

**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: Автоматизированные системы управления

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

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

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.02.07</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>10 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>10 семестр - 8 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>10 семестр - 8 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>10 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>10 семестр - 160,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>10 семестр - 1,5 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>10 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Косинский М.Ю.
	Идентификатор	Rba98e131-KosinskyMY-7538ec4f

(подпись)

М.Ю.  
Косинский

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вершинин Д.В.
	Идентификатор	R37a53c2e-VershininDV-fbbff249

(подпись)

Д.В. Вершинин

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.В. Бобряков

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Приобретение знаний и практического опыта в области разработки и применения нейрокомпьютеров – аппаратных средств решения вычислительных задач с помощью нейронных сетей

### Задачи дисциплины

- Изучить основные принципы организации информационных процессов в нейрокомпьютерных системах;
- Изучить основные платформы моделирования нейронных сетей, архитектур нейрочипов и нейрокомпьютеров и перспектив развития вычислительной техники;
- Приобрести навыки исследовательской работы, предполагающей самостоятельное изучение специфических нейросетевых технологий, широко применяемых в различных областях современной науки и техники;
- Сформировать навыки разработки и реализации программных моделей нейрокомпьютерных 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
ПК-2 Способен применять технологии обработки и анализа данных для расчета и разработки автоматизированных систем управления и их компонент	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Формулирует критерии качества, разработки, настройки и тестирования алгоритмов анализа данных	знать: - основные принципы организации информационных процессов в нейрокомпьютерных системах.  уметь: - реализовывать нейронные сети различной архитектуры на доступных аппаратных средствах поддержки вычислений.
ПК-2 Способен применять технологии обработки и анализа данных для расчета и разработки автоматизированных систем управления и их компонент	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание различных способов машинного обучения и способность применять их на практике	знать: - основные архитектуры нейрокомпьютерных систем и области их применения; основные способы и правила обучения нейрокомпьютерных систем; - навыки разработки и реализации программных моделей нейрокомпьютерных систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные системы 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 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	Введение в нейронные вычисления	35.5	10	2.0	-	2.5	-	0.6	-	0.4	-	30	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в нейронные вычисления"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Введение в нейронные вычисления"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 25-31, 96-101 [3], стр. 13-19</p>	
1.1	Предмет дисциплины, её структура и содержание	6.7		0.5	-	1	-	0.1	-	0.1	-	5	-		
1.2	Биологические нейронные сети	6.3		0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	5	-		
1.3	Принципы организации и функционирования ИНС	11.2		0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-		
1.4	Классификация законов и способов обучения	11.3		0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-		
2	Адаптивный линейный элемент	28.7		1.5	-	1.5	-	0.4	-	0.3	-	25	-		<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Адаптивный линейный элемент"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 56-163 [2], стр. 64-69</p>
2.1	Перцептрон	11.2		0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-		
2.2	Первые ИНС	6.2		0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	5	-		
2.3	Закон обучения Уидроу	11.3		0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-		
3	Ассоциативные сети	28.6		1.5	-	1.5	-	0.3	-	0.3	-	25	-		<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Ассоциативные сети" материалу. Дополнительно студенту необходимо</p>
3.1	Линейный ассоциатор	11.2	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-			
3.2	Алгоритм функционирования сети Хопфилда, емкость памяти	6.2	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	5	-			
3.3	Двунаправленная	11.2	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-			

	ассоциативная память												изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Ассоциативные сети" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 223-243, 256-262 [2], стр. 78-80 [3], стр. 134-142
4	Сети преобразования данных	33.2	2.0	-	1.5	-	0.4	-	0.3	-	29	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сети преобразования данных"
4.1	Задача преобразования данных	10.2	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	9	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сети преобразования данных"
4.2	Теорема Колмогорова	11.3	0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 321-327, 401 [2], стр. 23-26
4.3	Радиальная базисная функция	11.7	1	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-	
5	Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров	18.0	1.0	-	1.0	-	0.3	-	0.2	-	15.5	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров" материалу.
5.1	Подготовка данных для обучения ИНС	11.8	0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10.5	-	Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
5.2	Проблемы реализации ИНС	6.2	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров"

														<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], стр. 434-439, 445
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7		
	Всего за семестр	180.0	8.0	-	8.0	-	2.0	-	1.5	0.3	124.5	35.7		
	Итого за семестр	180.0	8.0	-	8.0	2.0		1.5	0.3		160.2			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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 в нейронные вычисления

1.1. Предмет дисциплины, её структура и содержание

Некоторые задачи, решаемые с помощью искусственных нейронных сетей.

1.2. Биологические нейронные сети

Особенности биологических вычислительных систем в отличие от искусственных с традиционной архитектурой.

1.3. Принципы организации и функционирования ИНС

Основные определения для ИНС. Основные определения для ИНС.

1.4. Классификация законов и способов обучения

Архитектуры ИНС.

#### 2. Адаптивный линейный элемент

2.1. Персептрон

Однослойный персептрон. Однослойный персептрон.

2.2. Первые ИНС

Проблема “Исключающее ИЛИ”.

2.3. Закон обучения Уидроу

Сходимость алгоритма Уидроу.

#### 3. Ассоциативные сети

3.1. Линейный ассоциатор

Закон обучения Хебба. Рекуррентные ассоциативные сети.

3.2. Алгоритм функционирования сети Хопфилда, емкость памяти

Сети Хопфилда. Емкость памяти.

3.3. Двухнаправленная ассоциативная память

Стохастическое обучение. Машина Больцмана.

#### 4. Сети преобразования данных

4.1. Задача преобразования данных

Классы сетей преобразования данных.

4.2. Теорема Колмогорова

Сеть обратного распространения ошибки.

4.3. Радиальная базисная функция

Самоорганизующиеся карты Кохонена. Закон обучения Кохонена. Звезды Гроссберга. Закон обучения Гроссберга.

## 5. Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров

### 5.1. Подготовка данных для обучения ИНС

Избыточность входных данных. Отбор входных данных для обучения сети с помощью генетических алгоритмов.

### 5.2. Проблемы реализации ИНС

Методы реализации ИНС. Нейрокомпьютеры.

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

1. Изучение модели формального нейрона;
2. Моделирование и исследование простого перцептрона и адаптивного линейного элемента;
3. Исследование сети Хопфилда;
4. Исследование многослойного перцептрона;
5. Отбор обучающих данных с помощью генетических алгоритмов.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение в нейронные вычисления"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Адаптивный линейный элемент"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Ассоциативные сети"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сети преобразования данных"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров"

### **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	
<b>Знать:</b>							
основные принципы организации информационных процессов в нейрокомпьютерных системах	ИД-2ПК-2	+					Тестирование/Введение
навыки разработки и реализации программных моделей нейрокомпьютерных систем	ИД-3ПК-2		+				Тестирование/Адаптивный
основные архитектуры нейрокомпьютерных систем и области их применения; основные способы и правила обучения нейрокомпьютерных систем	ИД-3ПК-2			+	+		Тестирование/Ассоциативные Тестирование/Сети
<b>Уметь:</b>							
реализовывать нейронные сети различной архитектуры на доступных аппаратных средствах поддержки вычислений	ИД-2ПК-2					+	Контрольная работа/Перспективы

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

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

**10 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Адаптивный (Тестирование)
2. Ассоциативные (Тестирование)
3. Введение (Тестирование)
4. Сети (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Перспективы (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №10)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 10 семестр.

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

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

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

1. Галушкин А. И.- "Нейронные сети: основы теории", Издательство: "Горячая линия-Телеком", Москва, 2017 - (496 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/111043>;
2. Комашинский, В. И. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи / В. И. Комашинский, Д. А. Смирнов . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2002 . – 94 с. - ISBN 5-935170-94-9 .;
3. Радченко, А. Н. Ассоциативная память. Нейронные сети. Оптимизация нейропроцессоров / А. Н. Радченко ; Отв. ред. Р. И. Полонников ; Рос. акад. наук, Санкт-Петербургское отд-ние, Ин-т информатики и автоматизации . – СПб. : Наука, 1998 . – 261 с. - ISBN 5-02-026085-1 ..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

### **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. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Нейрокомпьютеры и их применение

(название дисциплины)

## 10 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Введение (Тестирование)  
 КМ-2 Адаптивный (Тестирование)  
 КМ-3 Сети (Тестирование)  
 КМ-4 Ассоциативные (Тестирование)  
 КМ-5 Перспективы (Контрольная работа)

## Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	2	7	5	9	11
1	Введение в нейронные вычисления						
1.1	Предмет дисциплины, её структура и содержание		+				
1.2	Биологические нейронные сети		+				
1.3	Принципы организации и функционирования ИНС		+				
1.4	Классификация законов и способов обучения		+				
2	Адаптивный линейный элемент						
2.1	Персептрон			+			
2.2	Первые ИНС			+			
2.3	Закон обучения Уидроу			+			
3	Ассоциативные сети						
3.1	Линейный ассоциатор				+	+	
3.2	Алгоритм функционирования сети Хопфилда, емкость памяти				+	+	
3.3	Двунаправленная ассоциативная память				+	+	
4	Сети преобразования данных						

4.1	Задача преобразования данных			+	+	
4.2	Теорема Колмогорова			+	+	
4.3	Радиальная базисная функция			+	+	
5	Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров					
5.1	Подготовка данных для обучения ИНС					+
5.2	Проблемы реализации ИНС					+
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20