

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое и компьютерное моделирование

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 57,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мамонтов А.И.
	Идентификатор	R4598743d-MamontovAI-34471f61

А.И. Мамонтов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

М.Ф. Черепова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

П.В. Зубков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении основных методов, моделей и алгоритмов машинного обучения и способов их применения для решения практических задач

Задачи дисциплины

- изучение основ теории машинного обучения;
- приобретение навыков применения методов машинного обучения к решению научных и практических задач.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
РПК-1 Способен разрабатывать и исследовать математические модели естествознания и технологий, а также осуществлять их компьютерную реализацию	ИД-1 _{РПК-1} Демонстрирует знание современного математического аппарата, используемого при математическом и компьютерном моделировании	знать: - основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения; - принципы классификации и распознавания в метрических пространствах.
РПК-1 Способен разрабатывать и исследовать математические модели естествознания и технологий, а также осуществлять их компьютерную реализацию	ИД-2 _{РПК-1} Выбирает современные инструментальные средства и технологии для реализации информационных и математических моделей	уметь: - применять библиотеки для машинного обучения и анализировать работу поискового робота.
РПК-1 Способен разрабатывать и исследовать математические модели естествознания и технологий, а также осуществлять их компьютерную реализацию	ИД-5 _{РПК-1} Применяет математические методы исследования и компьютерного моделирования для решения прикладных задач	уметь: - применять модели машинного обучения для решения прикладных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Математическое и компьютерное моделирование (далее – ОПОП), направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Этапы проектов машинного обучения: сбор данных, моделирование и развёртывание	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Этапы проектов машинного обучения: сбор данных, моделирование и развёртывание и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 45-47</p>	
1.1	Этапы проектов машинного обучения: сбор данных, моделирование и развёртывание	3		2	-	-	-	-	-	-	-	-	1		-
2	Классификация и распознавание в метрических пространствах	12		6	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
2.1	Классификация и распознавание в метрических пространствах	12		6	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
3	Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения	18		8	-	4	-	-	-	-	-	-	6		-
3.1	Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения	18		8	-	4	-	-	-	-	-	-	6		-

													[6], стр. 28-29
4	Библиотеки для машинного обучения	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Библиотеки для машинного обучения и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 26, 78 [7], стр. 38, 42, 44 [8], стр. 68-73
4.1	Библиотеки для машинного обучения	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
5	Методы создания поисковых систем	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Методы создания поисковых систем и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [9], стр. 33-35
5.1	Методы создания поисковых систем	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
6	Нейросетевые модели	12	6	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Нейросетевые модели и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 351-354 [10], стр. 282-284
6.1	Нейросетевые модели	12	6	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
7	Модели машинного обучения в биологии и медицине	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Модели машинного обучения в биологии и медицине и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [11], 79-82, 117-120, 137-138
7.1	Модели машинного обучения в биологии и медицине	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
8	Сжатие данных в машинном обучении	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Сжатие данных в машинном обучении и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 41-43
8.1	Сжатие данных в машинном обучении	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	

	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0		32	-	16	-	2	-	-	0.5	24	33.5	
	Итого за семестр	108.0		32	-	16	2		-		0.5	57.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Этапы проектов машинного обучения: сбор данных, моделирование и развёртывание

1.1. Этапы проектов машинного обучения: сбор данных, моделирование и развёртывание
Типы задач, для которых нужны интеллектуальные системы. Основы работы с данными. Моделирование. Развёртывание и обслуживание интеллектуальных систем.

2. Классификация и распознавание в метрических пространствах

2.1. Классификация и распознавание в метрических пространствах

Моделирование объекта. Меры сходства объектов и их совокупностей. Некоторые алгоритмы кластеризации. Решающие функции и их свойства. Распознавание линейно разделимых образов. Персептрон - математическая модель восприятия информации мозгом. Метод потенциальных функций. Градиентные методы построения решающих функций. Построение решающей функции методом минимизации среднеквадратичной ошибки.

3. Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения

3.1. Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения

Байесовский классификатор для текстов и изображений. Классификатор на базе деревьев решений. Нейронные сети. Метод опорных векторов. Метод k-ближайших соседей. Иерархическая кластеризация. Кластеризация методом k-средних. Тематическое моделирование. Латентное размещение Дирихле. Неотрицательная матричная факторизация. Многомерное шкалирование. Тестовый подход к распознаванию. Принцип конечной топологии.

4. Библиотеки для машинного обучения

4.1. Библиотеки для машинного обучения

Обзор содержащих полезные модели и алгоритмы библиотек Python: TensorFlow, Keras, Numpy, Scikit-Learn, PyTorch, Matplotlib, OpenCV, Pandas, Natural Language Toolkit, DeepPavlov, Natasha, LanguageTool, FFmpeg.

5. Методы создания поисковых систем

5.1. Методы создания поисковых систем

Модель поиска. Индексирование. Обработка поисковых запросов. Ранжирование.

6. Нейросетевые модели

6.1. Нейросетевые модели

Полносвязные, сверточные и графовые сети. Моделирование последовательностей: рекуррентные нейронные сети, GRU и LSTM сети. Трансформеры.

7. Модели машинного обучения в биологии и медицине

7.1. Модели машинного обучения в биологии и медицине

Применение моделей машинного обучения в молекулярной химии, биофизике, геномике, микроскопии и медицине.

8. Сжатие данных в машинном обучении

8.1. Сжатие данных в машинном обучении

Предварительная обработка образов. Отбор признаков и преобразование кластеров. Целочисленные модели. Алгоритмы разделения и распознавания. Дистилляция моделей.

3.3. Темы практических занятий

1. Классификация и распознавание в метрических пространствах;
2. Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения;
3. Примеры моделей машинного обучения;
4. Библиотеки для машинного обучения;
5. Моделирование с помощью библиотек для машинного обучения;
6. Нейросетевые модели;
7. Модели машинного обучения в биологии и медицине;
8. Сжатие данных в машинном обучении.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов раздела "Этапы проектов машинного обучения: сбор данных, моделирование и развёртывание"
2. Обсуждение материалов раздела "Классификация и распознавание в метрических пространствах"
3. Обсуждение материалов раздела "Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения"
4. Обсуждение материалов раздела "Библиотеки для машинного обучения"
5. Обсуждение материалов раздела "Методы создания поисковых систем"
6. Обсуждение материалов раздела "Нейросетевые модели"
7. Обсуждение материалов раздела "Модели машинного обучения в биологии и медицине"
8. Обсуждение материалов раздела "Сжатие данных в машинном обучении"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Знать:											
принципы классификации и распознавания в метрических пространствах	ИД-1РПК-1	+	+								Контрольная работа/Принципы классификации и распознавания в метрических пространствах
основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения	ИД-1РПК-1			+							Контрольная работа/Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения
Уметь:											
применять библиотеки для машинного обучения и анализировать работу поискового робота	ИД-2РПК-1				+	+					Контрольная работа/Библиотеки для машинного обучения и анализ работы поискового робота
применять модели машинного обучения для решения прикладных задач	ИД-5РПК-1						+	+	+		Контрольная работа/Модели машинного обучения

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Библиотеки для машинного обучения и анализ работы поискового робота (Контрольная работа)
2. Модели машинного обучения (Контрольная работа)
3. Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения (Контрольная работа)
4. Принципы классификации и распознавания в метрических пространствах (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Хултен Д.- "Разработка интеллектуальных систем", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2019 - (284 с.)
<https://e.lanbook.com/book/131705>;
2. Болотов, А. А. Классификация и распознавание в дискретных системах: Учебное пособие по курсу "Математическое моделирование дискретных систем" / А. А. Болотов, А. Б. Фролов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1997 . – 120 с. - ISBN 5-7046-0261-4 : 7.00 .;
3. Коэльо Л. П., Ричарт В.- "Построение систем машинного обучения на языке Python", (2-е изд.), Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2016 - (302 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=82818;
4. Рашка С.- "Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2017 - (418 с.)
<https://e.lanbook.com/book/100905>;
5. Флах П.- "Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2015 - (400 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69955;
6. Фролов, А. Б. Классификация и распознавание топологических форм : учебное пособие по курсам "Современные проблемы прикладной математики и информатики" и "Современные компьютерные технологии в науке и образовании" по специальностям "Прикладная

математика" и "Информационные системы и технологии" / А. Б. Фролов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. В. Б. Кудрявцев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 52 с. - ISBN 978-5-383-00460-9 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=2133>;

7. Шарден Б., Массарон Л., Боскетти А.- "Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2018 - (358 с.)

<https://e.lanbook.com/book/105836>;

8. Антонио Д., Суджит П.- "Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2018 - (294 с.)

<https://e.lanbook.com/book/111438>;

9. Даг Т., Джон Б.- "Релевантный поиск с использованием Elasticsearch и Solr", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2018 - (408 с.)

<https://e.lanbook.com/book/111439>;

10. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А.- "Глубокое обучение", (2-е изд.), Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2018 - (652 с.)

<https://e.lanbook.com/book/107901>;

11. Рамсундар Б., Истман П., Уолтерс П., Панде В.- "Глубокое обучение в биологии и медицине", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2020 - (202 с.)

<https://e.lanbook.com/book/131725>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Python.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в

		Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-714, Преподавательская каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-713/1, Учебно-научная лаборатория каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, книги, учебники, пособия

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы машинного обучения

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-2 Принципы классификации и распознавания в метрических пространствах (Контрольная работа)
- КМ-3 Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения (Контрольная работа)
- КМ-4 Библиотеки для машинного обучения и анализ работы поискового робота (Контрольная работа)
- КМ-6 Модели машинного обучения (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Этапы проектов машинного обучения: сбор данных, моделирование и развёртывание					
1.1	Этапы проектов машинного обучения: сбор данных, моделирование и развёртывание		+			
2	Классификация и распознавание в метрических пространствах					
2.1	Классификация и распознавание в метрических пространствах		+			
3	Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения					
3.1	Основные алгоритмы классификации и кластеризации и другие алгоритмы машинного обучения			+		
4	Библиотеки для машинного обучения					
4.1	Библиотеки для машинного обучения				+	
5	Методы создания поисковых систем					
5.1	Методы создания поисковых систем				+	
6	Нейросетевые модели					
6.1	Нейросетевые модели					+
7	Модели машинного обучения в биологии и медицине					

7.1	Модели машинного обучения в биологии и медицине				+
8	Сжатие данных в машинном обучении				
8.1	Сжатие данных в машинном обучении				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25