

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

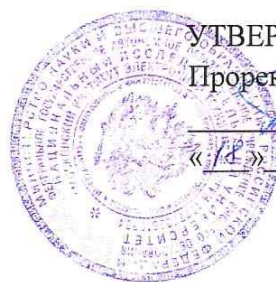
Дата подписания: 01.09.2023 11:11:12

«Национальный исследовательский университет

Уникальный программный ключ:

«Московский институт электронной техники»

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

«14» 05 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Нейронные сети»

Направление подготовки – 01.03.04 «Прикладная математика»

Направленность (профиль) – «Компьютерная математика и математическое моделирование»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-3** «Способен применять современные математические методы и программные технологии обработки и анализа данных» сформулирована на основе профессионального стандарта 06.042 «Специалист по большим данным»

**Обобщенная трудовая функция** «А Анализ больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры»

**Трудовые функции:** «А/04.6 Проведение аналитического исследования с применением технологий больших данных в соответствии с требованием заказчика»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3.НС. Способен использовать абстрактные модели нейронных сетей при решении задач в области естественных наук и инженерной практике.	Разработка, отладка и модификация программного обеспечения в сфере обработки больших данных, а также проведение аналитических исследований с использованием полученного программного обеспечения.	<b>Знает</b> основные понятия теории нейронных сетей и теоретическое обоснование их стандартных моделей, алгоритмы обучения нейронных сетей. <b>Умеет</b> выбирать в зависимости от типа задачи подходящую модель нейронной сети, изменяя при необходимости её конфигурацию, а также выбирать подходящий алгоритм для её обучения. <b>Имеет опыт</b> приложения нейросетевых моделей к решению прикладных задач: классификации, аппроксимации, фильтрации помех, а также сегментации изображений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для изучения дисциплины студент должен владеть основами линейной алгебры, математического анализа, теории вероятности и численных методов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	5	3	108	16	32	-	60	ЗаО

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Нейронные сети и их приложения	16	32	-	60	Защита индивидуального задания лабораторной работы 1
					Защита индивидуального задания лабораторной работы 2
					Защита индивидуального задания лабораторной работы 3
					Защита индивидуального задания лабораторной работы 4
					Защита индивидуального задания лабораторной работы 5
					Защита индивидуального задания лабораторной работы 6

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	4	Многослойные перцептроны. Метод обратного распространения ошибки, эффект переобучения, паралич коэффициентов. Построение глубоких нейросетевых моделей, проблема экспоненциального затухания градиента ошибки. Сети Хопфилда и ассоциативная память,

			рассчет энергии сети, сравнение с моделями перцептронов. Построение сетей плотной ассоциативной памяти (Dense Associative Memories) на основе альтернативной формы энергии сети Хопфилда.
	2	2	<b>Сверточные сети.</b> Слой свертки и субдискретизации. Принципы обучения с переносом, модели на основе данных Imagenet. Построение автоэнкодеров на основе прямых и обратных слоев свертки. Расширение обучающей выборки за счет случайных поворотов, отражений и масштабирования с обрезанием исходных изображений (метод аугментации обучающей выборки).
	3	2	<b>Рекуррентные нейронные сети.</b> Обратное распространение во времени, сети долгой кратковременной памяти (LSTM). Решение проблемы экспоненциального затухания градиента ошибки в архитектуре LSTM. Использование сетей LSTM для генерации последовательностей.
	4	2	<b>Модифицированные методы градиентного спуска.</b> Пакетный и стохастический градиентный спуск. Оптимизация алгоритма с помощью методов Нестерова, AdaGrad, Adam и Momentum. Решение проблемы переобучения с помощью слоев Dropout, методов регуляризации, а также слоев пакетной нормализации (Batch Normalization).
	5	2	<b>Генеративно состязательные модели.</b> Резидуальные сети, сквозное подключение слоев, модели класса U-net и их приложение к построению pix2pix архитектуры. Общие принципы генеративно состязательных моделей (GAN), обучение как состязательная игра между генератором и дискриминатором.
	6	4	<b>Слои внимания и трансформеры.</b> Основные типы слоев для реализации механизма внимания (Attention), а также их приложение к решению задачи машинного перевода. Применение сверточных сетей вместе с трансформерами для задач формирования описаний к изображениям и интеллектуального поиска изображений по их содержанию.

#### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Многослойные перцептроны.

	2	6	Сверточные сети.
	3	6	Сети долгой кратковременной памяти.
	4	6	Генеративно состязательные модели.
	5	6	Трансформеры и слои внимания.
	6	4	Сети Хопфилда и ассоциативная память.

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	12	Подготовка к лабораторным работам 1 - 6
	6	Выполнение индивидуального задания к лабораторной работе 1 и подготовка к его защите
	6	Выполнение индивидуального задания к лабораторной работе 2 и подготовка к его защите
	6	Выполнение индивидуального задания к лабораторной работе 3 и подготовка к его защите
	6	Выполнение индивидуального задания к лабораторной работе 4 и подготовка к его защите
	6	Выполнение индивидуального задания к лабораторной работе 5 и подготовка к его защите
	6	Выполнение индивидуального задания к лабораторной работе 6 и подготовка к его защите
1	12	Подготовка к зачету.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>;

#### Общее

- ✓ Методические указания студентам по изучению дисциплины

#### Модуль 1 «Нейронные сети и их приложение»

- ✓ Планы лабораторных работ с перечнем индивидуальных заданий
- ✓ Тексты лекций (для всех видов самостоятельной работы)
- ✓ Презентации лекций (для всех видов самостоятельной работы)

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

1. Умняшкин С.В. Основы компьютерного зрения и распознавания образов: Учеб. пособие / С.В. Умняшкин, Р.В. Голованов; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2019. - 264 с. - ISBN 978-5-7256-0914-1
2. Ярышев С. Н., Рыжова В. А. Технологии глубокого обучения и нейронных сетей в задачах видеоанализа: Учебное пособие / С. Н. Ярышев, В. А. Рыжова. - Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2022. - 82 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/283967> (дата обращения: 17.12.2022).
3. Тарков М.С. Нейрокомпьютерные системы / М.С. Тарков. - М. : ИНТУИТ, 2016. - 170 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/100268> (дата обращения: 17.12.2022).
4. Антонио Джулли. Библиотека Keras - инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow / Антонио Джулли, Суджит Пал. - М. : ДМК Пресс, 2018. - 284 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/111438> (дата обращения: 17.12.2022). - ISBN 978-5-97060-573-8 : 0-00.

### Периодические издания

1. ЖУРНАЛ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ: научный журнал / Российская академия наук, Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН. - РАН, 1961 - . - URL: [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jmid=zvmmf&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jmid=zvmmf&option_lang=rus) (дата обращения: 17.12.2022). - ISSN 0044-4669 (print).

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань: Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 17.12.2022). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
2. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 17.12.2022). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
3. Math-Net.Ru: общероссийский математический портал: сайт. – Москва, Математический институт им. В. А. Стеклова РАН, 2020. – URL: <http://www.mathnet.ru/> (дата обращения: 12.12.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебный процесс реализуется в формате **смешанного обучения**.

Применяется расширенная виртуальная модель обучения, предполагающая обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях с преподавателем и после-

дующую самостоятельную работу студента по теме занятия. Работа происходит по следующей схеме:

(1) лекция (контактная работа по расписанию занятий) — СРС (проработка лекционного материала с использованием текста, презентации, видео записи лекции);

(2) лабораторная работа (контактная работа по расписанию занятий) — СРС (выполнение индивидуальных заданий). Консультирование по ходу выполнения заданий.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел «Домашние задания» ОРИОКС, форумы в электронном курсе MOODLE, электронная почта.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Учебная доска Мультимедийное оборудование (компьютер с ПО и возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду МИЭТ; телевизоры; акустическое оборудование (микрофон, звуковые колонки))	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome);  Acrobat reader DC
Компьютерный класс	Системный блок Intel Core i5, монитор TFT 21,5" AOC i2269Vw	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome);  Acrobat reader DC, Python (Anaconda), Visual Studio,
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office,

	МИЭТ	браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC, Python (Anaconda), Visual Studio
--	------	--

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК.3**. Способен использовать абстрактные модели нейронных сетей для построения интегрированного программного обеспечения в области обработки и анализа больших данных.

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

Лекции и лабораторные занятия проводятся контактно в соответствии с расписанием. Посещение лекций и лабораторных занятий обязательно. Дополнительной формой контактной работы являются консультации (их посещать необязательно).

Перечень доступных студентам учебно-методических материалов приведен в п. 5, 6, 7.

Набор заданий лабораторных работ включает практико-ориентированные задания на опыт деятельности.

Подробное описание организации процесса обучения, системы контроля и оценивания изложено в «Методических рекомендациях студентам по изучению дисциплины».

### 11.2. Система контроля и оценивания

Система контроля включает мероприятия текущего контроля и промежуточную аттестацию. Текущий контроль состоит из сдачи и защиты лабораторных работ. Промежуточная аттестация проходит в форме зачета.

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система. Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (защита лабораторных) и сдача зачета. Максимальный суммарный балл – 100.

Важное значение придается соблюдению сроков сдачи контрольных мероприятий. Задержка в сдаче приводит к уменьшению числа баллов, начисляемых за выполнение, вплоть до полной их потери (соответствующие правила прописаны в «Методических рекомендациях студентам по изучению дисциплины»).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

**Разработчик:**

Старший преподаватель \_\_\_\_\_



/Назаров М.Н./



Рабочая программа дисциплины «Нейронные сети» по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика», направленность (профиль) «Компьютерная математика и математическое моделирование», разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры 25.04 2023 года, протокол № 11

Заведующий кафедрой ВМ-1  /А.А. Прокофьев/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  /Никулина И.М./

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки  /Филиппова Т.П./