

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 12.07.2023 16:46:23  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Автономные интеллектуальные  
системы»



**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**  
**«НЕЙРОННЫЕ СЕТИ»**  
для подготовки магистров  
по направлению  
09.04.04 «Программная инженерия»  
по программе  
**«Автономные интеллектуальные системы»**

Санкт-Петербург

2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

д.т.н., доцент Жукова Н.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МОЭВМ  
15.02.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	МОЭВМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	1
Семестр	2
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	92
Всего (академ. часов)	144
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	1

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«НЕЙРОННЫЕ СЕТИ»**

Дается детальный обзор и описание важнейших методов обучения нейронных сетей различной структуры, а также задач, решаемых этими сетями. Рассмотрены вопросы реализации нейронных сетей. Целью дисциплины является систематизация знаний о возможностях и особенностях применения нейрокомпьютерных алгоритмов и систем для обработки информации.

### **SUBJECT SUMMARY**

### **«NEURAL NETWORK»**

A detailed overview and description of the most important methods of training neural networks of various structures, as well as the tasks solved by these networks, is given. The issues of implementing neural networks are considered. The purpose of the discipline is to systematize knowledge about the possibilities and features of using neurocomputer algorithms and systems for information processing.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Целью дисциплины является изучение важнейших методов обучения нейронных сетей различной структуры и приобретение навыков решения задач этими сетями.
2. Задачами дисциплины является приобретение знаний, умений и навыков для решения задач реализации нейронных сетей.
3. Получение знаний о важнейших архитектурных решениях и методах обучения искусственных нейронных сетей.
4. Приобретение умений программного моделирования важнейших архитектур нейронных сетей.
5. Освоение навыков систематизации знаний о возможностях и особенностях применения нейрокомпьютерных алгоритмов и систем для обработки информации.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Анализ, моделирование и оптимизация систем»
2. «Машинное обучение»
3. «Основы разработки автономных систем»
4. «Представление знаний в системах искусственного интеллекта»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «SLAM-алгоритмы»
2. «Алгоритмы беспилотного транспорта»

3. «Анализ и интерпретация данных»
4. «Методы обработки данных (классические байесовские фильтры)»
5. «Стандартизация систем на базе 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:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-13	Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов
<i>ПК-13.1</i>	<i>Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи</i>
<i>ПК-13.2</i>	<i>Руководит созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств</i>
ПК-14	Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования
<i>ПК-14.1</i>	<i>Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем искусственного интеллекта</i>
<i>ПК-14.2</i>	<i>Проводит экспериментальную проверку работоспособности систем искусственного интеллекта</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	0.5			
2	Тема 1. Классификация изображений. Подход управления данными. K-n алгоритм	2	4		7
3	Тема 2. Линейная классификация: SVM/Softmax	2	4		8
4	Тема 3. Оптимизация, высокоуровневое представление, особые точки на изображении	2	4		8
5	Тема 4. Введение в нейронные сети, метод обратного распространения ошибки	2	4		8
6	Тема 5. Работа нейронных сетей: процесс кросс-валидации, оптимизации, поиска ошибок	2	4		8
7	Тема 6. Сверточные нейронные сети: архитектура, сверточные / объединяющие слои	2	4		8
8	Тема 7. Понимание и визуализация сверточных нейронных сетей	2	4		8
9	Тема 8. Классификации изображений: локализация, детектирование, сегментация	2	4		8
10	Заключение	0.5	2	1	29
	Итого, ач	17	34	1	92
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Введение в искусственные нейронные сети
2	Тема 1. Классификация изображений. Подход управления данными. K-n алгоритм	Классификатор ближайших соседей. K -классификатор ближайшего соседа. Наборы проверки для настройки гиперпараметра. Применение кНН на практике.
3	Тема 2. Линейная классификация: SVM/Softmax	Введение в линейную классификацию. Линейная оценка. Интерпретация линейного классификатора. Функция потерь. Мультикласс SVM. Softmax классификатор. SVM против Softmax. Интерактивная веб-демонстрация линейной классификации



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Тема 3. Оптимизация, высокоуровневое представление, особые точки на изображении	Визуализация функции потерь. Оптимизация. Случайный поиск. Случайный локальный поиск с помощью градиента. Вычисление градиента: численно с конечными отличиями; аналитически с исчислением. Градиентный спуск.
5	Тема 4. Введение в нейронные сети, метод обратного распространения ошибки	Простые выражения, интерпретирующие градиент. Сложные выражения, цепное правило, обратное распространение. Интуитивное понимание обратного распространения. Модульность: пример сигмоида. Обратное распространение на практике: поэтапный расчет. Схожесть с потоком. Градиенты для векторизованных операций.
6	Тема 5. Работа нейронных сетей: процесс кросс-валидации, оптимизации, поиска ошибок	Настройка данных и модели. Предварительная обработка данных. Веса при инициализации. Пакетная нормализация. Регуляризация (L2 / L1 / Maxnorm / Dropout). Градиентные проверки. Проверки вменяемости. Процесс обучения. Функция потерь. Точность обучения и валидации. Коэффициенты обновлений весов. Распределение активации / градиента на слой. Визуализация. Обновления параметров. Прямой порядок (SGD), импульс, нестеровский импульс. Анализ скорости обучения. Методы второго порядка. Адаптивные скорости обучения по параметрам (Adagrad, RMSProp). Оптимизация гипер параметра. Определенные качества.
7	Тема 6. Сверточные нейронные сети: архитектура, сверточные / объединяющие слои	Обзор архитектуры. Слои сверточной сети. Слой пула. Слой нормализации. Полностью связанный слой. Преобразование полностью связанных слоев в сверточные слои. Архитектуры сверточной сети. Шаблоны слоев. Примеры размеров слоя. Тематические исследования (LeNet / AlexNet / ZFNet / GoogLeNet / VGGNet). Вычислительные соображения.
8	Тема 7. Понимание и визуализация сверточных нейронных сетей	Что заставляет сверточные нейронные сети работать. Обучение через перемещение. Тренировка сверточных нейронных сетей на практике.
9	Тема 8. Классификации изображений: локализация, детектирование, сегментация	Рекурсивные нейронные сети 1: пример названия изображений. Рекурсивные нейронные сети 2: внимательные модели.
10	Заключение	Выводы по курсу. Основные направления развития области знаний.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

### 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Классификация изображений. Подход управления данными. K-n алгоритм	4
2. Линейная классификация: SVM/Softmax	4
3. Оптимизация, высокоуровневое представление, особые точки на изображении	4
4. Введение в нейронные сети, метод обратного распространения ошибки	4
5. Работа нейронных сетей: процесс кросс-валидации, оптимизации, поиска ошибок	4
6. Сверточные нейронные сети: архитектура, сверточные / объединяющие слои	5
7. Понимание и визуализация сверточных нейронных сетей	4
8. Классификации изображений: локализация, детектирование, сегментация	5
Итого	34

### 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	23
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	20
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
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
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	29
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>92</b>

## 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 библ.
Основная литература		
1	Осовский, Станислав. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / С. Осовский; Пер. с пол. И.Д. Рудинского, 2004. -343 с.	20
2	Лисс, Анна Александровна. Искусственные нейронные сети [Текст] : Учеб. пособие / А.А.Лисс, 2003. -91 с.	79
Дополнительная литература		
1	Круглов, Владимир Васильевич. Искусственные нейронные сети. Теория и практика [Текст] : монография / В.В.Круглов, В.В.Борисов, 2001. -382 с.	42

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Искусственные нейронные сети - <a href="http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=NN/base.cou">http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=NN/base.cou</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7508>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Нейронные сети» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

Для допуска к дифференцированному зачету необходимо получить не менее 100 баллов в рамках текущего контроля успеваемости. Дифференцированный зачет ставится по результатам текущего контроля по следующим правилам:

”Неудовлетворительно” - менее 100 баллов, ”Удовлетворительно” - 100 - 149 баллов, ”Хорошо” - 150 - 179 баллов, ”Отлично” - 189 - 200 баллов.

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

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Классификация архитектур ИНС. Функционирование ИНС с различными архитектурами
2	Обучение простого и однослойного персептрона
3	Стохастическое обучение. Стохастический нейрон. Машина Больцмана
4	Самоорганизующиеся карты Кохонена
5	Многослойный персептрон
6	Свойства сетей преобразования данных. Способность к обобщению. Эффекты недообучения и переобучения
7	Точность обучения и валидации.
8	Коэффициенты обновлений весов.
9	Распределение активации / градиента на слой.
10	Визуализация.
11	Обновления параметров.
12	Полностью связанный слой.
13	Преобразование полностью связанных слоев в сверточные слои.
14	Архитектуры сверточной сети.
15	Тренировка сверточных нейронных сетей на практике.
16	Рекурсивные нейронные сети: внимательные модели.

### Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Тесты текущего контроля успеваемости построены по принципу вопросов с вариантами выбора одного или нескольких правильных ответов. Пример вопросов теста приведен ниже.

**1. Может ли передаточная функция нейрона скрытого слоя многослойного персептрона быть линейной?**

а) Да, может

б) Нет, не может

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	Тема 1. Классификация изображений. Подход управления данными. К-п алгоритм Тема 2. Линейная классификация: SVM/Softmax Тема 3. Оптимизация, высокоуровневое представление, особые точки на изображении	
2		
3		
4		
5		
6		Тест
7	Тема 4. Введение в нейронные сети, метод обратного распространения ошибки Тема 5. Работа нейронных сетей: процесс кросс-валидации, оптимизации, поиска ошибок Тема 6. Сверточные нейронные сети: архитектура, сверточные / объединяющие слои Тема 7. Понимание и визуализация сверточных нейронных сетей Тема 8. Классификации изображений: локализация, детектирование, сегментация	
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		Тест

### 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 дифференцированный зачет.

#### на практических (семинарских) занятиях

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

В ходе проведения семинарских и 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 успеваемости также предполагает выполнение двух тестов, каждый из которых оценивается максимум на 100 баллов. Текущий контроль считается пройденным, если набрано не менее 100 баллов за оба теста. Каждый тест содержит 20 вопросов, каждый вопрос оценивается на 5 баллов при условии правильного ответа.

### **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, IBM-совместимый компьютер Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест, оборудованных персональными IBM-совместимыми компьютерами Pentium или выше в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, IBM-совместимый компьютер Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 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) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 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

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>
1	14.02.2023	Программа актуальна, изменения не требуются.	14.02.2023 г., протокол заседания УМК № 2	д.т.н., доцент, Н.А. Жукова	