

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**ИНСТИТУТ ЭМИТ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
ОТДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИКИ**
кафедра Эконометрики и математической экономики

УТВЕРЖДЕНА
на заседании кафедры Эконометрики и
математической экономики
Протокол от «02» июня 2021 г. № 10

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.07 «Глубокое обучение»

по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика»

направленность «Экономика и Финансы»

квалификация бакалавр

очная форма обучения

Год набора – 2021

Москва, 2021 г.

Автор—составитель:

Ульянкин Ф.В.

Заведующий кафедрой

эконометрики и математической экономики, к. ф.-м. н, Носко В.П.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Содержание и структура дисциплины.....	4
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине	5
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	8
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	9
6.1. Основная литература	9
6.2. Дополнительная литература	9
6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы	10
6.4. Нормативные правовые документы	10
6.5. Интернет-ресурсы	10
6.6. Иные источники	10
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы	10

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы

1.1. Дисциплина обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ПКр ОС I - 2	Способность использовать методы оптимизации для решения прикладных задач	ПКс ОС I – 2.2	Умеет решать прикладные задачи оптимального управления

1.2. В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
ведение аналитической работы в области экономики и финансов	ПКс ОС I – 2.2	на уровне знаний: знать современные методы анализа данных и машинного обучения
		на уровне умений: уметь применять методы машинного обучения для анализа данных

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Объем дисциплины

4 ЗЕ, 64 ак. часов на контактную работу с преподавателем, 76 ак. часов на самостоятельную работу обучающихся; 4 ак. часа. на промежуточную аттестацию;

Место дисциплины в структуре ОП ВО

- ФТД.07 «Глубокое обучение» 3 курс, 6 семестр
- дисциплина реализуется после изучения дисциплин:
 - математический анализ
 - алгебра
 - теория вероятностей
 - математическая статистика
 - эконометрика 1
- дисциплина может реализоваться частично или полностью с применением ЭО и/или ДОТ. Учебные материалы дисциплины размещаются по адресу lms.ranepa.ru
- форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой.

3. Содержание и структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины (модуля), ак. час./ час.						Форма текущего контроля успеваемости *, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий**				СР	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Очная форма обучения								
Тема 1	Полносвязные нейронные сети.	26	4		4		18	ДЗ, СР, КР
Тема 2	Свёрточные нейронные сети.	44	12		12		20	ДЗ, СР, КР
Тема 3	Рекуррентные нейронные сети, векторные представления.	44	12		12		20	ДЗ, СР
Тема 4	Современные нейросетевые архитектуры и их применение.	26	4		4		18	ДЗ, СР

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины (модуля), ак. час./ час.						Форма текущего контроля успеваемости *, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий ^{***}				СР	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Очная форма обучения								
Промежуточная аттестация		4						Зачет с оценкой
Всего:		144/108	32/24		32/24		76/57	

Примечание* – формы текущего контроля успеваемости: домашнее задание (ДЗ)

Примечание **: в рамках указанной контактной работы с обучающимися учебные занятия могут проводиться с использованием ДОТ и/или ЭО

Содержание дисциплины

Тема 1. Полносвязные нейронные сети.

Матричное дифференцирование, алгоритм обратного распространения ошибки, адаптивные методы градиентного спуска, метод моментов, Нестерова. функции активации, нормализация по мини-батчам, методы инициализации, дропаут, введение в TensorFlow и Keras. Автоматическое дифференцирование по графу вычислений. Эвристики и методы регуляризации, используемые при обучении нейросеток.

Тема 2. Свёрточные нейронные сети.

Свёртка, свёрточные нейронные сети, алгоритм обратного распространения ошибки для свёрточного слоя, распознавание изображений, сегментация и локализация изображений. Автокодировщики. Метод главных компонент, как частный случай автокодировщика.

Тема 3. Рекуррентные нейронные сети, векторные представления.

Анализ текстов и временных рядов. RNN, LSTM, GRU-ячейки. Алгоритм обратного распространения ошибки для рекуррентных ячеек. Двухнаправленная LSTM. Эмбединги: word2vec, fasttext, ELMO. Трансформеры, BERT.

Тема 4. Современные нейросетевые архитектуры.

Transfer learning, tensor hub. Использование предобученных сетей для решения своих задач. Интерпретация нейронных сетей. Генеративные модели, обучение с подкреплением, перенос стиля. Байесовский word2vec. Ближайшее будущее нейронных сетей.

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины ФТД.07 «Глубокое обучение» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Домашнее задание 1, 2, самостоятельные работы на семинарах, контрольная работа
Тема 2	Домашнее задание 3, самостоятельные работы на семинарах, контрольная работа

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 3	Домашнее задание 4, самостоятельны работы на семинарах
Тема 4	Домашнее задание 5, самостоятельны работы на семинарах

4.1.2. Зачет проводится с применением следующих методов (средств): в виде письменной работы с вопросами и задачами по мотивам курса.

4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Типовые оценочные материалы по теме 1

Домашнее задание 1. Датасет с ценами на квартиры (ЦИАН), решение задачи регрессии.

Типовые оценочные материалы по теме 2

Домашнее задание 2. Реализация отдельных слоёв нейронной сети своими руками.

Домашнее задание 3. Датасет CIFAR-10, решение задачи классификации посредством свёрточных сетей.

Типовые оценочные материалы по теме 3

Домашнее задание 4. Датасет с макроэкономическими переменными. Сравнить прогнозную силу рекуррентных сетей с классическими эконометрическими моделями, попытаться побить их по качеству.

Типовые оценочные материалы по теме 4

Домашнее задание 5. Transfer learning новостных эмбедингов, классификация новостей.

4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

4.3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Показатели и критерии оценивания компетенций с учетом этапа их формирования

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ПКр ОС I - 2	Способность использовать методы оптимизации для решения прикладных задач	ПКс ОС I – 2.2	Умеет решать прикладные задачи оптимального управления

Этап освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ПКр ОС I – 2.2	Умеет решать прикладные задачи оптимального управления	Указан в РПД в пределах основной литературы

4.3.2 Типовые оценочные средства

Типичные оценочные средства для промежуточного контроля представляют из себя мини-задачи. Они проверяют то, насколько хорошо был усвоен теоретический материал, прочитанный в курсе.

Пример: сделать несколько шагов алгоритма обратного распространения ошибки для двухслойной полносвязной нейронной сетки на двух наблюдениях, используя для обучения алгоритм адаптивного стохастического градиентного спуска.

Другие примеры задач, которые могут быть использованы в самостоятельных, контрольной и экзамене можно найти на странице курса в листочках, подготовленных для семинаров, а также в примерах самостоятельных работ прошлых лет: https://github.com/FUlyankin/deep_learning_tf

Шкала оценивания

Оценка определяется по формуле:

$$\begin{aligned}\text{Накоп} &= 0.3 * \text{СР} + 0.5 * \text{ДЗ} + 0.2 * \text{КР} \\ \text{Итог} &= \min(10, 0.7 * \text{Накоп} + 0.3 * \text{ЭКЗ}),\end{aligned}$$

где:

- ДЗ - средняя оценка за 4 домашних задания на python (5 заданий), одно задание, сделанное хуже всего при расчёте средней оценки, не учитывается;
- СР - средняя оценка за самостоятельные работы на семинарах (около 10 квизов), две работы, написанные хуже всего, при подсчёте средней оценки не учитываются;
- КР - балл за письменную контрольную работу;
- Экз - балл за письменный экзамен.

Если накопленная оценка оказалась ≥ 7 , а также за контрольную вы получили оценку ≥ 7 , можно забрать себе накопленную оценку, как автомат и не сдавать экзамен.

Правила сдачи заданий:

За каждый день просрочки после мягкого дедлайна снимается 1 балл. После жёсткого дедлайна работы не принимаются. Даже при опоздании на одну секунду. У каждого студента есть право отложить мягкий дедлайн на 1,2 или 3 дня. Суммарно для откладывания в запасе есть три дня. Можно отодвинуть один дедлайн на три дня, а можно три дедлайна подвинуть на один день. Распоряжаться этими днями студент может как угодно. Жёсткий дедлайн, при этом, не меняется (**late days policy**).

Для каждого пункта в домашнем задании указано, сколько баллов получает студент при его полностью корректном выполнении. Итоговая оценка за работу вычисляется как сумма набранных баллов или по правилам, прописанным в тексте работы, при их наличии. За задания могут выставляться частичные баллы в соответствии с долей выполненного задания, если критерии сформулированы в тексте задания.

При обнаружении плагиата оценки обнуляются всем, кто был задействован в списывании, а также подаётся докладная записка в учебный офис. При наличии уважительной причины пропущенную проверочную можно написать позднее, а дедлайн по домашнему заданию может быть перенесён. Дедлайн по домашнему заданию переносится на количество дней, равное продолжительности уважительной причины. Решение о том, является ли причина уважительной, принимает исключительно учебный офис.

Любой из студентов может быть вызван на защиту любого домашнего задания. На защите по тексту работу ему задаётся несколько вопросов. Если студент не отвечает на них, работа обнуляется.

10- бальная шкала	Традиционная шкала	«Зачтено»/ «Не зачтено»	Определение
10	Отлично	Зачтено	Поставленная задача решена верно, код оптимален и работоспособен. Анализ решения проведен в полном объеме.
9	Отлично	Зачтено	Поставленная задача решена верно, код частично оптимален и работоспособен. Анализ решения проведен в полном объеме.
8	Отлично	Зачтено	Поставленная задача решена верно, код работоспособен. Анализ решения проведен в полном объеме.
7	Хорошо	Зачтено	Поставленная задача решена верно, код работоспособен. Анализ решения проведен в достаточном объеме.
6	Хорошо	Зачтено	Поставленная задача решена верно, код работоспособен. Проведен анализ решения.
5	Удовлетворите льно	Зачтено	Поставленная задача решена верно, код работоспособен. Проведен неполный анализ решения.
4	Удовлетворите льно	Зачтено	Поставленная задача решена верно, код работоспособен. Проведен неполный анализ решения с частичными ошибками.
3	Неудовлетвори тельно	Не зачтено	Поставленная задача решена с неверным ответом.
2	Неудовлетвори тельно	Не зачтено	Поставленная задача не решена, представленный студентом код частично работоспособен
1	Неудовлетвори тельно	Не зачтено	Поставленная задача не решена, представленный студентом код не работоспособен.
0	Неудовлетвори тельно	Не зачтено	Поставленная задача не выполнена, код не представлен

4.4. Методические материалы

Зачет проводится в компьютерной аудитории, с установленным пакетом Anaconda с Python 3, Keras и TensorFlow с доступом в локальную сеть Академии и глобальную сеть Интернет. Обучающейся решает задачу.

Время на выполнение задания 1 час. Обучающиеся покидают аудиторию, и по установленной очереди заходят в аудиторию для защиты работ. Время на защиту работы не более 7 мин.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Кейсы и домашние задания для самостоятельной подготовки могут быть опубликованы:

1. На страничке курса https://github.com/FUlyankin/deep_learning_tf;
2. Высланы на общую почту группы

Конкретный способ коммуникации со студентами определяется преподавателем.

Для подготовки к практическим занятиям необходимо ознакомиться с рекомендованной литературой, повторить материал предыдущих практических занятий. При возникновении вопросов обратиться к преподавателю по электронной почте с указанием конкретной проблемы и (или) прийти к преподавателю на консультацию в установленное время.

Для подготовки письменных домашних заданий необходимо ознакомиться с рекомендованной литературой, повторить материал предыдущих практических занятий.

Папка с выполненной работой должна быть названа в формате: Номер дз_Фамилия_Имя и выложена на Dropbox, Yandex-disk или любой другой репозиторий. Ссылка на выполненную работу должна быть отправлена в форму, указанную в блоге преподавателя.

В течении курса преподаватель вправе предлагать студентам дополнительные задания повышенной сложности для начисления дополнительных баллов. Правила выполнения данных заданий и начисления баллов объявляются преподавателем индивидуально для каждого задания повышенной сложности.

Самостоятельная работа студентом осуществляется для закрепления изученного материала после практических занятий, для выполнения домашних заданий, для изучения дополнительных материалов.

В случае, если дисциплина полностью или частично проводилась с применением технологий электронного обучения и/или дистанционных технологий, зачет может производиться с использованием системы СДО Академии и применением прокторинга.

6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Основная литература.

1. С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская “Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей.” – издательский дом Питер, 2017

6.2. Дополнительная литература.

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. “Deep learning.” – MIT press, 2016

6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

Отдельное обеспечение не предусмотрено.

6.4. Нормативные правовые документы.

Не предусмотрены.

6.5. Интернет-ресурсы.

<https://www.tensorflow.org>

https://github.com/FUlyankin/deep_learning_tf

https://github.com/yandexdataschool/Practical_DL/tree/master

6.6. Иные источники.

Не предусмотрены.

7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Компьютерный класс
2. Доступ в интернет и локальную сеть Академии
3. Проекционное оборудование
4. Программное обеспечение:
 - Windows/Linux/Mac OS
 - Google Chrome
 - Дистрибутив Anaconda