

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радиоэлектронные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**НЕЙРОСЕТИ В РАДИОТЕХНИКЕ**

|   |   |
|---|---|
| <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.19.01.02</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>  | <b>5 семестр - 2;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>   | <b>72 часа</b>  |
| <b>Лекции</b>   | <b>5 семестр - 32 часа;</b>                                     |
| <b>Практические занятия</b>   | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Лабораторные работы</b>  | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Консультации</b>   | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>5 семестр - 39,7 часа;</b>                                   |
| <b>в том числе на КП/КР</b>   | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Иная контактная работа</b>   | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>включая:</b><br>Тестирование<br>Проверочная работа<br>Реферат<br>Индивидуальный проект |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>  |   |
| <b>Зачет с оценкой</b>  | <b>5 семестр - 0,3 часа;</b>                                    |

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|   |  |                              |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|   | Владелец   | Куликов Р.С.                 |
|   | Идентификатор                                      | R7ef0b374-KulikovRS-e851162c |

(подпись)

Р.С. Куликов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|   | Владелец   | Сизякова А.Ю.                  |
|   | Идентификатор                                      | R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7 |

(подпись)

А.Ю. Сизякова

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|   |  |                              |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|   | Владелец   | Куликов Р.С.                 |
|   | Идентификатор                                      | R7ef0b374-KulikovRS-e851162c |

(подпись)

Р.С. Куликов

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Получение первичных знаний о теории нейронных сетей и навыков работы с ними применительно к задачам радиотехники

### Задачи дисциплины

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 структурные и функциональные схемы подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, в том числе с использованием математического моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов | знать:<br>- Определения и особенности нейронных сетей;<br>- Разновидности методов и парадигмы обучения нейронных сетей.<br><br>уметь:<br>- Строить и рассчитывать модели нейронов и архитектуры нейронных сетей;<br>- Использовать алгоритм обратного распространения ошибки для обучения нейронных сетей при реализации программ с целью решения различных задач радиотехники. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиоэлектронные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

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 2 зачетных единицы, 72 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 в нейронные сети   | 8                     | 5       | 4  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 4                 | -                                 | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Введение в нейронные сети"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], стр. 9-27<br>[3], стр. 3-11 |  |
| 1.1   | Введение в нейронные сети   | 8                     |         | 4  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 4                 | -                                 |  |  |
| 2     | Обучение нейронных сетей  | 16                    |         | 8  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 8                                 | -  | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Обучение нейронных сетей"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 40-55<br>[2], стр. 44-71      |
| 2.1   | Обучение нейронных сетей  | 16                    |         | 8  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 8                                 | -  |  |
| 3     | Задачи обучения нейронных сетей через призму радиотехники                       | 20                    |         | 10   | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 10                                | -  | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Обучение нейронных сетей в задачах радиотехники"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], стр. 77-79  |
| 3.1   | Задачи обучения нейронных сетей через призму радиотехники                       | 20                    |         | 10   | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 10                                | -  |  |
| 4     | Программная реализации нейронных сетей с использованием популярных инструментов | 27.7                  |         | 10   | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 17.7                              | -  | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Программная реализации нейронных сетей с использованием популярных инструментов"<br><b><u>Изучение материалов литературных</u></b> |

|     |   |             |           |   |   |   |   |   |            |             |      |   |   |
|-----|---|-------------|-----------|---|---|---|---|---|------------|-------------|------|---|---|
| 4.1 | Программная реализация нейронных сетей с использованием популярных инструментов | 27.7        | 10        | - | - | - | - | - | -          | -           | 17.7 | - | <b>источников:</b><br>[2], стр. 80-121<br>[3], стр. 34-171<br>[4], стр. 125-140 |
|     | Зачет с оценкой   | 0.3         | -         | - | - | - | - | - | 0.3        | -           | -    | - |   |
|     | <b>Всего за семестр</b>   | <b>72.0</b> | <b>32</b> | - | - | - | - | - | <b>0.3</b> | <b>39.7</b> | -    | - |   |
|     | <b>Итого за семестр</b>   | <b>72.0</b> | <b>32</b> | - | - | - | - | - | <b>0.3</b> | <b>39.7</b> | -    | - |   |

**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 сети

##### 1.1. Введение в нейронные сети

Определения и особенности нейронных сетей. Модели нейронов и функции активации. Архитектуры нейронных сетей. Представление знаний в нейронной сети.

#### 2. Обучение нейронных сетей

##### 2.1. Обучение нейронных сетей

Методы обучения: Обучение, основанное на коррекции ошибок; Обучение на основе памяти; Обучение Хебба; Конкурентное обучение; Обучение Больцмана. Парадигмы обучения. Алгоритм обратного распространения ошибки.

#### 3. Задачи обучения нейронных сетей через призму радиотехники

##### 3.1. Задачи обучения нейронных сетей через призму радиотехники

Обнаружение радиосигнала и оценка параметра радиосигнала. Постановка задачи обнаружения радиосигнала и оценки параметра радиосигнала с применением нейронных сетей.

#### 4. Программная реализации нейронных сетей с использованием популярных инструментов

##### 4.1. Программная реализации нейронных сетей с использованием популярных инструментов

Введение в классические задачи обучения нейронных сетей. Применение нейронных сетей для задач радиотехники. Распознавание радиолокационных образов. Обнаружение радиосигнала. Различение радиосигналов. Оценка параметра радиосигнала. Кластеризация и классификация в пассивной радиолокации. Аппроксимация и интерполяция. Задача управления. Задачи фильтрации сигнала. Формирование диаграммы направленности ФАР. Кодирование-декодирование сигналов.

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

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение в нейронные сети"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обучение нейронных сетей"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обучение нейронных сетей в задачах радиотехники"

4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Программная реализации нейронных сетей с использованием популярных инструментов"

### **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<br>(в соответствии с разделом 1)  | Коды<br>индикаторов | Номер раздела<br>дисциплины (в<br>соответствии с<br>п.3.1) |   |   |   | Оценочное средство<br>(тип и наименование)   |
|---|---------------------|--|---|---|---|--|
|   |                     | 1  | 2 | 3 | 4 |  |
| <b>Знать:</b>   |                     |  |   |   |   |  |
| Разновидности методов и парадигмы обучения<br>нейронных сетей   | ИД-1ПК-1            |  | + | + |   | Реферат/Задачи обучения нейронных сетей<br>через призму радиотехники<br><br>Проверочная работа/Обучение нейронных<br>сетей |
| Определения и особенности нейронных сетей   | ИД-1ПК-1            | +  |   |   |   | Тестирование/Введение в нейронные сети   |
| <b>Уметь:</b>   |                     |  |   |   |   |  |
| Использовать алгоритм обратного распространения<br>ошибки для обучения нейронных сетей при реализации<br>программ с целью решения различных задач<br>радиотехники | ИД-1ПК-1            |  |   |   | + | Индивидуальный проект/Программная<br>реализации нейронных сетей с использованием<br>популярных инструментов                |
| Строить и рассчитывать модели нейронов и архитектуры<br>нейронных сетей   | ИД-1ПК-1            |  |   | + |   | Реферат/Задачи обучения нейронных сетей<br>через призму радиотехники   |



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

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

#### **5 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Программная реализации нейронных сетей с использованием популярных инструментов (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Введение в нейронные сети (Тестирование)
2. Обучение нейронных сетей (Проверочная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Задачи обучения нейронных сетей через призму радиотехники (Реферат)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №5)*

Зачетная оценка выставляется по семестровой составляющей в БАРС

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

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

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

1. Аверкин, А. Н. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы : учебное пособие по курсу "Нетрадиционные модели вычислений" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. Н. Аверкин, Е. В. Деньщикова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2014 . – 68 с. - ISBN 978-5-7046-1547-7 .;
2. Фадеев, Н. Н. Создание, обучение и тестирование нейросетей. Практическое электронное издание : [методические рекомендации] для студентов направления 09.04.01 "Информатика и вычислительная техника" по образовательной программе "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети".- Электрон., текстовые, граф. данные / Н. Н. Фадеев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2022 . – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) . - Минимальные систем. требования: ОС Windows 10 (32/64 bit), браузер Microsoft Edge, программы с открытым кодом: Trio Office, Coolle Office Suite for Windows 10, или аналог для чтения, записи и модификации файлов формата ODF . – Загл. с этикетки диска .;
3. Хливненко Л. В., Пятакович Ф. А.- "Практика нейросетевого моделирования", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (200 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/173811>;
4. Омеляненко Я.- "Эволюционные нейросети на языке Python", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2020 - (310 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/179494>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Python;
4. ОС Linux;
5. GNU Octave.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. 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 | А-400, Учебная аудитория "А"                       | парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный                |
|   | А-402, Учебная аудитория                           | парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер                        |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Ж-400/5, Лаборатория «Системы передачи информации» | стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, указка, стенд лабораторный             |
|   | Ж-400д/10а, Учебная аудитория                      | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, шкаф для одежды, доска меловая, кондиционер  |
| 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-400/4, Кабинет сотрудников каф. "РТС"            | стол, стол компьютерный, стул, шкаф, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет   |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря                | Ж-400/9, Прочее каф. "РТС"                         | стеллаж для хранения книг, стул, книги, учебники, пособия  |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Нейросети в радиотехнике

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 Введение в нейронные сети (Тестирование)
- КМ-2 Обучение нейронных сетей (Проверочная работа)
- КМ-3 Задачи обучения нейронных сетей через призму радиотехники (Реферат)
- КМ-4 Программная реализации нейронных сетей с использованием популярных инструментов (Индивидуальный проект)

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

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 16   |
| 1             | Введение в нейронные сети   |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Введение в нейронные сети   |            | +    |      |      |      |
| 2             | Обучение нейронных сетей  |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Обучение нейронных сетей  |            |      | +    | +    |      |
| 3             | Задачи обучения нейронных сетей через призму радиотехники                       |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Задачи обучения нейронных сетей через призму радиотехники                       |            |      | +    | +    |      |
| 4             | Программная реализации нейронных сетей с использованием популярных инструментов |            |      |      |      |      |
| 4.1           | Программная реализации нейронных сетей с использованием популярных инструментов |            |      |      |      | +    |
| Вес КМ, %:    |   |            | 20   | 30   | 20   | 30   |