

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 14.07.2023 12:24:23
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Безопасность и этика искус-
ственного интеллекта»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ВВЕДЕНИЕ В НЕЙРОННЫЕ СЕТИ»

для подготовки магистров

по направлению

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

по программе

«Безопасность и этика искусственного интеллекта»

Санкт-Петербург

2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

Омский Государственный Технический Университет Шевляков А.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ
02.09.2021, протокол № 6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 16.09.2021, протокол № 6

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	ИС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
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)	56
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	1

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ВВЕДЕНИЕ В НЕЙРОННЫЕ СЕТИ»

Содержание дисциплины включает в себя изучение основ теории искусственных нейронных сетей, их применение в решении задачи предсказания, а также обзор вспомогательных технологий, используемых в тренировке глубоких нейронных сетей (дропаут, регуляризация, нормализация. и т.д.).

SUBJECT SUMMARY

«INTRODUCTION TO ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS»

The content of the discipline includes the study of the foundations of the theory of artificial neural networks, their application in solving the prediction problem, as well as an overview of assistive technologies used in training deep neural networks (dropout, regularization, normalization, etc.).

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью освоения дисциплины является формирование теоретических знаний об архитектурах и методах тренировки нейронных сетей различных архитектур, формирование умений и навыков применения на практике и в профессиональной деятельности технологий тренировки глубоких нейронных сетей. Способность руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях и способность руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов.
2. В результате освоения дисциплины слушатели изучат типы архитектур и методы тренировки нейронных сетей (полносвязные, сверточные, рекуррентные и состязательные сети), технологии тренировки глубоких нейронных сетей (алгоритмы инициализации весов, регуляризация, дропаут, нормализация по мини-батчам).
3. В результате изучения дисциплины студенты приобретут знания в области построения и анализа искусственных нейронных сетей различных архитектур.
4. Слушатели курса приобретут умения в построении и анализе искусственных нейронных сетей различных архитектур (полносвязные, сверточные, рекуррентные и состязательные сети). Кроме того, будут получены умения в области оценки адекватности построенных нейронных сетей.
5. Слушатели курса приобретут навыки в построении и анализе искусственных нейронных сетей различных архитектур (полносвязные, сверточные, рекуррентные и состязательные сети). Кроме того, будут получены навыки в области оценки адекватности построенных нейронных сетей.

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. «Учебная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)»
2. «Аналитическая обработка данных в задачах информационной безопасности»
3. «Доверенный искусственный интеллект»
4. «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)»
5. «Атаки на нейронные сети»
6. «Защищенное исполнение искусственного интеллекта»
7. «Машинное обучение в приложениях биометрии»
8. «Производственная практика (научно-исследовательская работа)»
9. «Производственная практика (преддипломная практика)»

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
ПК-28	Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях
<i>ПК-28.1</i>	<i>Руководит проектами в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»</i>
<i>ПК-28.2</i>	<i>Руководит проектами в области сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка»</i>
<i>ПК-28.3</i>	<i>Руководит проектами в области сквозной цифровой субтехнологии «Распознавание и синтез речи»</i>
ПК-29	Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов
<i>ПК-29.1</i>	<i>Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи</i>
<i>ПК-29.2</i>	<i>Руководит проектами по разработке систем искусственного интеллекта на основе моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов</i>
<i>ПК-29.3</i>	<i>Модернизирует программное и аппаратное обеспечение технологий и систем искусственного интеллекта для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности в различных предметных областях</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	Поиск точки минимума функции с помощью градиентного спуска	4	2		5
2	Графы вычислений и алгоритм обратного распространения ошибки	2	1		5
3	Тренировка нейросети для задачи регрессии	3	2		5
4	Технологии тренировки глубоких нейронных сетей (дропаут, регуляризация, нормализация)	4	2		5
5	Задача классификации для нейронных сетей	2	1		5
6	Контроль качества натренированных нейронных сетей	2	1		5
7	Распознавание изображений, свёрточные нейронные сети и фильтры. Задача сегментации изображений. Сеть U-net	6	2		6
8	Автокодировщики	1	1		4
9	Метрические задачи машинного обучения (metric learning)	2	1		4
10	Понятие о состязательных сетях (GAN)	2	2		4
11	Обработка текстов	3	1		4
12	Рекуррентные нейронные сети, их применение для обработки последовательностей: текстов, аудио-и видео-файлов	3	1	1	4
	Итого, ач	34	17	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Поиск точки минимума функции с помощью градиентного спуска	Нахождение точки минимума функции одной переменной с помощью производной (“школьный метод”). Процедура градиентного спуска для функции одной переменной. Частные производные. Процедура градиентного спуска для функции многих переменных (ФМП). Улучшения градиентного спуска для ФМП (метод Momentum, Adagrad, Adam...).

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Графы вычислений и алгоритм обратного распространения ошибки	Формулы дифференцирования сложной функции (случай функции одной переменной и ФМП) Определение графа вычисления функции. Дифференцирование по графу вычислений. Алгоритм обратного распространения ошибки.
3	Тренировка нейросети для задачи регрессии	Понятие об искусственном нейроне. Постановка задачи регрессии. Архитектура нейросети для задачи регрессии. Тренировочная выборка. Функция потерь для задачи регрессии. Улучшения градиентного спуска в задаче регрессии (стохастический градиентный спуск, спуск по мини-батчам).
4	Технологии тренировки глубоких нейронных сетей (дропаут, регуляризация, нормализация)	Алгоритмы инициализации весов (инициализация Ксавье), регуляризации (L1-и L2-регуляризации), нормализации данных и нормализации данных во внутренних слоях сети по мини-батчам.
5	Задача классификации для нейронных сетей	Постановка задачи классификации. Архитектура нейросети для задачи классификации. Функция потерь для задачи классификации.
6	Контроль качества натренированных нейронных сетей	Валидационная и тестовые выборки. Метрики качества в задаче регрессии и классификации.
7	Распознавание изображений, свёрточные нейронные сети и фильтры. Задача сегментации изображений. Сеть U-net	Неудовлетворительная точность распознавания изображений полносвязной архитектурой. Сверточная архитектура, фильтры, свёртки, пулинг. Большие свёрточные нейросети: LeNet, VGG, ResNet. Transfer learning, методы атаки на свёрточные нейросети. Постановка задачи сегментации. Сведение сегментации к задаче распознавания изображений как наиболее просто способ сегментации изображений. Специальная архитектура сегментирующих нейросетей. сеть U-net.
8	Автокодировщики	Архитектура автокодировщиков. Применение автокодировщиков в задачах архивации данных, борьбы с помехами, получения распределенного представления (embedding).
9	Метрические задачи машинного обучения (metric learning)	Постановка задач в области metric learning. Функция потерь triplet-loss в задачах нахождения сходства и различия картинок.
10	Понятие о состязательных сетях (GAN)	Общая архитектура сети GAN. Этапы тренировки GAN. Задачи, решаемые с помощью GAN.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
11	Обработка текстов	Методы предварительной обработки текста, написанного на естественном языке (удаление нерелевантных слов, лемматизация, стемминг). Классические методы обработки текста, выделение числовых признаков из текста (tf-idf). Получение распределенного представления (embedding) слов по их контексту, технология word2vec. Матричные методы анализа текста. Использование сверточных нейронных сетей для обработки текста.
12	Рекуррентные нейронные сети, их применение для обработки последовательностей: текстов, аудио-и видеофайлов	Рекуррентная архитектура при обработке последовательностей. Генерация последовательностей (текстов, аудио и видео). Технология LSTM.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Поиск точки минимума функции с помощью градиентного спуска	2
2. Графы вычислений и алгоритм обратного распространения ошибки	1
3. Тренировка нейросети для задачи регрессии	2
4. Технологии тренировки глубоких нейронных сетей (дропаут, регуляризация, нормализация)	2
5. Задача классификации для нейронных сетей	1
6. Контроль качества натренированных нейронных сетей	1
7. Распознавание изображений, свёрточные нейронные сети и фильтры. Задача сегментации изображений. Сеть U-net	2
8. Автокодировщики	1
9. Метрические задачи машинного обучения (metric learning)	1
10. Понятие о состязательных сетях (GAN)	2
11. Обработка текстов	1
12. Рекуррентные нейронные сети, их применение для обработки последовательностей: текстов, аудио-и видео-файлов	1
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. Материалы курса «Введение в искусственные нейронные сети» (видео лекций и примеры задач) размещены по адресу <https://stepik.org/course/100076>.

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 ре-

комендованной 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.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно методическими материалами (учебники, онлайн-версия курса), выполненными в печатном или электронном виде.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	12
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	12
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	12
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	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	20
ИТОГО СРС	56

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	Рассел, Стюарт. Искусственный интеллект: современный подход [Текст] : пер. с англ. / С. Рассел, П. Норвиг, 2007. -1407 с.	45
2	Частиков А.П. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS [Текст] : Учеб. пособие / А.П.Частиков, Т.А.Гаврилова, Д.Л.Белов, 2003. -606 с.	81
Дополнительная литература		
1	Джексон, Питер. Введение в экспертные системы [Текст] : [Учеб. пособие] / П. Джексон; Пер. с англ. и ред. В.Т.Тертышного, 2001. -622 с.	18

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Курс лекций по дисциплине «Системы искусственного интеллекта». – URL: http://www.mari.ru/mmlab/home/AI/
2	Онлайн-курс Шевлякова А.Н. «Введение в искусственные нейронные сети» - URL: http://www.stepik.org/course/100076

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7669>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Введение в нейронные сети» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Студент продемонстрировал существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.
Удовлетворительно	Студент продемонстрировал знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, обладает необходимыми знаниями, но допустил неточности в ответах на аттестационном испытании и при выполнении учебных заданий.
Хорошо	Студент продемонстрировал полное знание учебного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задачи, освоил основную рекомендованную литературу, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности.
Отлично	Студент продемонстрировал всестороннее систематическое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, освоил основную литературу и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.

Особенности допуска

Студенты допускаются на дифф. зачет при условии посещения ими лекционных и практических занятий (не менее 80%). Для допуска к дифф. зачету требуется набрать проходной балл не менее 60% при прохождении теста и иметь удовлетворительную оценку по результатам выполнения контрольной работы.

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

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Градиентный спуск функции одной переменной
2	Определение графа вычислений и дифференцирования на нем
3	Постановка задачи регрессии. Основные этапы тренировки нейронных сетей
4	L2-регуляризация
5	Постановка задачи классификации. Функция потерь в задаче классификации
6	Валидационная и тестовая выборка. Метрики качества в задаче регрессии и классификации
7	Сверточная архитектура и фильтры
8	Архитектура автокодировщика и принципы его тренировки
9	Функция потерь triplet loss в метрических задачах
10	Тренировка Генератора и Дискриминатора в сети GAN, их функции потерь
11	Методы получения распределенного представления (embedding) для текстов
12	Рекуррентная архитектура и принципы ее тренировки

Вариант теста

Тест содержит 10 вопросов из разных тем курса. Проходной балл теста 60%.

1. Вопрос

Представьте себе такую многослойную нейронную сеть: у нее входной слой размерности 4, далее идут внутренние полносвязные слои, состоящие соответственно из 10, 20, 5 нейронов. Вся сеть заканчивается выходным слоем из

Нейросеть была натренирована и ей дали некоторую валидационную выборку (ВВ), состоящую из 100 объектов. Известно, что двух истинных больных нейросеть классифицировала как здоровых, у троих истинных больных были найдены признаки болезни, а пятеро истинно здоровых людей по совету нейросети загремели в больницу.

Подсчитайте precision и recall класса 1 для указанной ВВ. Напишите в ответ значение recall.

Задание 2

На нейросеть из последней задачи стали жаловаться следующие группы людей:

- 1) истинно больные люди, которых нейросеть приняла за здоровых;
- 2) здоровые люди, которые из-за нейросети очутились в больнице (нейросеть работала не в военкомате, поэтому жалобы такого типа действительно имели место быть).

Дата-саентисты подкрутили немного параметры сети и для контроля подали на вход нейросети такую же валидационную выборку (ВВ), что и в предыдущей задаче. Оказалось, что теперь уже четверо истинно больных были классифицированы как больные, и precision для класса 1 оказалась равна 0.4

Как видно, precision и recall возросли по сравнению с прошлой задачей. Но следует ли из этого, стало меньше здоровых людей, которые классифицируются нейросетью как больные?

Напишите в ответе количество здоровых людей, отнесенных нейросетью к классу больных.

Задание 3

Допустим, что по некоторой валидационной выборке мы получили precision=0.8 recall=0.8 Найдите значение агрегированной характеристики F и запишите най-

денное значение в ответ.

Как изменился бы ответ, если поменять местами значения: precision=0.8 recall=

Варианты заданий для контрольной работы даны в материалах онлайн-курса Шевлякова А.Н. «Введение в искусственные нейронные сети» - URL: <http://www.stepik.org/course/100076>

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
3	Поиск точки минимума функции с помощью градиентного спуска Графы вычислений и алгоритм обратного распространения ошибки	
4		Тест
10	Тренировка нейросети для задачи регрессии	
11	Технологии тренировки глубоких нейронных сетей (дропаут, регуляризация, нормализация) Контроль качества натренированных нейронных сетей	Контрольная 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 дифф. зачет.

на практических занятиях

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

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.

Текущий контроль в форме **тестирования** включает в себя прохождение теста из 10 вопросов с проходным баллом 60%. Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо дать правильные ответы на не менее 60% тестовых вопросов, «хорошо» - не менее 75%, «отлично» - на 90% или более.

Промежуточный контроль в виде **контрольной работы** может быть проведен как в форме компьютерного тестирования с автоматизированным оцениванием заданий, так и в бумажном виде. Контрольная работа содержит 3 зада-

ния. Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо правильно выполнить 1 задание, «хорошо» - 2 задания, «отлично» - 3 задания.

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	1) Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, 2) рабочее место преподавателя, персональный компьютер IBM, совместимый Pentium или выше, проектор, экран/интерактивная панель, меловая/маркерная доска.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше.
Практические занятия	Аудитория	1) Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, 2) рабочее место преподавателя, персональный компьютер IBM, совместимый Pentium или выше, проектор, экран/интерактивная панель, меловая/маркерная доска.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше.
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 XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше.

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
1	14.02.2023	Программа актуальна, изменения не требуются	14.02.2023, протокол заседания УМК №2	д.ф.-м.н., профессор, А.Н. Шевляков	