

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Кафедра прикладной механики и компьютерных технологий



**УТВЕРЖДАЮ:**

проректор по научно-методической  
и учебной работе

*Е.И. Скафа* Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«НЕЙРОННЫЕ СЕТИ»**

Направление подготовки: 09.04.04 Программная инженерия

Магистерская программа: Программная инженерия

Образовательная программа: академическая магистратура

Квалификация: магистр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная  
нужное подчеркнуть

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики  
и информационных технологий

И. А. Моисеенко

«16» апреля 2020 г.

МП

Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» сентября 2017 г. № 932;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы Программная инженерия, направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

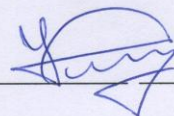
Доцент кафедры прикладной механики  
и компьютерных технологий



Н.С. Бондаренко

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий

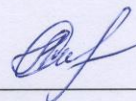
Протокол № 11 от «02» апреля 2020 г.  
Заведующий кафедрой



А.С. Гольцев

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий  
Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета



Л.И. Селякова



## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Нейронные сети» относится к циклу Дисциплины (модули), Вариативная часть, Обязательные дисциплины.

Дисциплина «Нейронные сети» является основой для Научно-исследовательской работы (НИР). Поэтому усвоение основ искусственных нейронных сетей является обязательным для специалистов в области программной инженерии.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин бакалавриата:

- «Программирование»;
- «Методы математического моделирования»;
- «Анализ данных»;
- «Проектирование и архитектура программных систем»;
- «Управление программными проектами».

и формирует основу для изучения дисциплины «Распознавание образов».

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	09.04.04 Программная инженерия	
Магистерская программа	Программная инженерия	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативная часть, обязательные дисциплины	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	1 модульный контроль, экзамен в 1 семестре	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	6	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество часов	216	
- лекционных	36	
- практических, семинарских	–	
- лабораторных	36	
- самостоятельной работы	144	
в т.ч. индивидуальное задание	–	
Недельное количество часов,	12	
в т.ч. аудиторных	4	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

#### *Цели:*

- ознакомление с современными моделями ИНС;
- освоение способов обучения нейронных сетей.

#### *Задачи:*

- изучение способов классификации ИНС;

- рассмотрение различных моделей ИНС;
- изучение парадигм обучения ИНС: обучение с учителем, без учителя;
- ознакомление с алгоритмами работы ИНС;
- рассмотрение способов применения ИНС для решения практических задач.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Нейронные сети» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия (магистерская программа: Программная инженерия):

***общепрофессиональных (ОПК):***

- *ОПК-1* – способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;
- *ОПК-2* – способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач;
- *ОПК-4* – способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований;
- *ОПК-6* – способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;
- *ОПК-7* – способен применять при решении профессиональных задач методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях;

***профессиональных (ПК):***

- *ПК-3* – знание методов оптимизации и умением применять их при решении задач профессиональной деятельности;
- *ПК-4* – владение существующими методами и алгоритмами решения задач распознавания и обработки данных;
- *ПК-7* – способность проектировать распределённые информационные системы, их компоненты и протоколы их взаимодействия;
- *ПК-8* – способность проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы, и их компоненты;
- *ПК-14* – владение навыками программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем;
- *ПК-21* – владение навыками разработки программного обеспечения для создания трёхмерных изображений.

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

***Знать:***

- базовые понятия ИНС;
- способы классификации ИНС;
- современные модели ИНС;
- постановку задачи распознавания;
- алгоритмы обучения ИНС с учителем, без учителя;
- способы применения нейронных сетей для обработки информации и распознавания образов.

**Уметь:**

- решать задачи обучения нейронных сетей различной структуры;
- применять различные модели ИНС при решении задач распознавания образов;
- разрабатывать программные реализации нейронных сетей.

**Владеть:**

- навыками моделирования нейронных сетей;
- технологиями применения математических методов и практическими навыками нейросетевой обработки больших объёмов пространственно-временных данных.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
1	2
<b>Содержательный модуль 1</b> <b>«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</b> <b>«Модели искусственных нейронных сетей»</b>	
Тема 5. Персептрон Розенблатта	Общее описание. Парадигмы обучения. Алгоритм обучения персептрона. Реализация алгоритма 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

## Тематический план

[illegible]

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Введение в нейронные сети	4
2	Классификация нейронных сетей	4
3	Задача распознавания и линейная машина	4
4	Проблема линейной разделимости	2
5	Персептрон Розенблатта	2
6	Однослойный персептрон	2
7	Многослойный персептрон	2
8	Звёзды Гроссберга	2
9	Алгоритм $k$ -ближайших соседей	2
10	Обучение Хебба	2
11	Радиальные нейронные сети	2
12	Нейронная сеть Кохонена	2
13	Нейронная сеть Хопфилда	2
14	Двунаправленная ассоциативная память	2
15	Нейронная сеть Хэмминга	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>

### Темы лабораторных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Расчёт параметров искусственных нейронных сетей	4
2	Выполнение классификации нейронных сетей	4
3	Решение задачи распознавания	4
4	Решение проблемы линейной разделимости	2
5	Пример обучения персептрона Розенблатта	2
6	Обучение однослойного персептрона без учителя	2
7	Обучение многослойного персептрона	2
8	Входная и выходная звёзды Гроссберга	2
9	Реализация алгоритма $k$ -ближайших соседей	2
10	Применение синапса Хебба	2
11	Аппроксимация функций с помощью радиальных нейронных сетей	2
12	Обучение сети Кохонена	2
13	Расчёт весов сети Хопфилда	2
14	Пример использования двунаправленной ассоциативной памяти	2
15	Обучение сети Хэмминга	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Введение в нейронные сети	10
2	Классификация нейронных сетей	10
3	Задача распознавания и линейная машина	10
4	Проблема линейной разделимости	10
5	Персептрон Розенблатта	8
6	Однослойный персептрон	8
7	Многослойный персептрон	8
8	Звёзды Гроссберга	8
9	Алгоритм $k$ -ближайших соседей	8
10	Обучение Хебба	8
11	Радиальные нейронные сети	10
12	Нейронная сеть Кохонена	10
13	Нейронная сеть Хопфилда	10
14	Двунаправленная ассоциативная память	12
15	Нейронная сеть Хэмминга	14
	<b>ВСЕГО</b>	<b>144</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Индивидуальная работа № 1

#### РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Цель:** формирование у студентов умения определять веса искусственных нейронных сетей.

#### **Задания:**

1. Нейрон  $j$  получает входной сигнал от четырёх других нейронов, уровни возбуждения которых равны  $x_1, x_2, x_3, x_4$ . Соответствующие веса связей этого нейрона равны  $w_1, w_2, w_3, w_4$ . Вычислите выходное значение нейрона  $j$  для таких вариантов функции активации:

- а) линейной при  $k$ , равном номеру варианта студента;
- б) пороговой, в которой  $\theta = 0$ ;
- в) биполярной сигмоидальной.

Исходные данные для вариантов 1–10 приведены в табл. 1.1.

2. Создайте искусственный нейрон, задача которого – решить, идти ли студенту на пару. При этом должны выполняться условия;

- минимальное число входов нейрона – 5;



– функция активации –  $F(y) = \text{sgn}(y)$ , причём выходной сигнал 1 соответствует посещению пары.

Нарисуйте схему составляющих данного нейрона.

Таблица 1.1 – Данные для задания 1

Вариант	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$
1	10	-20	4	-2	0,8	0,2	-1	-0,9
2	-15	-10	-1	4	0,95	-0,2	-0,6	-0,25
3	9	18	8	20	0,75	0,35	0,2	-1
4	-7	10	-17	5	0,85	-0,85	0,9	0,2
5	-17	13	-12	5	-0,05	-0,25	-0,15	-0,6
6	17	-9	-18	-15	-0,85	-0,75	-0,05	-0,4
7	-3	-8	2	-9	-0,7	0,8	0,1	-0,55
8	-11	20	17	-3	0,35	0,95	0,65	-0,65
9	13	4	-11	-1	-1	0,7	0,2	-0,55
10	15	-14	3	-19	0,95	0,2	-0,35	0,95

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Входные и выходные звёзды Гроссберга.
2. Обучение на основе памяти.
3. Правило ближайшего соседа.
4. Алгоритм KNN (алгоритм k-ближайших соседей).
5. Синапс Хебба. Правило обучения Хебба.
6. Радиальные нейронные сети.
7. Нейронная сеть Кохонена.
8. Нейронная сеть Хопфилда.
9. Двухнаправленная ассоциативная память.
10. Нейронная сеть Хэмминга.

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки:	<b>09.04.04 Программная инженерия</b>
Магистерская программа:	<b>Программная инженерия</b>
Программа подготовки:	<b>академическая магистратура</b>
Семестр:	<b>1</b>
Учебная дисциплина:	<b>Нейронные сети</b>

## МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

### ВАРИАНТ №1

1. Что включает в себя биологический нейрон?
2. Из чего состоит формальный нейрон согласно модели Мак-Каллока – Питтса?
3. Что такое искусственный нейрон?
4. Что включает в себя математическая модель искусственного нейрона?
5. Какие функции активации вы знаете?

Утверждено на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
Преподаватель

А.С. Гольцев  
Н.С. Бондаренко

#### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	4
2	4
3	4
4	4
5	4
<b><i>Всего</i></b>	<b><i>20</i></b>

### 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

#### *Теоретические вопросы к экзамену*

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

### *Образец билета*

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

ОУ – Магистр

Направление подготовки – 09.04.04 «Программная инженерия»

Семестр 1

Учебная дисциплина «Нейронные сети»

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Правило ближайшего соседа, классификатор на основе  $k$ -ближайших соседей.
2. Модель Маккаллока – Питтса.

Утверждено на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий  
Протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Гольцев А. С.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Бондаренко Н. С.

### *Критерии оценивания*

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Правильные ответы на вопросы оцениваются таким образом

<b>Баллы за теоретический вопрос</b>	<b>Критерии оценивания ответа</b>
45–50	Студент твёрдо знает теоретический материал
20–44	Студент отвечает на теоретический вопрос с некоторой подсказкой преподавателя
1–19	Студент не знает основные понятия, но может их сформулировать с подсказкой преподавателя
0	Студент не знает основные понятия и не может их сформулировать с подсказкой преподавателя

За каждый билет студент может получить до 100 баллов.

## **11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ**

Элемент искусственного нейрона, выполняющий сложение сигналов, поступающих по синаптическим связям от других нейронов и от внешних источников:

- |                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| а) синапс;                     | б) сумматор;          |
| в) нелинейный преобразователь; | г) функция активации. |

## **12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальных заданий и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

**Распределение баллов, которые могут получить студенты  
в процессе изучения дисциплины**

Организационно учебная работа студента	СРС			Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	Индивидуальная творческая работа	
Мах 7 баллов	мак 63 балла	мак 20 баллов	мак 10 баллов	100 баллов
Активность на лабораторных занятиях	Выполнение индивидуальных заданий	Выполнение модульной контрольной работы	Разработка доклада на студенческую научную конференцию	

**Шкала соответствия баллов национальной шкале**

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

### 14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
1.	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.	—	+
2.	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.		
3.	Хайкин С. Нейронные сети : полный курс / С. Хайкин. – 2-е изд. – Москва : Вильямс, 2016. – 1104 с.	–	+
<i><b>Дополнительная литература</b></i>			
4.	Барский А. Б. Введение в нейронные сети / А. Б. Барский. – 2-е изд. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 359 с.	–	+

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Журнал «Интеллектуальные системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [intsysjournal.ru](http://intsysjournal.ru). – Загл. с экрана.
2. Журнал «Neurocomputing» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/505628/description](http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/505628/description). – Загл. с экрана.
3. Журнал «Pattern Recognition and Image Analysis» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?name=patrec&page=main>. – Загл. с экрана.
4. Российская ассоциация искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://raai.org/>. – Загл. с экрана.
5. Российская ассоциация нейроинформатики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.niisi.ru/iont/ni>. – Загл. с экрана.
6. The Journal of Neuroscience [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.jneurosci.org/>. – Загл. с экрана.
7. Электронный журнал «Нейроинформатика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.niisi.ru/iont/ni/Journal/>. – Загл. с экрана.

## 16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Стандартное программное обеспечение Microsoft Office.
2. Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio 2017.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_ год.

Протокол № \_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_ год.

Протокол № \_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_ год.

Протокол № \_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_