

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

---

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ВВЕДЕНИЕ В НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

<b>Блок:</b>	Блок 4 «Факультативы»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б4.Ч.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	7 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	7 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 79,7 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>	
<b>Отчет</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	7 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вестфальский А.Е.
	Идентификатор	Rd0dd34ac-VestfalskyAY-542acad

А.Е.  
Вестфальский


## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ионова Т.В.
	Идентификатор	R5ac51726-IonovaTV-b9dd3591

Т.В. Ионова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Варшавский П.Р.
	Идентификатор	R9a563c96-VarshavskyPR-efb4bbd

П.Р.  
Варшавский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение принципов построения нейронных сетей и математической основы методов их обучения. Получение практических навыков в программной реализации простейших нейросетевых моделей..

### Задачи дисциплины

- Изучение основных моделей искусственных нейронов и архитектуры нейронных сетей, их вычислительных возможностей.;
- Овладение правилами и парадигмами обучения нейронных сетей.;
- Изучение математического обоснования алгоритмов обучения и их сходимости.;
- Приобретение опыта программной реализации всех этапов построения нейросетей..

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 выполнять все этапы жизненного цикла программного обеспечения	ИД-бПК-1 Демонстрирует знания видов сопровождения и умеет применять их на практике	знать: - Основную терминологию нейросетевых технологий, вычислительные возможности нейронных сетей; - Базовые алгоритмы обучения нейронных сетей и их обоснования, основные способы анализа значимости признаков.  уметь: - Программно реализовывать основные алгоритмы, лежащие в основе нейронных сетей; - Подбирать и изменять структуру нейросети, осуществлять эвристику алгоритмов для улучшения сходимости процесса обучения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей (далее – ОПОП), направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Математический анализ и линейную алгебру, элементы математической статистики, основы численных методов.
- уметь Программировать на одном из языков программирования высокого уровня (C/C++, Python и т.п.).

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	Основные понятия	19.7	7	6	2	2	-	-	-	-	-	9.7	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить цель и задачи выполнения лабораторной работы, повторить материал по разделу "Основные понятия".</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение лекционного и изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [1], 42--48, 55--57                      [2], 25--33                      [3], 44-54                      [4], 21--27</p>	
1.1	Основные понятия	19.7		6	2	2	-	-	-	-	-	-	9.7		-
2	Однослойный и многослойный персептрон	70		16	8	6	-	-	-	-	-	-	40		-
2.1	Однослойный и многослойный персептрон	70	16	8	6	-	-	-	-	-	-	40	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить цель и задачи выполнения лабораторной работы, повторить материал по разделу "Однослойный и многослойный персептрон".</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение лекционного и изучение дополнительного материала по разделу "Однослойный и многослойный персептрон"</p>	

													<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 192--204, 225--245 [2], 47--71
3	Рекуррентные сети	25	4	2	4	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить цель и задачи выполнения лабораторной работы, повторить материал по разделу "Рекуррентные сети". <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение лекционного и изучение дополнительного материала по разделу "Рекуррентные сети"
3.1	Рекуррентные сети	25	4	2	4	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 520--535 [2], 176--189, 210--215
4	Релаксационные и самоорганизующиеся нейронные сети	29	6	4	4	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить цель и задачи выполнения лабораторной работы, повторить материал по разделу "Релаксационные и самоорганизующиеся нейронные сети".
4.1	Релаксационные и самоорганизующиеся нейронные сети	29	6	4	4	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение лекционного и изучение дополнительного материала по разделу "Релаксационные и самоорганизующиеся нейронные сети" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 577--587 [2], 227--238
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	144.0	32	16	16	-	-	-	-	0.3	79.7	-	
	Итого за семестр	144.0	32	16	16	-	-	-	-	0.3	79.7	-	

**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. Основные понятия

#### 1.1. Основные понятия

Модель искусственного нейрона и нейронных сетей.. Классификация сетей.. Виды активационных функций.. Основные задачи анализа данных с применением нейросетей..

### 2. Однослойный и многослойный персептрон

#### 2.1. Однослойный и многослойный персептрон

Сети с одним выходным нейроном. Правило обучения. Теорема сходимости и геометрическая интерпретация для задачи бинарной классификации. Возможности и ограничения, проблема XOR. Последовательное и пакетное обучение. Примеры использования.. Многослойный персептрон. Градиентный спуск и безусловная минимизация. Алгоритм обратного распространения ошибки. Способы ускорения сходимости. Перекрестная проверка. Методы упрощения структуры сети..

### 3. Рекуррентные сети

#### 3.1. Рекуррентные сети

Рекуррентные сети: различные варианты архитектуры. Сети Джордана и Элмана. Особенности построения алгоритма обучения..

### 4. Релаксационные и самоорганизующиеся нейронные сети

#### 4.1. Релаксационные и самоорганизующиеся нейронные сети

Релаксационные сети. Сети Хопфилда: архитектура, правило обучения Хебба. Сети Хемминга: архитектура, основные принципы функционирования, обучение. Ассоциативная память.. Конкурентное обучение, различные подходы и метрики качества результатов обучения. Самоорганизующиеся карты Кохонена..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Однослойный персептрон;
2. Многослойный персептрон: архитектура, алгоритм обратного распространения ошибки, анализ качества обучения;
3. Иные виды сетей и методы их обучения.

## **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Линейная регрессия и метод наименьших квадратов;
2. Однослойный персептрон;
3. Многослойный персептрон;
4. Иные виды сетей и методы их обучения.

## **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	
<b>Знать:</b>						
Базовые алгоритмы обучения нейронных сетей и их обоснования, основные способы анализа значимости признаков	ИД-бПК-1		+	+		Отчет/Защита л/р2
Основную терминологию нейросетевых технологий, вычислительные возможности нейронных сетей	ИД-бПК-1	+				Отчет/Защита л/р 1
<b>Уметь:</b>						
Подбирать и изменять структуру нейросети, осуществлять эвристику алгоритмов для улучшения сходимости процесса обучения	ИД-бПК-1				+	Отчет/Защита л/р 4
Программно реализовывать основные алгоритмы, лежащие в основе нейронных сетей	ИД-бПК-1		+			Отчет/Защита л/р 3



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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита л/р 1 (Отчет)
2. Защита л/р 3 (Отчет)
3. Защита л/р 4 (Отчет)
4. Защита л/р2 (Отчет)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Зачет (Семестр №7)

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 7 семестр.

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

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

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

1. Хайкин, С. Нейронные сети : полный курс : пер. с англ. / С. Хайкин . – 2-е изд. испр . – Москва; Санкт-Петербург : Диалектика, 2020 . – 1104 с. - Параллельн. тит. л. на англ. яз. - ISBN 978-5-907144-22-4 .;
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. Ручкин, В. Н. Системы искусственного интеллекта. Нейросети и нейрокомпьютеры : учебник для вузов по направлению 2.09.03.03 "Прикладная информатика" (квалификация - "бакалавр") / В. Н. Ручкин, Б. В. Костров, А. Г. Свирина . – М. : Курс, 2018 . – 283 с. - ISBN 978-5-906818-42-3 .;
4. А. Б. Барский- "Введение в нейронные сети", Издательство: "Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)", Москва, 2011 - (321 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233688>.

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Visual Studio;
4. Dev-C++;
5. Python;
6. Jupiter Notebook.

### 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. 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	М-811, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-811, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-706, Дисплейный класс каф. "ПМИИ"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-706, Дисплейный класс каф. "ПМИИ"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, 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-704, Преподавательская кафедры ПМИИ	стол, стул, шкаф, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, холодильник, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-703а/1, Кладовая каф. "ПМИИ"	стеллаж для хранения книг, тумба, экран, ноутбук, книги, учебники, пособия

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Введение в нейросетевые технологии

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

КМ-1 Защита л/р 1 (Отчет)

КМ-2 Защита л/р2 (Отчет)

КМ-3 Защита л/р 3 (Отчет)

КМ-4 Защита л/р 4 (Отчет)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Основные понятия					
1.1	Основные понятия		+			
2	Однослойный и многослойный персептрон					
2.1	Однослойный и многослойный персептрон			+	+	
3	Рекуррентные сети					
3.1	Рекуррентные сети			+		
4	Релаксационные и самоорганизующиеся нейронные сети					
4.1	Релаксационные и самоорганизующиеся нейронные сети					+
Вес КМ, %:			10	40	30	20