

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ ИМ. М.В. КЕЛДЫША
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»**

Утверждена
Ученым советом
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,
протокол № 10-23 от «26» сентября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Искусственный интеллект в научных исследованиях»**

Научные специальности:

1.1.2; 1.1.6; 1.1.7; 1.1.9; 1.2.2; 1.2.3; 2.3.5

Форма обучения:
очная

Москва, 2023

Учебная дисциплина «**Искусственный интеллект в научных исследованиях**»
Научные специальности: 1.1.2; 1.1.6; 1.1.7; 1.1.9; 1.2.2; 1.2.3; 2.3.5.

Составитель и разработчик программы:

Широбоков М.Г., ИПМ им. М.В. Келдыша РАН доцент, к.ф.-м.н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РЕКОМЕНДОВАНА
Ученым советом ИПМ им. М.В. Келдыша РАН»,
протокол № 10-23 от «26» сентября 2023 г.

Заведующий аспирантурой _____ / Меньшов И.С. /

Оглавление

1.	АННОТАЦИЯ	3
2.	Цели и задачи освоения дисциплины.....	3
3.	Планируемые результаты	4
3.1.	Содержание дисциплины.....	4
3.2.	Содержание разделов по видам занятий	5
4.	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5.	УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.	Образовательные технологии.....	6
5.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	6

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Искусственный интеллект в научных исследованиях» разработана и составлена на основании Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, в соответствии с учебными планами подготовки аспирантов в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН по научным специальностям 1.1.2; 1.1.6; 1.1.7; 1.1.9; 1.2.2; 1.2.3; 2.3.5. Дисциплина реализуется в рамках Блока «Образовательный компонент» основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Дисциплина реализуется на 2-м курсе, в 3-м семестре, продолжительность обучения – 1 семестр.

Формы промежуточной аттестации: экзамен

Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану составляет:

Аудиторных часов: 24 всего, в том числе:

лекции: 24 час.

семинары: нет

лабораторные занятия: нет

Самостоятельная работа: нет.

Подготовка к экзамену: 12 час.

Всего часов: 36, всего зач. ед.: 1

Количество контрольных работ, заданий: 0

Курс посвящен современному использованию искусственного интеллекта и методов машинного обучения в научных исследованиях. Учащиеся знакомятся с базовыми понятиями из области искусственного интеллекта, способами представления знаний, экспертными системами, функциональными языками программирования. Дается краткое изложение математических основ машинного обучения. Затрагиваются разнообразные алгоритмы и техники решения задач машинного обучения: регуляризация и устойчивость обучения, техники выбора и контроля модели, стохастический градиентный спуск и др. Рассматриваются обучение с учителем, без учителя и с подкреплением. Приводятся примеры решения задач с использованием библиотек машинного обучения на языке Python. Рассматриваются примеры применения методов в задачах механики, интеграции динамических и информационных процессов управления механическими системами и работы с неопределенностью в моделях движения.

Для успешного освоения курса необходимо владеть стандартными курсами высшей математики из бакалавриата и магистратуры – математическим анализом, теорией дифференциальных уравнений, линейной алгеброй, теорией вероятностей, теорией случайных процессов, математической статистикой, а также иметь навыки программирования на языке Python.

1. Цели и задачи

Цель курса – освоение учащимися основных понятий и методов в области искусственного интеллекта и изучение способов применения этих понятий и результатов теории в научных исследованиях.

Задачами данного курса являются:

- формирование базовых знаний в области искусственного интеллекта и машинного обучения;
- обучение студентов возможностям применения методов искусственного интеллекта и машинного обучения в научных исследованиях;
- обучение общим численным подходам исследования нелинейных систем с неопределенностью.

2. Перечень формируемых компетенций

В разделе приводятся компетенции, на формирование которых ориентирована изучаемая дисциплина (модуль), индикаторы их достижения (обобщенные характеристики, уточняющие и раскрывающие формулировку компетенции в виде конкретных действий, выполняемых обучающимся, освоившим данную компетенцию – в соответствии с образовательным стандартом, при наличии) (в табличной форме):

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины *«Искусственный интеллект в научных исследованиях»* обучающийся должен:

Знать:

- базовые понятия из области искусственного интеллекта;
- математические основы машинного обучения;
- основные нейросетевые архитектуры;
- технологии построения экспертных систем.

Уметь:

- определять тип и ставить задачу машинного обучения;
- аргументировать выбор тех или иных алгоритмов обучения;
- проектировать архитектуры систем искусственного интеллекта.

Владеть:

- методами анализа качества машинного обучения;
- навыками использования библиотек для машинного обучения на языке Python;
- культурой поиска и обработки актуальной научной информации (статей, книг) на русском и английском языках в сети Интернет.

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Основы искусственного интеллекта	4	–	–	–
2	Математические основы методов машинного обучения	8	–	–	–
3	Нейросетевые архитектуры	4	–	–	–
4	Практика решения задач машинного	4	–	–	–

	обучения на языке Python				
5	Приложения ИИ	4	–	–	–
Итого часов		24	–	–	–
Подготовка к экзамену		12 час.			
Общая трудоемкость		36 час., 1 зач. ед.			

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Название модулей	Разделы и темы лекционных занятий	Содержание	Объем (часы)
1	Основы искусственного интеллекта	Основы искусственного интеллекта	Понятие «искусственный интеллект», история развития области. Функциональная структура системы ИИ. Представление знаний. Экспертные системы. Логическое программирование, функциональные языки. Языки Prolog и Lisp. Графы знаний и программные средства их проектирования.	4
2	Математические основы методов машинного обучения	Математические основы методов машинного обучения	Обучение с учителем, обучение без учителя, обучение с подкреплением. Задачи и алгоритмы регрессии, классификации, кластеризации. Переобучение и недообучение. Регуляризация. Гиперпараметры и их оптимизация. Онлайновое обучение. Стохастический градиентный спуск и его современные модификации. Построение алгоритма машинного обучения. Проблемы, требующие глубокого обучения. Классические методы обучения с подкреплением. Современные методы обучения с подкреплением: PPO, DDPG, A2C и др. Метаобучение с подкреплением.	8
3	Нейросетевые архитектуры	Нейросетевые архитектуры	Сети прямого распространения. Линейный слой, рекуррентный слой, активационные функции, теоремы об универсальной аппроксимации.	4
4	Практика решения задач машинного обучения на языке Python	Практика решения задач машинного обучения на языке Python	Основы синтаксиса языка Python, виртуальные среды. Библиотеки NumPy, Matplotlib, Scikit-learn, PyTorch, Tensor Flow. Примеры построения pipeline для разных задач.	4
5	Приложения ИИ	Приложения ИИ	Интеграция динамических и информационных процессов управления механическими системами на примере спускаемого на поверхность небесного тела	4

			модуля, адаптация к неопределенности модели движения. Нейросетевые технологии в задачах обработки спутниковых изображений. Проектирование базы знаний технических сведений проектов.	
--	--	--	--	--

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащённая маркерной доской и набором маркеров, компьютером, подключенным к сети «Интернет», мультимедийным проектором и экраном.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А. А. Слинкина. – 2 изд. испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.
2. Боровская Е.В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. – 3 изд. – М.: Лаборатория знаний, 2016.

Дополнительная литература:

3. Шалев-Шварц Ш., Бен-Давид Ш. Идеи машинного обучения: от теории к алгоритмам / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 436 с.
4. Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. Электронное издание. – М.: МЦНМО, 2014. – 304 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- Электронная библиотека ИПМ им. М.В. Келдыша РАН: <https://keldysh.ru/e-biblio/>
- Авторские учебные материалы: <https://www.notion.so/shmaxg/c6cf4cbf5566400c977c7ed86f5e8e0c>
- База книг и журналов издательства Springer: <https://www.springer.com/gp/>
- База книг и журналов издательства Elsevier: <https://www.elsevier.com/books-and-journals>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Среда программирования на языке Python.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В разделе даются указания по организации деятельности обучающегося по освоению дисциплины: подготовке к аудиторным занятиям лекционного и семинарского типов, самостоятельной работы, рекомендации по оптимальной организации процесса изучения учебного материала дисциплины, ссылки на методические разделы сайта кафедры, список методических указаний, используемых в образовательном процессе по данной дисциплине.

Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся по итогам обучения:

1. Привести ключевые этапы развития понятия «искусственный интеллект»
2. Привести основные особенности логических и функциональных языков программирования и их отличия от других языков.
3. Перечислить основные виды машинного обучения и привести типичные задачи.
4. Сформулировать общую задачу машинного обучения и условия ее решения.
5. Дать определения понятиям «переобучения» и «недообучения» и способы их регистрации на практике.
6. Перечислить основные способы регуляризации задачи машинного обучения.
7. Перечислить основные алгоритмы решения задач обучения с учителем.
8. Перечислить основные алгоритмы решения задач обучения с подкреплением.
9. Назвать основные особенности глубоких моделей и их обучения.
10. Перечислить основные известные библиотеки для машинного обучения на языке Python и назвать их отличия.

Примеры билетов:

Билет №1

1. Понятие «искусственный интеллект», краткая история развития области. Функциональная структура системы ИИ.
2. Теоремы об универсальной аппроксимации.

Билет №2

1. Логическое программирование, функциональные языки. Языки Prolog и Lisp.
2. Алгоритм РРО обучения с подкреплением.

Составитель и разработчик программы: Ширококов М.Г., доц., к.ф.-м.н.