

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Факультет математики и информационных технологий  
Кафедра прикладной механики и компьютерных технологий



П.А. Машаров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Укрупненная группа направлений  
подготовки  
Программа высшего образования  
Направление подготовки  
Магистерская программа  
Квалификация  
Форма обучения

09.00.00 Информатика и вычислительная  
техника  
Программа магистратуры  
09.04.04 Программная инженерия  
Программная инженерия  
Магистр  
Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Нейронные сети**» для обучающихся по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия (Магистерская программа: Программная инженерия), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 932 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

доцент кафедры прикладной механики и  
компьютерных технологий,  
канд. физ.-мат. наук, доцент



Н.С. Бондаренко

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий.

Протокол от 26.03.2024 г. № 14

Заведующий кафедрой



А.С. Гольцев

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и  
информационных технологий  
28.03.2024 г.



И.А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.

Протокол от 27.03.2024 г. № 3.

Председатель



Л. И. Селякова

Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы,  
д-р физ.-мат. наук, проф.  
26.03.2024 г.



А.С. Гольцев

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике и информатике в объеме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата: Программирование, Методы математического моделирования, Анализ данных, Проектирование и архитектура программных систем, Управление программными проектами.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Распознавание образов, Учебная практика: ознакомительная практика (обязательная), Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика (обязательная), Производственная практика: преддипломная практика (обязательная).

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	09.04.04 Программная инженерия (Магистерская программа: Программная инженерия)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.1 Нейронные сети
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	6 / 216

### 2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы	всего	
Очная	1	1	34	34	—	148	216	зачет

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Ознакомление с современными моделями искусственных нейронных сетей (ИНС) и способами их обучения.

## 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием	ОПК-2.2. Имеет навыки разработки оригинальных программных средств,	ОПК-2.2.1. Знает современные интеллектуальные технологии для решения

современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	профессиональных задач
		ОПК-2.2.2. Умеет обосновывать выбор современных интеллектуальных технологий
ОПК-4. Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ОПК-4.1. Имеет навыки применения новых научных принципов и методов исследования для решения профессиональных задач	ОПК-4.1.1. Знает новые научные принципы и методы исследований
		ОПК-4.1.2. Умеет применять на практике новые научные принципы и методы исследований
ПК-1. Способен применять методы научных исследований и владеть навыками их проведения	ПК-1.1. Знает цели и задачи проводимых исследований, обобщения и обработки информации	ПК-1.1.1. Знает способы осуществления сбора, обработки и анализа информации
		ПК-1.1.2. Умеет работать с научной, специальной и справочной литературой, собирать и обрабатывать фактический материал, оформлять и представлять результаты исследования в форме публикации
		ПК-1.1.3. Владеет навыками анализа информации

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
<b>Содержательный модуль 1. Введение в теорию искусственных нейронных сетей</b>	
Тема 1. Введение в нейронные сети	Биологическая модель нейрона. Модель Мак-Каллока – Питтса. Модель искусственного нейрона. Пример искусственного нейрона
Тема 2. Классификация нейронных сетей	Классификация искусственных нейронных сетей в зависимости от наличия обратных связей. Классификация искусственных нейронных сетей по топологии. Свойства и задачи искусственных нейронных сетей
Тема 3. Задача распознавания и линейная машина	Постановка задачи распознавания. Пример задачи классификации
Тема 4. Проблема линейной разделимости	Реализация логических функций. Решение демонстрационного примера
<b>Содержательный модуль 2. Модели искусственных нейронных сетей</b>	
Тема 5. Персептрон Розенблатта	Общее описание. Парадигмы обучения. Алгоритм обучения персептрона. Реализация алгоритма

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
	обучения персептрона с учителем. Упрощение алгоритма
Тема 6. Однослойный персептрон	Постановка задачи обучения. Общая схема обучения. Пример обучения
Тема 7. Многослойный персептрон	Общее описание. Обучение многослойного персептрона
Тема 8. Звёзды Гроссберга	Обучение входной звезды. Обучение выходной звезды
Тема 9. Алгоритм $k$ -ближайших соседей	Обучение на основе памяти. Правило ближайшего соседа. Алгоритм KNN: описание, пример работы
Тема 10. Обучение Хебба	Синапс Хебба. Правило Хебба
Тема 11. Радиальные нейронные сети	Структура радиальной нейронной сети. Расчёт параметров радиальной нейронной сети. Метод наименьших квадратов. Пример использования RBF-сети в качестве аппроксиматора
Тема 12. Нейронная сеть Кохонена	Слой и карта Кохонена. Обучение сети Кохонена
Тема 13. Нейронная сеть Хопфилда	Определение, характеристики и топология сети Хопфилда. Алгоритм работы сети Хопфилда
Тема 14. Двухнаправленная ассоциативная память	Структура двухнаправленной ассоциативной памяти, алгоритм работы
Тема 15. Нейронная сеть Хэмминга	Расстояние Хэмминга. Структура однослойной, двухслойной и трёхслойной сети Хэмминга. Обучение сети Хэмминга

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 1

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
<b>Содержательный модуль 1. Введение в теорию ИНС</b>					
Тема 1. Введение в нейронные сети	4	4	–	10	18
Тема 2. Классификация нейронных сетей	4	4	–	10	18
Тема 3. Задача распознавания и линейная машина	4	4	–	10	18
Тема 4. Проблема линейной разделимости	2	2	–	10	14
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>–</b>	<b>40</b>	<b>68</b>
<b>Содержательный модуль 2. Модели ИНС</b>					
Тема 5. Персептрон Розенблатта	2	2	–	8	12
Тема 6. Однослойный персептрон	2	2	–	8	12
Тема 7. Многослойный персептрон	2	2	–	8	12
Тема 8. Звёзды Гроссберга	2	2	–	8	12
Тема 9. Алгоритм $k$ -ближайших соседей	2	2	–	8	12
Тема 10. Обучение Хебба	2	2	–	8	12

Тема 11. Радиальные нейронные сети	2	2	–	10	14
Тема 12. Нейронная сеть Кохонена	2	2	–	12	16
Тема 13. Нейронная сеть Хопфилда	2	2	–	12	16
Тема 14. Двухнаправленная ассоциативная память	1	1	–	12	14
Тема 15. Нейронная сеть Хэмминга	1	1	–	14	16
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>–</b>	<b>108</b>	<b>148</b>
<b>ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>–</b>	<b>148</b>	<b>216</b>

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы

Содержательный модуль 1. Введение в теорию искусственных нейронных сетей

1. Модель формального нейрона Мак-Каллока – Питтса.
2. Модель искусственного нейрона. Понятие искусственной нейронной сети.
3. Классификация искусственных нейронных сетей.
4. Свойства искусственных нейронных сетей. Задачи, решаемые такими сетями.
5. Постановка задачи распознавания.
6. Проблема линейной разделимости при реализации логических функций.

Содержательный модуль 2. Модели искусственных нейронных сетей

1. Персептрон Розенблатта.
2. Парадигмы обучения нейронных сетей.
3. Однослойный персептрон.
4. Многослойный персептрон.
5. Входные и выходные звёзды Гроссберга.
6. Обучение на основе памяти.
7. Правило ближайшего соседа.
8. Алгоритм KNN (алгоритм k-ближайших соседей).
9. Синапс Хебба. Правило обучения Хебба.
10. Радиальные нейронные сети.
11. Нейронная сеть Кохонена.
12. Нейронная сеть Хопфилда.
13. Двухнаправленная ассоциативная память.
14. Нейронная сеть Хэмминга.

### 7.2. Темы докладов (рефератов)

1. Метод ближайших соседей и комитетные конструкции.
2. Нейроэмуляторы и нейропредикторы.
3. Концепция нейроуправления. Инверсное нейроуправление.
4. Радиальные нейронные сети и нечёткие системы.
5. Радиальные нейронные сети в MatLab.

6. Задача коррекции динамической системы.
7. Методы глобальной оптимизации
8. Метод имитации отжига.
9. Генетический алгоритм.
10. Метод роя частиц.
11. Векторно-матричные умножители.
12. Голографические корреляторы.
13. Когнитрон и неокогнитрон.
14. Самоорганизация нейронных сетей.

### 7.3. Темы письменных работ (типы задач)

1. Изобразите структуру однослойного персептрона, позволяющего отделить студентов первого курса от студентов старших курсов. Входами сети являются:

$x_1$  – опыт сдачи зачётов и экзаменов;

$x_2$  – посещение занятий;

$x_3$  – наличие «хвостов».

На выходе сеть должна выдавать  $y_1 = 1$  для студентов старших курсов,  $y_1 = 0$  для первокурсников.

2. Задайте элементы обучающего множества и проведите обучение с учителем персептрона из предыдущего упражнения.

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и лабораторных занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

### 8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	15
	Самостоятельная работа	5
	Модульная контрольная работа	10
	<b>Итого</b>	<b>30</b>
Содержательный модуль 2	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	15
	Самостоятельная работа	15
	<b>Итого</b>	<b>30</b>
<b>ИТОГО</b>		<b>60</b>
<b>Зачет</b>		<b>40</b>
<b>Общий итог за семестр</b>		<b>100</b>

### Соответствие баллов оценке

	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале
--	------	------------------------------

Количество баллов из 100		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.



## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.505).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

1. Бондаренко Н. С. Введение в нейронные сети и распознавание образов : учебное пособие для студентов направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» / Н. С. Бондаренко. – Донецк : ГОУ ВПО «ДонНУ», 2020. – 190 с. – Электронные данные (1 файл).

2. Бондаренко Н. С. Нейронные сети : учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» / Н. С. Бондаренко. – Донецк : ГОУ ВПО «ДонНУ», 2019. – 90 с. – Электронные данные (1 файл).

### 11.2. Дополнительная литература

3. Бондаренко Н. С. Применение искусственных нейронных сетей в задачах распознавания образов : учебное пособие для студентов направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» / Н. С. Бондаренко. – Донецк : ГОУ ВПО «ДонНУ», 2019. – 166 с. – Электронные данные (1 файл).

4. Данилов В. В. Нейронные сети : учебное пособие / В. В. Данилов, М. В. Бабичева ; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк : ДонНУ, 2020. – 158 с. – Текст: электронный.

5. Данилов В. В. Проектирование искусственных нейронных сетей : методические указания к лабораторному практикуму / В. В. Данилов, М. В. Бабичева ; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк : ДонНУ, 2020. – 133 с. – Электронные данные (1 файл).

## 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»**: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»**: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

### 13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).