

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
прикладной математики и
информатики
А.М. Райгородский**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Глубокое обучение
по направлению:	Прикладная математика и информатика
профиль подготовки:	А1360: Передовые методы искусственного интеллекта Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики центр практик и стажировок ФПМИ
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 5 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: В.В. Кантор, преподаватель

Программа обсуждена на заседании центра практик и стажировок ФПМИ 12.02.2024

Аннотация

Глубокое обучение является передовой областью исследований машинного обучения (machine learning — ML). Оно представляет из себя нескольких скрытых слоев искусственных нейронных сетей. Методология глубокого обучения применяет нелинейные преобразования и модельные абстракции высокого уровня на больших базах данных. Последние достижения во внедрении архитектуры глубокого обучения в многочисленных областях уже внесли значительный вклад в развитие искусственного интеллекта. Кроме того, представлены выгода и преимущества методологии глубокого обучения в ее многослойной иерархии и нелинейных операциях, которые сравниваются с более традиционными алгоритмами в обычных приложениях.

В этом курсе представлено актуально состояние глубинного обучения, современные архитектуры нейронных сетей и области их применения.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- систематизировать и углубить знания студентов в области методов глубокого обучения и анализа данных, полученные на базовом курсе глубокого обучения.

Задачи дисциплины

- создать понимание задач глубокого обучения, мотивации к их решению и практических приложений этих задач.
- познакомить с теоретической основой методов, используемых для решения этих задач.
- выработать у студентов базовые практические навыки постановки и решения задач глубокого обучения.
- довести до сведения студентов актуальные задачи и некоторые последние достижения в области глубокого обучения.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
ФС-1 Способен проводить фронтальные исследования в области архитектур, алгоритмов МО, оптимизации и математики	ФС-1.1 Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения
	ФС-1.2 Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей
	ФС-1.3 Развивает методы ускорения обучения
	ФС-1.4 Развивает методы оптимизации распределенного и федеративного обучения больших ИИ моделей
АИС-1 Способен управлять рисками в разработке систем ИИ, выстраивать управление безопасностью ИИ в компании с учетом этики ИИ	АИС-1.1 Выявляет и моделирует угрозы на всём жизненном цикле ИИ-систем, оценивает и приоритизирует риски
	АИС-1.2 Обеспечивает соответствие нормативным требованиям и принципам доверенного/этичного ИИ
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели

новые научные результаты

ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- формулировки классических задач анализа данных и глубокого обучения и теоретические основы методов их решения.

уметь:

- решать задачи глубокого обучения и видеть их в возникающих в профессиональной деятельности ситуациях.

владеть:

- навыками сведения практической задачи к стандартным задачам глубокого обучения и реализации пригодного к применению решения.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в глубокое обучение	3	3		3
2	Нейронные сети и оптимизация	3	3		3
3	Тренировка нейронных сетей	3	3		3
4	Классификация изображений	3	3		3
5	Детекция и сегментация	3	3		3
6	Генеративные модели	5	5		5
7	Основные задачи NLP	5	5		5
8	Обучение векторных представлений (эмбеддингов)	5	5		5
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 5 (Осенний)

1. Введение в глубокое обучение

Простые векторные представления слов: word2vec, GloVe.

2. Нейронные сети и оптимизация

Нейронные сети и обратное распространение ошибки в приложении к распознаванию именованных сущностей.

3. Тренировка нейронных сетей

Практические советы: проверки на градиент, переобучение, регуляризация, функции активации.

4. Классификация изображений

GRU и LSTM в применении к машинному переводу.

5. Детекция и сегментация

Будущее глубокого обучения для обработки естественного языка: сети с динамической памятью.

6. Генеративные модели

Обучение генеративной модели.

7. Основные задачи NLP

Классы задач машинного обучения, которые могут быть эффективно решены с помощью свёрточных нейронных сетей: классификация, сегментация, детектирование, задача переноса стиля. Архитектуры нейронных сетей, подходящие для решения этих задач. Методы обучения этих нейронных сетей. Генеративно-состязательные сети.

8. Обучение векторных представлений (эмбеддингов)

Нестандартные применения глубокого обучения.

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

Проектор, компьютерный класс с установленным на каждый компьютер интерпретатором Python 2.x или Python 3.x и модулями NumPy, SciPy, Matplotlib, Scikit-learn, NLTK, gensim, tensorflow, PyTorch, keras, либо возможностью установить их самостоятельно.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Фонд литературы базовой кафедры:

Нейронные сети : полный курс = Neural Networks. A Comprehensive Foundation, [учебное пособие] / Саймон Хайкин ; [перевод с английского]. Санкт-Петербург, Диалектика, 2019

Дополнительная литература

Фонд литературы базовой кафедры:

Обучение с подкреплением [Электронный ресурс] / Р. С. Саттон, Э. Г. Барто ; пер. с англ. Е. О. Романова под ред. Ю. В. Тюменцева . — 2-е изд. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014 . — (Адаптивные и интеллектуальные системы) . — Электрон. версия печ. публикации

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

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

Рекомендуемый язык программирования для освоения материала курса на практике – Python
Рекомендуемая среда разработки – PyCharm Community Edition и (для работы в интерактивном режиме) IPython Notebook или Jupiter.
Документация языка Python: <https://docs.python.org/2/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение дисциплины требует:

- посещения студентом всех видов аудиторных занятий;
- качественной самостоятельной подготовки к практическим занятиям, активной работы на них;
- активной самостоятельной и аудиторной работы студента;
- своевременной сдачи преподавателю заданий по аудиторным видам работ.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладная математика и информатика
профиль подготовки:	АІ360: Передовые методы искусственного интеллекта Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики центр практик и стажировок ФПМИ
курс:	<u>3</u>
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 5 (осенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	В.В. Кантор, преподаватель

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
ФС-1 Способен проводить фронтирные исследования в области архитектур, алгоритмов МО, оптимизации и математики	ФС-1.1 Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения
	ФС-1.2 Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей
	ФС-1.3 Развивает методы ускорения обучения
	ФС-1.4 Развивает методы оптимизации распределенного и федеративного обучения больших ИИ моделей
АИС-1 Способен управлять рисками в разработке систем ИИ, выстраивать управление безопасностью ИИ в компании с учетом этики ИИ	АИС-1.1 Выявляет и моделирует угрозы на всём жизненном цикле ИИ-систем, оценивает и приоритизирует риски
	АИС-1.2 Обеспечивает соответствие нормативным требованиям и принципам доверенного/этичного ИИ
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Глубокое обучение» обучающийся должен:

знать:

- формулировки классических задач анализа данных и глубокого обучения и теоретические основы методов их решения.

уметь:

- решать задачи глубокого обучения и видеть их в возникающих в профессиональной деятельности ситуациях.

владеть:

- навыками сведения практической задачи к стандартным задачам глубокого обучения и реализации пригодного к применению решения.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примеры заданий для самостоятельного выполнения:

1. Построить модель для классификации изображений с помощью глубокой нейросети.
2. Реализовать простую языковую модель с помощью нейронной сети.
3. Дообучить предобученную нейросеть на новых данных для тонкой настройки параметров и сравнить результаты без и с дообучением.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Нейронные сети и оптимизация.
2. Тренировка нейронных сетей.
3. Классификация изображений.
4. Детекция и сегментация.
5. Генеративные модели.
6. Основные задачи NLP.
7. Латентные представления (эмбединги).
8. Adversarial Learning.
9. Нестандартные применения DL.
10. Классификация изображений с помощью глубокой нейросети.

Критерии оценивания

Оценка "Отлично" (10) - полностью и вовремя решены все задачи без ошибок. Продemonстрирован грамотный подход к решению задач, реализованы оптимальные алгоритмы, код оформлен в едином удобочитаемом стиле.

Оценка "Отлично" (9) - полностью и вовремя решены все задачи без ошибок. Продemonстрирован грамотный подход к решению задач, реализованы оптимальные алгоритмы.

Оценка "Отлично" (8) - полностью и вовремя решены все задачи без ошибок. Продemonстрирован грамотный подход к решению задач.

Оценка "Хорошо" (7) - полностью решены все задачи. Допущены несущественные ошибки.

Оценка "Хорошо" (6) - полностью решено большинство задач. В некоторых задачах допущены и не исправлены ошибки, либо некоторые задачи решены частично.

Оценка "Хорошо" (5) - полностью решено две трети задач. В некоторых задачах допущены и не исправлены ошибки, либо некоторые задачи решены частично.

Оценка "Удовлетворительно" (4) - полностью решено более половины задач. В остальных задачах допущены и не исправлены ошибки, либо некоторые задачи решены частично.

Оценка "Удовлетворительно" (3) - полностью решено более половины задач.

Оценка "Неудовлетворительно" (2) - решено менее половины задач.

Оценка "Неудовлетворительно" (1) - не решено ни одной задачи.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий и других видов работ, предусмотренных программой дисциплины и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, конспектами лекций или другими материалами.