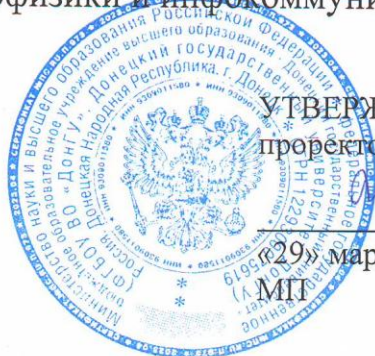


Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

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

Факультет физико-технический  
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

проректор

*Машаров*

П.А. Машаров

29 марта 2024 г.

МП

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«НЕЙРОННЫЕ СЕТИ»**

Укрупненная группа направлений подготовки	10.00.00 Информационная безопасность
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	10.04.01 Информационная безопасность
Магистерская программа	Информационная безопасность
Квалификация	Магистр
Форма обучения	очная; очно-заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Нейронные сети**» для обучающихся по направлению подготовки 10.04.01 Информационная безопасность (Магистерская программа: Информационная безопасность), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 10.04.01 Информационная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации Приказ от 26 ноября 2020 г. № 1455 (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 радиофизики  
и инфокоммуникационных технологий

 М.В. Бабичева

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и  
инфокоммуникационных технологий  
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

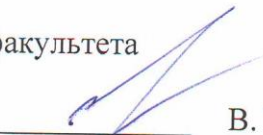
 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:


И.о. декана физико-технического факультета  
28.03.2024 г.

 С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета  
Протокол от 27.03.2024 г. № 2  
Председатель

 В. Н. Котенко

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

 В.В. Данилов

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

дисциплины программы бакалавриата: Информатика, Информационные технологии, Языки программирования, Теория информации, Пакеты прикладных программ для обработки изображений, Модели и методы безопасного информационного обмена.

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

Скриптовые языки программирования, Введение в искусственный интеллект, Модели и методы безопасного информационного обмена, Анализ безопасности web-проектов, Программно-аппаратные средства защиты информации.

Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная), Производственная практика: преддипломная практика (обязательная).

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	10.04.01 Информационная безопасность (Магистерская программа: Информационная безопасность)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.4 Нейронные сети
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 144

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	1	2	15	30	15	84	144	экзамен
Очно-заочная	2	3	5	8	5	126	144	экзамен

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучить основные положения теории нейронных сетей и методы их применения при решении задач.

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

### 4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2 Разработка систем защиты информации автоматизированных систем (06.33).	ПК-2.1 Оценивание уровня безопасности	Знает современные технологии создания и функционирования нейросетевых систем. Умеет разрабатывать нейронные сети для решения профессиональных задач.

	компьютерных систем	Умеет использовать готовые нейросетевые решения с целью выявления потенциальных уязвимостей безопасности информации в автоматизированных системах.
--	---------------------	--

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Математическая модель нейрона.	1.1. Основы нейробиологии. Модель мозга. 1.2. Нейронная сеть. 1.3. Искусственный нейрон Мак-Каллока – Питтса. 1.4. Уравнение нейрона со смещением 1.5. Функции активации. 1.6. Классический персептрон. 1.7. Искусственные нейронные сети. 1.8. Архитектура искусственных нейронных сетей. 1.9. Набор средств для создания, инициализации, обучения, моделирования и визуализации сети
2. Методы обучения нейронных сетей.	2.1. Основные методы обучения нейронных сетей. 2.2. Обучение с учителем и без учителя. 2.3. Обучение Хебба. 2.4. Решение задачи бинарной классификации. 2.5. Понятие градиентного спуска. 2.6. Поверхность ошибки. 2.7. Обучение нейронной сети методом градиентного спуска
3. Решение задачи регрессии многослойным персептроном	3.1. Математические методы решения задачи регрессии и аппроксимации. 3.2. Многослойный персептрон, задачи для многослойного персептрона. 3.3. Решение задачи регрессии разными архитектурами. 3.4. Оптимизаторы. 3.5. Ограничения регрессионной модели. 3.6. Специальные типы нейронных сетей.
4. Стандартные архитектуры нейронных сетей	4.4. Архитектуры радиальных базисных нейронных сетей общего вида и специальные функции для их создания и автоматической настройки весов и смещений 4.5. RBF сети с нулевой и ненулевой ошибкой. 4.6. Ньютоновские и градиентные методы обучения. 4.7. Кроссэнтропия и софтмакс. 4.8. Самообучающиеся нейронные сети. Карты Кохоненна.
5. LVQ-сети.	5.1. Самоорганизующихся LVQ-сети. 5.2. Архитектуры самоорганизующихся нейронных сетей типа LVQ и специальные функции для их создания. 5.3. Решение задачи кластеризации и классификации. 5.4. Распознавание формы предметов сетью LVQ.
6. Ассоциативные запоминающие нейронные сети.	6.1. Ассоциативная память и сети Хопфилда. 6.2. Применение сетей Хопфилда для решения задач распознавания образов и создания ассоциативной памяти 6.3. Ложные аттракторы и химеры. Распознавание зашумленных образов сетью Хопфилда.
7. Рекуррентные нейронные сети.	7.1. Самоорганизующиеся нейронные сети и сети с встречным распространением.

	7.2. Рекуррентные нейронные сети. 7.3. LSTM (Long Short Term Memory). 7.4. Сети Элмана. 7.5. Определение амплитуды сигнала сетью Элмана.
8. Сверточные нейронные сети	8.1. Понятие свертки. Операция свертки. 8.2. Простые архитектуры на свертках. 8.3. Паддинг и страйд. 8.4. Расчет размерности выходного слоя. 8.5. Каскад сверток. 8.6. Макс-пуллинг. 8.7. Фильтры ядра и их роль в поиске изображения на картинке. 8.8. Реализация сверточного слоя. 8.9. Известные архитектуры сверточных нейронных сетей.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
1. Математическая модель нейрона.	1	2	1	10	14
2. Методы обучения нейронных сетей.	2	4	2	10	18
3. Решение задачи регрессии многослойным персептроном	2	4	2	10	18
4. Стандартные архитектуры нейронных сетей	2	4	2	10	18
5. LVQ-сети.	2	4	2	10	18
6. Ассоциативные запоминающие нейронные сети.	2	4	2	10	18
7. Рекуррентные нейронные сети.	2	4	2	10	18
8. Сверточные нейронные сети	2	4	2	14	22
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	15	30	16	84	144

### 6.1. Форма обучения – очно-заочная, курс – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
1. Математическая модель нейрона.	0,6	1	0,6	15	17,2
2. Методы обучения нейронных сетей.	0,6	1	0,6	18	20,2
3. Решение задачи регрессии многослойным персептроном	0,6	1	0,6	15	17,2
4. Стандартные архитектуры нейронных сетей	0,8	1	0,8	18	20,6
5. LVQ-сети.	0,6	1	0,6	15	17,2
6. Ассоциативные запоминающие нейронные сети.	0,6	1	0,6	15	17,2
7. Рекуррентные нейронные сети.	0,6	1	0,6	15	17,2
8. Сверточные нейронные сети	0,6	1	0,6	15	17,2
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	5	8	5	126	144

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

### 7.1. Контрольные вопросы

1. Математическая модель нейрона. Задачи для одного нейрона.
2. Алгоритм стохастического градиентного спуска с моментом. В чем суть и преимущество перед простым стохастическим градиентным спуском.
3. Активационные функции. Для чего нужны. Какие существуют.
4. Найдите весовые коэффициенты и смещение, которые позволяют моделировать функцию "НЕ" при помощи одного нейрона со ступенчатой функцией активации.
5. Многослойный персептрон. Структура. Задачи, решаемые многослойным персептроном.
6. Что такое batch? Для каких целей он применяется в алгоритме?
7. Что такое pudding и для чего он нужен? Покажите на примере.
8. Найдите весовые коэффициенты и смещение, которые позволяют моделировать функцию "И" при помощи одного нейрона со ступенчатой функцией активации.
9. Что такое метод обучения Rprop? В чем его преимущество перед другими методами обучения?
10. Нейронные сети для распознавания изображений. Сверточные нейронные сети.
11. Найдите весовые коэффициенты и смещение, которые позволяют моделировать функцию "ИЛИ" при помощи одного нейрона со ступенчатой функцией активации.
12. Какие методы обучения нейронных сетей вы знаете? Приведите примеры и области применения.
13. Найдите весовые коэффициенты и смещение, которые позволяют моделировать функцию "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ" при помощи одного или нескольких нейронов со ступенчатой функцией активации.
14. Чем алгоритм градиентного спуска отличается от алгоритма стохастического градиентного спуска? Каковы достоинства и недостатки, области применимости этих методов обучения?
15. В каких задачах применяется функция SoftMax? Что она из себя представляет?
16. На координатной плоскости имеется 4 точки A(0,1), B(1,1), C(1,0) и D(0,0). Подберите параметры для нейрона, который бы относил бы точки A и B, к первому классу, а точки C и D- ко второму классу.

### 7.2. Темы докладов

1. Нейронные сети и изобразительное искусство
2. Нейронные сети и чат боты
3. Нейронные сети и медицина
4. Нейронные сети и виртуальная реальность
5. Нейронные сети и контекстная реклама
6. Нейронные сети и экономика
7. Нейронные сети и социология
8. Нейронные сети и языкознание, лингвистика
9. Нейронные сети и роботы
10. Нейронные сети заменяют человека
11. Нейронные сети взаимодействующие с человеческим мозгом
12. Нейронные сети и автомобили
13. Нейронные сети и машинное зрение
14. Нейронные сети и информационная безопасность
15. Нейронные сети и машинный перевод
16. Нейронные сети и модификация изображений
17. Нейронные сети в игровой индустрии



### 7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

Донецкий государственный университет  
Физико-технический факультет  
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий  
Программа высшего образования      Программа магистратуры  
Направление подготовки 10.04.01 Информационная безопасность  
Профиль подготовки      Информационная безопасность  
Форма обучения      Очная  
Семестр      Второй  
Дисциплина      Нейронные сети

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Математическая модель нейрона. Задачи для одного нейрона.
2. Что такое MSE? Формула, по которой вычисляется. Где применяется?
3. В чем разница между сверточными нейронными сетями LeNet (1998), AlexNet (2012), VGG (2014), GoogLeNet (2015) и ResNet (2015)?
4. Какие веса и смещение для входного вектора  $[0 \ 1]$  используя функцию активации типа сигмоид, позволят на выходе получить  $[1 \ 0]$ ?  
Объясните, что означает код:  
 $x = [3.5 \ 4 \ 4.5 \ 5 \ 5.5 \ 6 \ 6.5 \ 7 \ 7.5 \ 8 \ 8.5 \ 9 \ 9.5 \ 10];$   
 $y = \sin(x) ./ (x .* x)$   
 $net = newff([3.5, 10], [5, 1], {'tansig', 'purelin'}, 'trainbfg');$
5.  $net.performFcn = 'sse';$   
 $net.trainParam.goal = 0.001$   
 $net.trainParam.epochs = 100;$   
 $[net, tr] = train(net, x, y)$   
 $an = sim(net1, x)$

Утверждено на  
заседании кафедры.

Зав. кафедрой РФ и  
ИКТ

В.В. Данилов

№ \_\_\_\_\_ от  
\_\_\_\_\_ 201\_ г.

Экзаменатор

М.В.Бабичева

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

#### 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 практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

##### 8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-8	Текущий контроль:	5
	Практические работы	10
	Лабораторные работы	24
	Доклад по выбранной теме	11
ИТОГО		50
Экзамен		50
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		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 корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных и практических 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 проведения лабораторных занятий требуется лаборатория, обеспеченная персональными компьютерами.

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.405).

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. Симон Хайкин. Нейронные сети : Полный курс. 2-е издание. Изд-во «Вильямс», Москва, 2006.
2. Данилов, В.В. Нейронные сети: учебное пособие / В.В. Данилов, М.В. Бабичева. – Донецк: ДонНУ, 2020. – 158 с.
3. Данилов, В.В. Проектирование искусственных нейронных сетей: методические указания к лабораторному практикуму / В.В. Данилов, М.В. Бабичева. – Донецк: ДонНУ, 2020. – 133 с.
4. Станислав Осовский. Нейронные сети для обработки информации. Изд- во «Питер», Спб, 2004.

### 11.2. Дополнительная литература

5. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации/ Пер. С польского И.Д.Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.

6. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский ; пер. с пол. И. Д. Рудинского. - М. : Горячая Линия-Телеком, 2007. - 383 с.

## 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Нейронные сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://confident.org.ua/index.php/stati-po-teme/170-tekhnicheskaya-zashchita-informatsii.html>
2. Построение глубокой нейронной сети с нуля с использованием Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev-gang.ru/article/postroenie-glubokoi-neironnoi-seti-s-nulja-s-ispolzovaniem-python-g6j3ht26jo/>
3. Нейронные сети. Электронный курс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stepik.org/course/401/syllabus>
4. Нейронные сети и компьютерное зрение Электронный курс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stepik.org/course/50352/syllabus>
5. 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.
6. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
6. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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. IDE Python (BSD для свободного программного обеспечения).
4. PyTorch библиотека для машинного обучения (BSD для свободного программного обеспечения).