14		2	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Релаксационные искусственные нейронные сети", подготовка к защите лабораторной работы №5
6.1	Сети Хопфилда. Особенности их функционирования. Применение сети Хопфилда в качестве ассоциативной памяти, расчет весовых коэффициентов сети и оценка ее информационной емкости. Двухнаправленная ассоциативная память (сеть ДАП), особенности ее функционирования и настройки, информационная емкость. Сети Хемминга и их применение	14		2	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №6 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Релаксационные искусственные нейронные сети" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Релаксационные искусственные нейронные сети" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 118 - 147
7	Нейроимитаторы. Сверточные сети	16		4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Нейроимитаторы. Сверточные сети",
7.1	Сети адаптивной резонансной теории (ART). ИНС типа ART-1, ее структура, параметрическое описание, процедура самообучения и ее реализация. Когнитрон (структура, особенности организации и обучения).	8		2	2	-	-	-	-	-	-	4	-	подготовка к защите лабораторной работы №6 <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №7 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Нейроимитаторы. Сверточные сети" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение</u></b>



	Неокогнитрон													
7.2	Сверточные сети как развитие парадигмы неокогнитрона. Структура сверточных сетей, свойства нейронов, алгоритм функционирования и обучения	8	2	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b>теоретического материала:</b> Изучение дополнительного материала по разделу "Нейроимитаторы. Сверточные сети" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 69 - 88	
8	Применение искусственных нейронных сетей	16	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Применение искусственных нейронных сетей", подготовка к защите лабораторной работы №7	
8.1	Общие вопросы применения. Использование ИНС при решении задач статической и динамической идентификации, моделирования типовых стохастических процессов. Распознавание образов и классификация	8	2	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение искусственных нейронных сетей" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 134-158 [4], стр. 26 – 41 [5], стр. 10 – 46 [6], стр. 244 - 259	
8.2	ИНС в системах управления, нейросетевые регуляторы, адаптивное и оптимальное управление	8	2	2	-	-	-	-	-	-	4	-		
	Зачет с оценкой	18.00	-	-	-	-	-	-	-	0.30	-	17.7		
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.30</b>	<b>70</b>	<b>17.7</b>		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.30</b>	<b>87.7</b>			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КНР – 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. Введение. Общие вопросы построения искусственных нейронных сетей

1.1. Биологический нейрон и нейронная организация мозга. Формальный искусственный нейрон (классическая модель Мак-Каллоха-Питса). Разновидности искусственных нейронов  
Биологический нейрон и нейронная организация мозга. Формальный искусственный нейрон (классическая модель Мак-Каллоха-Питса). Разновидности искусственных нейронов.

### 2. Классификация нейронных сетей

2.1. Понятия представимости задачи в нейросетевом логическом базисе и обучаемости ИНС. Персептрон Розенблата и его свойства с позиций представимости и обучаемости  
Алгоритм обучения однослойного персептрона Розенблата. Методы обучения ИНС.

2.2. Алгоритм обучения однослойного персептрона Розенблата. Методы обучения ИНС  
Понятия представимости задачи в нейросетевом логическом базисе и обучаемости ИНС. Персептрон Розенблата и его свойства с позиций представимости и обучаемости.

### 3. Многослойный персептрон и алгоритмы его обучения

3.1. Многослойные сети прямого действия. Многослойный персептрон  
Автоассоциативные ИНС и их применение для сжатия и кодирования информации.

3.2. Алгоритм обучения обратного распространения ошибки (Back Propagation – BP) и его модификации. Стохастические методы обучения  
Многослойные сети прямого действия. Многослойный персептрон.

3.3. Автоассоциативные ИНС и их применение для сжатия и кодирования информации  
Алгоритм обучения обратного распространения ошибки (Back Propagation – BP) и его модификации. Стохастические методы обучения.

### 4. Сети Кохонена. Сети встречного распространения

4.1. Сети Кохонена и их обучение. Сети встречного распространения и их применение для аппроксимации прямых и обратных зависимостей. Каскадные сети и их применение  
Сети Кохонена и их обучение. Сети встречного распространения и их применение для аппроксимации прямых и обратных зависимостей. Каскадные сети и их применение.

### 5. Сети радиальных базисных функций. Частично-рекуррентные ИНС

5.1. Особенности построения и назначение ИНС с радиальными базисными функциями. Алгоритм обучения. Сопоставления сетей с радиальными базисными функциями и многослойного персептрона.  
Сети с обратными связями. Частично-рекуррентные сети Элмана и Жордана).

5.2. Сети с обратными связями. Частично-рекуррентные сети Элмана и Жордана)  
Особенности построения и назначение ИНС с радиальными базисными функциями. Алгоритм обучения. Сопоставления сетей с радиальными базисными функциями и многослойного персептрона..

## 6. Релаксационные искусственные нейронные сети

6.1. Сети Хопфилда. Особенности их функционирования. Применение сети Хопфилда в качестве ассоциативной памяти, расчет весовых коэффициентов сети и оценка ее информационной емкости. Двухнаправленная ассоциативная память (сеть ДАП), особенности ее функционирования и настройки, информационная емкость. Сети Хемминга и их применение

Сети Хопфилда. Особенности их функционирования. Применение сети Хопфилда в качестве ассоциативной памяти, расчет весовых коэффициентов сети и оценка ее информационной емкости. Двухнаправленная ассоциативная память (сеть ДАП), особенности ее функционирования и настройки, информационная емкость. Сети Хемминга и их применение.

## 7. Нейроимитаторы. Сверточные сети

7.1. Сети адаптивной резонансной теории (ART). ИНС типа ART-1, ее структура, параметрическое описание, процедура самообучения и ее реализация. Когнитрон (структура, особенности организации и обучения). Неокогнитрон

Сверточные сети как развитие парадигмы неокогнитрона. Структура сверточных сетей, свойства нейронов, алгоритм функционирования и обучения.

7.2. Сверточные сети как развитие парадигмы неокогнитрона. Структура сверточных сетей, свойства нейронов, алгоритм функционирования и обучения

Сети адаптивной резонансной теории (ART). ИНС типа ART-1, ее структура, параметрическое описание, процедура самообучения и ее реализация. Когнитрон (структура, особенности организации и обучения). Неокогнитрон.

## 8. Применение искусственных нейронных сетей

8.1. Общие вопросы применения. Использование ИНС при решении задач статической и динамической идентификации, моделирования типовых стохастических процессов. Распознавание образов и классификация

ИНС в системах управления, нейросетевые регуляторы, адаптивное и оптимальное управление.

8.2. ИНС в системах управления, нейросетевые регуляторы, адаптивное и оптимальное управление

Общие вопросы применения. Использование ИНС при решении задач статической и динамической идентификации, моделирования типовых стохастических процессов. Распознавание образов и классификация.

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Синтез нейросетевого оптимального регулятора;
2. Нейросетевая система управления нестационарным объектом;
3. Сеть Кохонена;
4. Многослойный персептрон. Алгоритмы обучения, выбор структуры и контроль качества обучения ИНС;
5. Применение многослойного персептрона. Автоассоциативная ИНС.

- Прогнозирование временных рядов;
6. Изучение основных понятий теории ИНС;
  7. Сравнительное исследование нейросетевого оптимального и ПИД регуляторов.

### **3.5 Консультации**

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение. Общие вопросы построения искусственных нейронных сетей"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Классификация нейронных сетей"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Многослойный персептрон и алгоритмы его обучения"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Сети Кохонена. Сети встречного распространения"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Сети радиальных базисных функций. Частично-рекуррентные ИНС"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Релаксационные искусственные нейронные сети"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Нейроимитаторы. Сверточные сети"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Применение искусственных нейронных сетей"

### **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	7	8		
<b>Знать:</b>											
основные направления развития нейросетевых технологий и ключевые области их применения	ИД-2ПК-1			+							Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 5 Проверочная работа/Тестирование по теме 2 и теме 3 Классификация нейронных сетей (тест 2)
типовые разновидности искусственных нейронов и типовые структуры нейросетей	ИД-2ПК-1	+									Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы №3 Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 4 Проверочная работа/Тестирование по теме1 Разновидности искусственных нейронных сетей (тест1)
потенциальные возможности применения ИНС для решения типовых задач анализа, обработки информации и управления, в том числе в условиях ее неполноты	ИД-3ПК-1		+	+							Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 7 Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторных работ № 1, №2
особенности структур, настройки, функционирования и применения нейросетей для обработки экспериментальных данных	ИД-3ПК-1	+									Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы №3 Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 6 Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторных работ № 1, №2
<b>Уметь:</b>											
производить синтез подходящей ИНС и реализовывать соответствующий алгоритм	ИД-2ПК-1			+		+					Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 4

обучения									Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 5 Проверочная работа/Тестирование по теме 2 и теме 3 Классификация нейронных сетей (тест 2)
осуществлять выбор той или иной парадигмы ИНС с учетом особенностей конкретной прикладной задачи	ИД-2ПК-1				+				Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы №3 Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 4 Проверочная работа/Тестирование по теме1 Разновидности искусственных нейронных сетей (тест1)
использовать ИНС для решения задач регулирования и управления техническими объектами	ИД-3ПК-1				+		+		Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 6 Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторных работ № 1, №2
проводить сравнительный анализ различных вариантов ИНС и выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи	ИД-3ПК-1				+			+	Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 7 Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторных работ № 1, №2

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **6 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Выполнение и защита лабораторной работы № 4 (Лабораторная работа)
2. Выполнение и защита лабораторной работы № 5 (Лабораторная работа)
3. Выполнение и защита лабораторной работы № 6 (Лабораторная работа)
4. Выполнение и защита лабораторной работы № 7 (Лабораторная работа)
5. Выполнение и защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)
6. Выполнение и защита лабораторных работ № 1, №2 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тестирование по теме 2 и теме 3 Классификация нейронных сетей (тест 2) (Проверочная работа)
2. Тестирование по теме 1 Разновидности искусственных нейронных сетей (тест1) (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №6)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Круглов, В. В. Искусственные нейронные сети : Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2001 . – 382 с. - ISBN 5-935170-31-0 .;
2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации : пер. с пол. / С. Осовский . – М. : Финансы и статистика, 2002 . – 344 с. - ISBN 5-279-02567-4 .;
3. Головкин, В. А. Нейронные сети: обучение, организация и применение: Кн.4 : Учебное пособие для вузов по направлению "Прикладные математика и физика" / В. А. Головкин ; Общ. ред. А. И. Галушкин . – М. : ИПРЖР, 2001 . – 256 с. – (Нейрокомпьютеры и их применение) : 5-93108-05-8 .;
4. Бородкин, А. А. Основы искусственных нейронных сетей и их применение : лабораторный практикум [для АВТИ по направлению "Управление в технических системах"] / А. А. Бородкин, В. Л. Елисеев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 57 с. - ISBN 978-5-7046-1858-4 .  
[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=9949;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=9949)



5. Круг, П. Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры : Учебное пособие по курсу "Микропроцессоры" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / П. Г. Круг, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 176 с. - ISBN 5-7046-0832-9 .;
6. А. Б. Барский- "Логические нейронные сети", Издательство: "Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний", Москва, 2007 - (352 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232983>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. NNACS.

## 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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-304а/1, Учебная лаборатория моделирования систем и анализа данных	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная

промежуточной аттестации		сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
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	М-304а/2, Учебная лаборатория моделирования систем и анализа данных	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	М-302/2, Научная группа нейросетевых, статистических и фрактальных методов обработки информации	стол, стул
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-309, Кладовая	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря
	М-301/1, Кладовая	стул

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Нейрокомпьютеры и их применение

(название дисциплины)

#### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тестирование по теме 1 Разновидности искусственных нейронных сетей (тест 1) (Проверочная работа)
- КМ-2 Тестирование по теме 2 и теме 3 Классификация нейронных сетей (тест 2) (Проверочная работа)
- КМ-3 Выполнение и защита лабораторных работ № 1, №2 (Лабораторная работа)
- КМ-4 Выполнение и защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Выполнение и защита лабораторной работы № 4 (Лабораторная работа)
- КМ-6 Выполнение и защита лабораторной работы № 5 (Лабораторная работа)
- КМ-7 Выполнение и защита лабораторной работы № 6 (Лабораторная работа)
- КМ-8 Выполнение и защита лабораторной работы № 7 (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	1	3	1	5	7	9	11	13
1	Введение. Общие вопросы построения искусственных нейронных сетей									
1.1	Биологический нейрон и нейронная организация мозга. Формальный искусственный нейрон (классическая модель Мак-Каллоха-Питса). Разновидности искусственных нейронов		+		+	+	+		+	
2	Классификация нейронных сетей									
2.1	Понятия представимости задачи в нейросетевом логическом базисе и обучаемости ИНС. Персептрон Розенблата и его свойства с позиций представимости и обучаемости				+					+
2.2	Алгоритм обучения однослойного персептрона Розенблата. Методы обучения ИНС				+					+
3	Многослойный персептрон и алгоритмы его обучения									

3.1	Многослойные сети прямого действия. Многослойный персептрон		+	+		+	+	+	+
3.2	Алгоритм обучения обратного распространения ошибки (Back Propagation – BP) и его модификации. Стохастические методы обучения			+					+
3.3	Автоассоциативные ИНС и их применение для сжатия и кодирования информации		+			+	+		
4	Сети Кохонена. Сети встречного распространения								
4.1	Сети Кохонена и их обучение. Сети встречного распространения и их применение для аппроксимации прямых и обратных зависимостей. Каскадные сети и их применение	+			+	+			
5	Сети радиальных базисных функций. Частично-рекуррентные ИНС								
5.1	Особенности построения и назначение ИНС с радиальными базисными функциями. Алгоритм обучения. Сопоставления сетей с радиальными базисными функциями и многослойного персептрона.		+			+	+		
5.2	Сети с обратными связями. Частично-рекуррентные сети Элмана и Жордана)		+			+	+		
6	Релаксационные искусственные нейронные сети								
6.1	Сети Хопфилда. Особенности их функционирования. Применение сети Хопфилда в качестве ассоциативной памяти, расчет весовых коэффициентов сети и оценка ее информационной емкости. Двухнаправленная ассоциативная память (сеть ДАП), особенности ее функционирования и настройки, информационная емкость. Сети Хемминга и их применение			+				+	

7	Нейроимитаторы. Сверточные сети								
7.1	Сети адаптивной резонансной теории (ART). ИНС типа ART-1, ее структура, параметрическое описание, процедура самообучения и ее реализация. Когнитрон (структура, особенности организации и обучения). Некогнитрон			+					+
7.2	Сверточные сети как развитие парадигмы некогнитрона. Структура сверточных сетей, свойства нейронов, алгоритм функционирования и обучения			+					+
8	Применение искусственных нейронных сетей								
8.1	Общие вопросы применения. Использование ИНС при решении задач статической и динамической идентификации, моделирования типовых стохастических процессов. Распознавание образов и классификация			+					+
8.2	ИНС в системах управления, нейросетевые регуляторы, адаптивное и оптимальное управление			+					+
Вес КМ, %:		10	10	10	15	15	15	10	15