

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

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

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 17.07.2024 10:21:07 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Уникальный программный ключ:

«Национальный исследовательский университет

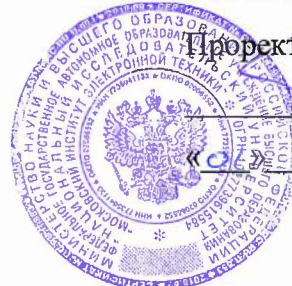
«Московский институт электронной техники»

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea88208d602

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов



«07» 04 2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Распознавание образов и машинное обучение»

Направление подготовки - 01.04.04 «Прикладная математика»

Направленность (профиль) «Математические методы моделирования и анализа данных»

Москва 2024

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы.

| Компетенции, формируемые в дисциплине                                                                                        | Подкомпетенции, формируемые в дисциплине                                                                                                                    | Индикаторы достижения компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-1.</b> Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики. | <b>ОПК-1.РОМО.</b> Способен на основе современных математических методов и программных средств исследовать и реализовывать алгоритмы распознавания образов. | <p><b>Знает</b> основные теоретические подходы и математические модели, используемые в распознавании образов.</p> <p><b>Умеет</b> проводить подготовку данных для машинного обучения, анализировать качество применения различных моделей и алгоритмов распознавания.</p> <p><b>Имеет опыт</b> практической реализации и обучения распознавателей на основе стандартных программных библиотек.</p> |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине: слушатели должны быть знакомы с основами математического анализа, теории вероятностей и математической статистикой, линейной алгеброй и аналитической геометрией в объёме бакалавриата инженерных специальностей.

## 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) |                               |                          |
| 1    | 2       | 6                       | 216                       | -                 | 16                         | 64                          | 100                           | Экз. (36)                |



#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № и наименование Модуля                                                                     | Контактная работа |                            |                             | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                             | Лекции (часы)     | Лабораторные работы (часы) | Практические занятия (часы) |                        |                                                                                 |
| 1. Базовые понятия и термины, виды задач машинного обучения. Линейные модели распознавания. | -                 | 6                          | 28                          | 50                     | Коллоквиум<br>Сдача лабораторных работ, выполняемых в формате домашних заданий. |
| 2. Основные модели распознавателей в задачах машинного обучения с учителем и без учителя.   | -                 | 10                         | 36                          | 50                     | Сдача лабораторных работ, выполняемых в формате домашних заданий.               |

##### 4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены.

##### 4.2. Практические занятия

| № модуля дисциплины | № практического занятия | Объем занятий (часы) | Наименование занятия                                                                                                                 |
|---------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                   | 1                       | 2                    | Вводное занятие. Предметная область, изучаемая в учебном курсе. Задачи распознавания образов и машинного обучения, их формализация.  |
|                     | 2                       | 2                    | Задача регрессии на примере алгебраического полиномиального распознавателя с квадратичным штрафом. Переобучение. Регуляризация.      |
|                     | 3-4                     | 4                    | Байесовская теория принятия решений, получения статистических оценок по максимуму апостериорной вероятности.                         |
|                     | 5                       | 2                    | Основы теории информации. Энтропия, перекрёстная энтропия, взаимная информация. Расхождение Кульбака-Лейблера.                       |
|                     | 6                       | 2                    | Характеристики качества распознавания. Обучающие, проверочные (валидационные), тестовые выборки. Кросс-валидация.                    |
|                     | 7                       | 2                    | Линейные модели в задачах регрессии, основанные на методе наименьших квадратов.                                                      |
|                     | 8                       | 2                    | Регуляризация в линейных моделях регрессии. Представление ошибки регрессионного распознавателя в виде слагаемых смещения и разброса. |

| № модуля дисциплины | № практического занятия | Объем занятий (часы) | Наименование занятия                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | 9                       | 2                    | Линейные модели классификации. Дискриминант Фишера.                                                                                                                                                                            |
|                     | 10                      | 2                    | Порождающие модели классификаторов на примере многомерного нормального распределения.                                                                                                                                          |
|                     | 11                      | 2                    | Дискриминантные модели классификаторов. Логистическая регрессия.                                                                                                                                                               |
|                     | 12                      | 2                    | Проблемный семинар по темам модуля 1.                                                                                                                                                                                          |
|                     | 13                      | 2                    | Коллоквиум                                                                                                                                                                                                                     |
| 2                   | 14                      | 2                    | Искусственный нейрон. Модель персептрона Розенблатта, алгоритмы обучения персептрона. Вычисление логических функций с использованием простейших нейронных сетей.                                                               |
|                     | 15                      | 2                    | Полносвязные нейронные сети. Обучение алгоритмом обратного распространения ошибки на примере квадратичного штрафа.                                                                                                             |
|                     | 16                      | 2                    | Обучение сетей с функцией штрафа в виде кросс-энтропии. Ускорение обучения нейронных сетей: пакетная нормализация, способы инициализации начальных параметров сетей, метод Нестерова и другие модификации градиентного спуска. |
|                     | 17                      | 2                    | Применение регуляризации при обучении нейронных сетей.                                                                                                                                                                         |
|                     | 18                      | 2                    | Упрощение структуры нейронных сетей на основе матрицы Гессе методом «оптимальной хирургии мозга».                                                                                                                              |
|                     | 19                      | 2                    | Глубокое обучение. Свёрточные нейронные сети.                                                                                                                                                                                  |
|                     | 20-21                   | 4                    | Метод опорных векторов для классификации с двумя классами. Использование ядер скалярного произведения, «трюк с ядром».                                                                                                         |
|                     | 22                      | 2                    | Обобщение метода опорных векторов на многоклассовую классификацию. Использование метода опорных векторов для решения задач регрессии и выделения аномалий данных.                                                              |
|                     | 23-24                   | 4                    | Использование распознающих деревьев для задач регрессии и классификации.                                                                                                                                                       |
|                     | 25                      | 2                    | Ансамбли распознавателей. Бэггинг, случайный лес. Бустинг.                                                                                                                                                                     |
|                     | 26                      | 2                    | Формирование и преобразование признаков. Селекция признаков. Метод главных компонент.                                                                                                                                          |
|                     | 27-28                   | 4                    | Задача кластеризации данных. Метод иерархической кластеризации на основе связей. Метод $K$ -средних.                                                                                                                           |
|                     | 29                      | 2                    | Сети Кохонена; самоорганизующиеся карты Кохонена.                                                                                                                                                                              |
|                     | 30-31                   | 4                    | Модели данных в виде гауссовых смесей. Применение алгоритма Expectation-Maximization для оценки параметров смеси.                                                                                                              |
|                     | 32                      | 2                    | Проблемный семинар по темам модуля 2.                                                                                                                                                                                          |



### 4.3. Лабораторные занятия

| № модуля дисциплины | № лаб. работы | Объем занятий (часы) | Наименование работы                                                |
|---------------------|---------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1                   | 1             | 2                    | Классификация по методу «ближайшего соседа».                       |
|                     | 2             | 2                    | Линейные модели регрессии.                                         |
|                     | 3             | 2                    | Линейные модели классификации.                                     |
| 2                   | 4             | 2                    | Полносвязные искусственные нейронные сети прямого распространения. |
|                     | 5             | 2                    | Свёрточные нейронные сети.                                         |
|                     | 6             | 2                    | Метод опорных векторов.                                            |
|                     | 7             | 2                    | Ансамбли решающих деревьев.                                        |
|                     | 8             | 2                    | Кластеризация данных (обучение без учителя).                       |

### 4.4. Самостоятельная работа студентов

| № модуля дисциплины | Объем занятий (часы) | Вид СРС                                                                                                                                             |
|---------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                   | 26                   | Выполнение текущих домашних заданий, включая лабораторные работы.                                                                                   |
|                     | 8                    | Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети Интернет по темам лекций в рамках подготовки к практическим занятиям |
|                     | 18                   | Подготовка к коллоквиуму                                                                                                                            |
| 2                   | 38                   | Выполнение текущих домашних заданий, включая лабораторные работы.                                                                                   |
|                     | 10                   | Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети Интернет по темам лекций в рамках подготовки к практическим занятиям |

### 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 включает в себя рекомендуемую литературу и ресурсы сети интернет, а также электронные образовательные ресурсы дисциплины в системе ОРИОКС,

<http://orioks.miet.ru/>, в том числе «Методические указания студентам по изучению дисциплины».

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Умняшкин С.В. Основы теории распознавания образов и машинного обучения: учебное пособие. – М.: МИЭТ – 2021. – 288 с.

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

1. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 25.12.2023). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
2. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 25.12.2023). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде.

В частности, для взаимодействия преподавателя со студентом с целью оперативного консультирования по вопросам текущих домашних заданий и используется электронная почта.

Лабораторные работы выполняются самостоятельно в виде домашних заданий (вне учебных аудиторий, на личных ПК студентов), отчёты по лабораторным работам направляются преподавателю в электронной форме. После проверки очередного задания преподаватель направляет об этом информацию студенту на его электронную почту с указанием замечаний. Формат защиты лабораторных работ определяется преподавателем (очно в аудитории или дистанционно по видеосвязи).

Почтовая рассылка используется также для доведения до студентов оперативных материалов: презентаций преподавателя к текущим занятиям, заданий для самостоятельного выполнения.

Для взаимодействия студентов с преподавателем при необходимости также используются программа Discord.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы                                                                           | Перечень программного обеспечения                        |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория                                                     | Учебная доска.<br>Мультимедийное оборудование (компьютер с ПО и возможностью подключения к сети Интернет)                                       | Windows 10 Pro,<br>Microsoft Office 2010<br>Adobe Reader |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся                      | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ | Windows 10 Pro,<br>Microsoft Office 2010<br>Adobe Reader |

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

ФОС по подкомпетенции ОПК-1.РОМО. Способен на основе современных математических методов и программных средств исследовать и реализовывать алгоритмы распознавания образов.

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

Рекомендуется посещение всех учебных занятий. Посещение занятий с контрольными мероприятиями является обязательным. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Они проводятся лектором раз в две недели, их посещать необязательно.

### 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре и ответ на зачёте. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий, а также детальная схема начисления баллов



представлена на платформе ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>. При начислении баллов действуют следующие правила:

1) По каждому контрольному мероприятию установлено максимальное и минимальное засчитываемое число баллов.

2) Электронный отчёт по каждой дистанционной лабораторной работе высылается на почту преподавателя для проверки и оценивания. Далее, при наличии замечаний по отчёту, направленных преподавателем студенту, последний имеет возможность повысить балл, повторно отправив преподавателю доработанную версию отчёта по электронной почте и защитив ее.

**РАЗРАБОТЧИК:**

Профессор кафедры ВМ-1, д.ф.-м.н., проф.



С.В. Умняшкин



Рабочая программа дисциплины «Распознавание образов и машинное обучение» по направлению подготовки 01.04.04 «Прикладная математика», направленность (профиль) «Математические методы моделирования и анализа данных», разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании УС кафедры 25.03 2024 года, протокол № 8.

Заведующий кафедрой ВМ-1



А.А. Прокофьев

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Начальник АНОК



/ И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки



/ Т.П. Филиппова /