

**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)**

<b>по дисциплине:</b>	Глубинное обучение
<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра банковских информационных технологий
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 45 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: В.В. Кантор, преподаватель

Программа обсуждена на заседании кафедры банковских информационных технологий 19.03.2020

## 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 глубинного обучения и анализа данных, полученные на базовом курсе глубинного обучения.

### Задачи дисциплины

1. Создать понимание задач глубинного обучения, мотивации к их решению и практических приложений этих задач.
2. Познакомить с теоретической основой методов, используемых для решения этих задач.
3. Выработать у студентов базовые практические навыки постановки и решения задач глубинного обучения.
4. Довести до сведения студентов актуальные задачи и некоторые последние достижения в области глубинного обучения.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
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
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре)	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры

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-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
	ПК-2.2 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого научного коллектива
	ПК-2.3 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

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

уметь:

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

владеть:

- навыками сведения практической задачи к стандартным задачам глубинного 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	Лаб. работы	Самост. работа
1	Введение	5			5
2	Нейронные сети и оптимизация	6			6
3	Тренировка нейронных сетей	6			6
4	Классификация изображений	6			6
5	Детекция и сегментация	5			5
6	Генеративные модели	6			6
7	Основные задачи NLP	5			5
8	Обучение векторных представлений (эмбедингов)	6			6
Итого часов		45			45
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 8 (Весенний)

### 1. Введение

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 глубинного 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

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

### Дополнительная литература

Саттон, Р. С.

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)**

1. Книга из п.3 основного списка литературы представляет собой очень легкое и доступное практико-ориентированное изложение некоторых методов глубинного обучения и рекомендуется к изучению в первые недели в качестве простого и наглядного введения в область.
2. Для первого ознакомления с каждой темой следует обращаться к пункту 1 из списка основной литературы, для более глубокого – к пункту 4.
3. В книге из п. 4 основного списка литературы можно также найти необходимые сведения из теории вероятностей, статистики и других необходимых для понимания методов глубинного обучения дисциплин.
4. По каждой пройденной теме курса в течение недели рекомендуется обзорно изучать материал в пунктах 1 и 4 из списка основной литературы
5. Для практического закрепления навыков решения задач глубинного обучения и более глубокого понимания принципов работы алгоритмов следует разбирать самостоятельно примеры скриптов на языке Python с занятий. Пример можно считать разобранным, когда в точности ясно, что делает каждая строчка кода в нем.
6. При желании приобрести дополнительные теоретические знания по темам, смежным с темой курса, можно обратиться к списку дополнительной литературы и подготовить рассказ на 15-20 минут на любую тему, не вошедшую в программу, но описанную в этих источниках.
7. При готовности приобрести дополнительные практические знания по теме курса можно обратиться к любым доступным в интернете материалам прочих курсов по глубинному обучению, либо получить индивидуальное задание у лектора. Индивидуальное задание выдается только при условии хорошей успеваемости по основным заданиям курса.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Информатика и вычислительная техника

**профиль подготовки:** Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики  
кафедра банковских информационных технологий

**курс:** 4

**квалификация:** бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** В.В. Кантор, преподаватель

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
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
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре)	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
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-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
	ПК-2.2 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого научного коллектива
	ПК-2.3 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Глубинное обучение» обучающийся должен:

### знать:

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

### уметь:

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

### владеть:

- навыками сведения практической задачи к стандартным задачам глубинного 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**

Примеры заданий:

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.

Список вопросов:

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.

#### **Критерии оценивания**

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.



Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

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

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

При проведении 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.