

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.09.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Инженерия машинного обучения

Закреплена за подразделением

Кафедра инженерной кибернетики

Направление подготовки

09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Профиль

Искусственный интеллект и машинное обучение

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 2 (1.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | 18      |     |       |     |
| Неделя                                    | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Вид занятий                               | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 9       | 9   | 9     | 9   |
| Лабораторные                              | 25      | 25  | 25    | 25  |
| Итого ауд.                                | 34      | 34  | 34    | 34  |
| Контактная работа                         | 34      | 34  | 34    | 34  |
| Сам. работа                               | 74      | 74  | 74    | 74  |
| Итого                                     | 108     | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):  
*асс., Тагиев Э.Р.*

Рабочая программа

**Инженерия машинного обучения**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА, 09.04.03-МПИ-22-1.plx Искусственный интеллект и машинное обучение, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА, Искусственный интеллект и машинное обучение, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра инженерной кибернетики**

Протокол от 23.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения Ефимов А.Р.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ****2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.03 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Введение в искусственные нейронные сети   |            |
| 2.1.2      | Введение в квантовую информатику  |            |
| 2.1.3      | Когнитивные науки   |            |
| 2.1.4      | Организация и технология научных исследований и педагогической деятельности   |            |
| 2.1.5      | Системы хранения и обработки данных   |            |
| 2.1.6      | Современные инструментальные средства разработки ПО для искусственного интеллекта                                     |            |
| 2.1.7      | Современные технологии защиты информации  |            |
| 2.1.8      | Спецглавы математики  |            |
| 2.1.9      | Управление человеческими ресурсами в проектной деятельности   |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1      | Блокчейн-технологии   |            |
| 2.2.2      | Интеллектуальные мультиагентные системы   |            |
| 2.2.3      | Искусственный интеллект в компьютерных играх  |            |
| 2.2.4      | Искусственный интеллект в медицине  |            |
| 2.2.5      | Искусственный интеллект в финансовых технологиях  |            |
| 2.2.6      | Научно-исследовательская работа   |            |
| 2.2.7      | Правовые аспекты использования искусственного интеллекта  |            |
| 2.2.8      | Современные устройства центров обработки больших данных и нейросетевых процессоров                                    |            |
| 2.2.9      | Экспертные и рекомендательные, информационно-аналитические системы  |            |
| 2.2.10     | Методы искусственного интеллекта в робототехнических системах   |            |
| 2.2.11     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.12     | Преддипломная практика  |            |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|   |   |
|---|---|
| <b>ПК-3: Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам</b>   |   |
| <b>Знать:</b>   |   |
| ПК-3-31   | Знать методы научного руководства проведением исследований по отдельным задачам |
| <b>ОПК-3: Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</b>  |   |
| <b>Знать:</b>   |   |
| ОПК-3-31  | методы анализа данных и базовые модели машинного обучения.                      |
| <b>ОПК-4: Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований</b>   |   |
| <b>Знать:</b>   |   |
| ОПК-4-31  | Типы архитектур систем машинного обучения.                                      |
| <b>ПК-2: Руководство группой работников при исследовании самостоятельных тем</b>  |   |
| <b>Знать:</b>   |   |
| ПК-2-31   | Знать основные подходы организации работы в группе                              |
| <b>ПК-1: Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований</b>   |   |
| <b>Знать:</b>   |   |
| ПК-1-31   | платформу для разработки, доставки и запуска контейнерных приложений Docker     |
| <b>ОПК-2: Способен проектировать и разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей</b> |   |

|   |
|---|
| <b>Знать:</b>   |
| ОПК-2-31 Про сложности и проблемы, сопровождающие инженера при поддержке сервисов, основанных на моделях машинного обучения.  |
| <b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>   |
| <b>Знать:</b>   |
| УК-2-31 про CI/CD (непрерывная интеграция (continuous integration) и непрерывное развертывание (continuous delivery или continuous deployment) )  |
| <b>Уметь:</b>   |
| УК-2-У1 строить CI/CD пайплайны   |
| <b>ПК-1: Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| ПК-1-У1 упаковывать сервисы машинного обучения в виде docker контейнеров  |
| <b>ОПК-4: Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| ОПК-4-У1 Создавать поддерживаемые и тестируемые сервисы и приложения на основе моделей машинного обучения.  |
| <b>ОПК-2: Способен проектировать и разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей</b> |
| <b>Уметь:</b>   |
| ОПК-2-У1 Строить сервис так, чтобы минимизировать вероятность возникновения проблем, которые могут возникнуть после деплоя модели машинного обучения.   |
| <b>ОПК-3: Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</b>  |
| <b>Уметь:</b>   |
| ОПК-3-У1 уметь анализировать данные и строить простейшие модели машинного обучения.   |
| <b>Владеть:</b>   |
| ОПК-3-В1 инструментами, необходимыми для анализа данных и обучения моделей машинного обучения.  |
| <b>ПК-1: Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| ПК-1-В1 основными командами для работы с docker контейнерами  |
| <b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| УК-2-В1 инструментами для построения CI/CD пайплайнов   |
| <b>ОПК-2: Способен проектировать и разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей</b> |
| <b>Владеть:</b>   |
| ОПК-2-В1 Навыками и знаниями в области машинного обучения и разработки программного обеспечения, для минимизации вероятности возникновения проблем после деплоя модели машинного обучения.  |
| <b>ОПК-4: Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| ОПК-4-В1 Навыками, необходимыми для создания поддерживаемых и тестируемых сервисов и приложений на основе моделей машинного обучения.   |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                           | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | Раздел 1. Введение в курс. Основы деплоя моделей машинного обучения |                |       |                                    |                          |            |    |                    |

|  |  |   |   |  |  |  |     |  |
|--|--|---|---|--|--|--|-----|--|
| 1.1  | Принципы построения систем машинного обучения. Обзор специфических проблем систем машинного обучения /Лек/ | 2 | 1 | ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1<br>ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 |  |  |     |  |
| 1.2  | Обзор дизайна основных архитектур систем машинного обучения /Лек/  | 2 | 1 | ОПК-4-31   |  |  |     |  |
| <b>Раздел 2. Исследование данных</b>                       |  |   |   |  |  |  |     |  |
| 2.1  | Обзор исследовательской части курса: работа с признаками, отбор признаков, обучение базовых моделей /Лек/  | 2 | 1 | ОПК-3-31<br>ОПК-3-У1<br>ОПК-3-В1                                     |  |  |     |  |
| 2.2  | Изучение данных на практике с помощью пакетов Pandas и Scikit-learn /Лаб/                                  | 2 | 4 | ОПК-3-31<br>ОПК-3-У1<br>ОПК-3-В1                                     |  |  | КМ1 |  |
| <b>Раздел 3. Оборачивание модели в пакет Python</b>        |  |   |   |  |  |  |     |  |
| 3.1  | Отличие продакшн кода от исследовательского кода. Обзор структуры продакшн кода. /Лек/                     | 2 | 1 | ОПК-4-У1   |  |  |     |  |
| 3.2  | Подготовка модели для деплоя. Создание Python пакета на основе полученной модели /Лаб/                     | 2 | 4 | ОПК-4-У1   |  |  | КМ2 |  |
| <b>Раздел 4. Деплой модели через REST API</b>              |  |   |   |  |  |  |     |  |
| 4.1  | Основы FAST API. Обзор сервиса Heroku. /Лек/   | 2 | 1 | ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1<br>ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 |  |  |     |  |
| 4.2  | Создание веб-приложения с помощью FastAPI. Деплой созданного приложения с помощью Heroku. /Лаб/            | 2 | 4 | ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1   |  |  | КМ3 |  |
| <b>Раздел 5. CI/CD</b>                                     |  |   |   |  |  |  |     |  |
| 5.1  | Введение в CI/CD. Обзор существующих решения для настройки CI/CD пайплайна /Лек/                           | 2 | 1 | УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1  |  |  |     |  |
| 5.2  | Настройка CI/CD пайплайна в уже созданных проектах. /Лаб/  | 2 | 2 | УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1  |  |  | КМ4 |  |
| <b>Раздел 6. Docker</b>                                    |  |   |   |  |  |  |     |  |
| 6.1  | Введение в docker. /Лек/   | 2 | 1 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1  |  |  |     |  |
| 6.2  | контейнеризация приложений с помощью docker. Деплой моделей в виде docker контейнеров. /Лаб/               | 2 | 4 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1  |  |  | КМ5 |  |
| <b>Раздел 7. Деплой моделей с помощью облачных решений</b> |  |   |   |  |  |  |     |  |

|  |  |   |    |  |  |  |     |    |
|--|--|---|----|--|--|--|-----|----|
| 7.1  | Обзор облачных решений для деплоя и поддержки моделей машинного обучения (GoogleCloud, AWS, Azure, SberCloud и т.д.) /Лек/ | 2 | 1  | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1   |  |  |     |    |
| 7.2  | Деплой моделей с помощью облачных сервисов. /Лаб/  | 2 | 4  | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1   |  |  | КМ6 |    |
| <b>Раздел 8. Деплой нейросетевых моделей</b> |  |   |    |  |  |  |     |    |
| 8.1  | Создание сервисов на основе моделей глубокого обучения /Лек/   | 2 | 1  | ОПК-3-31<br>ОПК-3-У1<br>ОПК-3-В1<br>ОПК-4-31   |  |  |     |    |
| 8.2  | Создание веб-приложения на примере нейросетевого классификатора изображений. /Лаб/   | 2 | 3  | ОПК-3-31<br>ОПК-3-У1<br>ОПК-3-В1<br>ОПК-4-31   |  |  | КМ7 |    |
| <b>Раздел 9. Курсовой проект</b>             |  |   |    |  |  |  |     |    |
| 9.1  | Создание и деплой модели машинного обучения в виде веб-приложения /Ср/   | 2 | 74 | УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1<br>ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1<br>ОПК-3-31<br>ОПК-3-У1<br>ОПК-3-В1<br>ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-3-31 |  |  | КМ8 | Р1 |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие  | Проверяемые индикаторы компетенций   | Вопросы для подготовки |
|--------|--|--|------------------------|
| КМ1    | Изучение данных на практике с помощью пакетов Pandas и Scikit-learn              | ОПК-4-31;ОПК-4-В1;ОПК-4-У1;ОПК-3-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-31;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ОПК-2-В1 |                        |
| КМ2    | Подготовка модели для деплоя. Создание Python пакета на основе полученной модели | ОПК-3-У1;ОПК-3-31;ОПК-4-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-31;ОПК-3-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1 |                        |

|     |   |  |  |
|-----|---|--|--|
| КМ3 | Создание веб-приложения с помощью FastAPI. Деплой созданного приложения с помощью Heroku. | ОПК-4-31;ОПК-4-В1;ОПК-4-У1;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1                 |  |
| КМ4 | Настройка CI/CD пайплайна в уже созданных проектах.                                       | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ОПК-2-31;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31;УК-2-В1;УК-2-У1;УК-2-31;ОПК-2-В1;ОПК-2-У1                 |  |
| КМ5 | контейнеризация приложений с помощью docker. Деплой моделей в виде docker контейнеров.    | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1                 |  |
| КМ6 | Деплой моделей с помощью облачных сервисов.   | ОПК-3-У1;ОПК-3-31;ОПК-4-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-31;ОПК-3-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1                 |  |
| КМ7 | Создание веб-приложения на примере нейросетевого классификатора изображений.              | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1                 |  |
| КМ8 | Защита курсовой работы  | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-3-31 |  |

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

| Код работы | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы |
|------------|-----------------|------------------------------------|-------------------|
|------------|-----------------|------------------------------------|-------------------|

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| P1 | Создание и деплой веб-приложения на основе модели машинного обучения | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1 |  |
|----|--|--|--|

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен по курсу "Искусственные нейронные сети" не предусмотрен.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Курс по большей части практический, поэтому оценка освоения дисциплины будет проводится на основе результатов курсовой работы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

### 6.3 Перечень программного обеспечения

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                 | Назначение         | Оснащение   |
|----------------------|--------------------|---|
| Б-907                | Учебная аудитория: | 1 стационарный компьютер, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели на 42 посадочных места, демонстрационное оборудование: доска, проектор мультимедийный x 2, экран x 2, колонки            |
| Читальный зал №4 (Б) |                    | комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета   |
| Б-902                | Учебная аудитория: | 12 стационарных компьютеров (2 x core i5-3470 8gb RAM, 10 x ryzen5 2400g 32gb RAM), пакет лицензионных программ MS Office, демонстрационное оборудование: доска, проектор мультимедийный, комплект учебной мебели |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекции читаются в аудиториях и, одновременно, дистанционно в MS Teams.

- Практические занятия проводятся в аудиториях кафедры инженерной кибернетики института ИТКН.
- Для самостоятельной работы используется электронная обучающая система Canvas.
- Консультации по курсу проводятся преподавателем по календарному плану графику в аудиториях кафедры, а также с использованием средств дистанционного общения электронной обучающей системы Canvas.
- Текущий контроль проводится как в электронной форме на компьютерах в дисплейных классах кафедры с использованием электронной обучающей системы Canvas, так и в очной форме на занятиях в аудиториях кафедры. Для подготовки к контрольным мероприятиям студенту выдается перечень тем, по материалу которых будет контрольное мероприятие. Подготовить к контрольной работе студента возможно при консультациях в системе смешанного обучения Canvas и консультациях на очных занятиях.
- Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется с помощью электронных версий конспекта лекций и пособий с вопросами для самопроверки, а также индивидуального опроса студентов во время проведения лабораторных работ.
- Для самостоятельной работы студентам предоставляются дисплейные классы библиотеки НИТУ МИСиС. В процессе самостоятельной работы студенты используют электронную обучающую систему Canvas.