

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: Директор департамента образования
Дата подписания: 13.09.2021 19:57:32
Уникальный программный ключ:
1cb4f9edcd6d31e931c556ddefa3b376a443365a5419cb3e3965cc668ec8658b



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленна)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
А. Галунин
2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ»

для подготовки магистров

по направлению

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

по программе

«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин»

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

доцент, к.ф.-м.н.



А.Н. Медведев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМ
10.03.2021, протокол № 6

Заведующий кафедрой АМ
заведующий кафедрой, д.пед.н., доцент



С.Н. Поздняков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 25.03.2021, протокол № 2

Председатель УМК ФКТИ
доцент, к.т.н.



В.С. Андреев

Согласовано:

Начальник ОМОЛА

О.В. Загороднюк

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	АМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	1
Семестр	1
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	128
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	1

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ»

Глубокое обучение является передовой областью современного машинного обучения и входит в общую проблематику искусственного интеллекта. В данном курсе основным инструментом для решения прикладных задач являются многослойные искусственные нейронные сети. Рассматриваются основные базовые архитектуры сетей глубокого обучения: многослойные полносвязные сети прямого распространения, сверточные сети, рекуррентные сети. Обсуждаются теоретические и практические аспекты их обучения, оптимизации модели, интерпретации и анализа результатов и процесса их обучения. Особое внимание уделяется практической имплементации глубоких архитектур, с использованием платформ Keras, TensorFlow. Рассматривается ряд современных задач и алгоритмов глубокого обучения: автокодировщики, генеративно-состязательные сети, сети для решения задач машинного перевода, генерации текстов, современные сверточные архитектуры для задач компьютерного зрения

SUBJECT SUMMARY

«DEEP LEARNING»

Deep learning is the cutting edge area of modern machine learning and is one of the general concerns of artificial intelligence. In this course, we use multilayer artificial neural networks as the main tool for solving theoretical and applied problems. We consider main basic architectures of deep learning networks, such as: multilayer fully connected feedforward networks, convolutional neural networks, and recurrent neural networks. We discuss theoretical and practical aspects of their training, model optimization, interpretation and analysis of the results and the process of their training. Particular attention is paid to the practical implementation of deep architectures using the Keras and TensorFlow platforms. A number of modern problems

and algorithms of deep learning are considered: autoencoders, generative adversarial networks, machine translation problems, text generation problems, modern deep convolutional architectures of computer vision.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Изучение основных методов глубокого обучения и их прикладных аспектов в современных задачах математического моделирования и обработки данных. Знание основных архитектур искусственных нейронных сетей, теоретических и практических аспектов их обучения.

2. Формирование практических навыков разработки архитектуры нейронных сетей, их применения к практическим задачам, и программной имплементации. Формирование умения компетентного анализа результатов обучения глубокой архитектуры, навыков анализа и устранения основных проблем, мешающих их правильной работе и обучению.

3. Освоение навыков работы с платформами TensorFlow, Keras, PyTorch для реализации и обучения искусственных нейронных сетей. Формирование навыков работы с академической и справочной литературой по тематике, культуры правильной постановки исследовательской задачи и работы с экспериментом.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении программы бакалавриата или специалитета.

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Математические методы распознавания образов»
2. «Представление знаний в системах искусственного интеллекта»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
<i>ОПК-1.1</i>	<i>Знает математические, естественнонаучные методы для использования в профессиональной деятельности</i>
<i>ОПК-1.2</i>	<i>Умеет решать нестандартные профессиональные задачи с применением математических, естественнонаучных знаний</i>
<i>ОПК-1.3</i>	<i>Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</i>
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
<i>ОПК-3.1</i>	<i>Знает принципы, методы и средства разработки математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности</i>
<i>ОПК-3.2</i>	<i>Умеет проводить анализ математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности</i>
<i>ОПК-3.3</i>	<i>Имеет навыки подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1	1		1
2	Обучение искусственных нейронных сетей	3	2		18
3	Регуляризация в глубоком обучении	3	2		18
4	Численная оптимизация в глубоком обучении	3	2		18
5	Сверточные нейронные сети	6	3		18
6	Рекуррентные нейронные сети	6	2		18
7	Генеративные сети	6	2		18
8	Машинный перевод и генерация текстов	5	2		18
9	Заключение	1	1	1	1
	Итого, ач	34	17	1	128
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	История возникновения и основные этапы развития искусственных нейронных сетей. Обзор прикладных задач, решаемых глубоким обучением. Напоминание основных элементов модели перцептрона и искусственных нейронных сетей прямого распространения. Вероятностный подход к машинному обучению.
2	Обучение искусственных нейронных сетей	Проблема XOR. Граф вычислений и дифференцирование на графе вычислений. Полносвязные нейронные сети. Функции активации и их варианты. Метод обратного распространения ошибки. Стохастический градиентный спуск. Слои и векторизация.
3	Регуляризация в глубоком обучении	Регуляризация в глубоком обучении. L1 и L2-регуляризация весов. Аугментация выборки. Ансамбли моделей. Dropout.
4	Численная оптимизация в глубоком обучении	Численная оптимизация в глубоком обучении. Метод моментов, метод Нестерова. Адаптивные модификации стохастического градиентного спуска. Нормализация по мини-батчам. Инициализация весов.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Сверточные нейронные сети	Биологическая модель зрения. Операция свертки и взятия максимума. Сверточный нейрон. Сверточные нейронные сети. Современные сверточные архитектуры. Автокодировщики. Примеры приложений в задачах компьютерного зрения.
6	Рекуррентные нейронные сети	Задачи обработки последовательностей. Рекуррентные нейронные сети (RNN). Обучение рекуррентных сетей и обратное распространение ошибки сквозь время (BPTT). Слои с памятью. Сети долгой кратковременной памяти (LSTM). Архитектура Gated Recurrent Unit (GRU).
7	Генеративные сети	Вероятностная постановка генеративной задачи. Генеративные сети. Генеративно-состязательные искусственные нейронные сети (GAN). Автокодировщики. Вариационные автокодировщики (VAE).
8	Машинный перевод и генерация текстов	Задачи автоматической обработки текстов. Векторные представления слов (Word Embeddings). Сверточные сети для текстов. Модели seq2seq. Рекуррентные сети с механизмом внимания (Attention).
9	Заключение	Общие выводы по курсу. Рекомендации для подготовки к экзамену.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Сети прямого распространение и их обучение.	2
2. Оптимизация и эксперименты с сетями прямого распространения.	3
3. Сверточные сети: их разработка и применение к исследовательской задаче.	3
4. Эксперименты со сверточными сетями.	3
5. Рекуррентные сети: разработка, эксперименты, оптимизация.	3
6. Генеративные задачи.	3
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым

образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	20
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	20
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	20
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	20
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	18
ИТОГО СРС	128

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Николенко С. Глубокое обучение [Электронный ресурс] / С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская, 2019. -480 с.	неогр.
2	Гудфеллоу Я. Глубокое обучение [Электронный ресурс], 2018. -652 с.	неогр.
3	Шолле Франсуа Глубокое обучение на R [Электронный ресурс] / Франсуа Шолле, 2018. -400 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Сет Вейдман Глубокое обучение: легкая разработка проектов на Python [Электронный ресурс] / Вейдман Сет, 2021. -272 с.	неогр.
2	Траск Эндрю Грокаем глубокое обучение [Электронный ресурс] / Эндрю Траск, 2020. -352 с.	неогр.
3	Брайан Макмахан Знакомство с PyTorch: глубокое обучение при обработке естественного языка [Электронный ресурс] / Макмахан Брайан, Рао Делип, 2021. -256 с.	неогр.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_(курс_лекций,_К.В.Воронцов)
2	http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf
3	https://keras.io/guides/functional_api/
4	https://www.tensorflow.org/tutorials
5	https://neurohive.io/ru/tutorial/glubokoe-obuchenie-s-pytorch/
6	https://pytorch.org/tutorials/
7	http://anaconda.org/
8	http://scipy.org/
9	http://pandas.pydata.org/
10	http://kaggle.com/
11	http://archive.ics.uci.edu/ml/
12	http://www.machinelearning.ru/

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7331>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Глубокое обучение» формой промежуточной аттестации является экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Экзамен

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 51	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	52 – 67	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	68 – 84	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	65 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Баллы начисляются за решение задач по ходу семестра, работу над индивидуальным проектом, участие в аудиторной работе. Накопленные баллы суммируются с экзаменационным ответом, формируя итоговый балл. Оценка выставляется на основе суммы набранных баллов по рейтинговой системе.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Полносвязные нейронные сети, метод обратного распространения ошибки, стохастический градиентный спуск.
2	Параметры и гиперпараметры. Обучающая, тестовая и валидационная выборка. Недообучение и переобучение.
3	Численная оптимизация в глубоком обучении. Метод моментов, метод Нестерова. Адаптивные модификации стохастического градиентного спуска.
4	Нормализация по мини-батчам. Инициализация весов.
5	Регуляризация в глубоком обучении. L1 и L2-регуляризация весов. Dropout.
6	Биологическая модель зрения. Операция свертки и взятия максимума. Сверточный нейрон. Сверточные нейронные сети.
7	Современные архитектуры сверточных сетей. Примеры приложений в задачах компьютерного зрения.
8	Рекуррентные нейронные сети (RNN). Обучение рекуррентных сетей и обратное распространение ошибки сквозь время (BPTT).
9	Слои с памятью. Сети долгой кратковременной памяти (LSTM). Архитектура Gated Recurrent Unit (GRU).
10	Вероятностная постановка генеративной задачи. Генеративные сети. Генеративно-состязательные искусственные нейронные сети (GAN).
11	Автокодировщики. Вариационные автокодировщики (VAE).
12	Задачи автоматической обработки текстов. Векторные представления слов (Word Embeddings).
13	Сверточные сети для обработки текстов. Модели seq2seq.
14	Рекуррентные сети с механизмом внимания (Attention).

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Глубокое обучение** ФКТИ

1. Параметры и гиперпараметры. Обучающая, тестовая и валидационная выборка. Недообучение и переобучение.
2. Слои с памятью. Сети долгой кратковременной памяти (LSTM). Архитектура Gated Recurrent Unit (GRU).
3. Показ и защита решенных задач и индивидуального проекта.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.Н. Поздняков

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Обучение искусственных нейронных сетей	
2		Практическая работа
3	Регуляризация в глубоком обучении	
4		Практическая работа
5	Численная оптимизация в глубоком обучении	
6		Практическая работа
7	Сверточные нейронные сети	
8		
9		Практическая работа
10	Рекуррентные нейронные сети	
11		
12		Практическая работа
13	Генеративные сети	
14		Практическая работа
15	Машинный перевод и генерация текстов	
16		
17		Практическая работа

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, персональный компьютер IBM-совместимый Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) Anaconda3
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, персональный компьютер IBM-совместимый Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) Anaconda3
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) Anaconda3

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА