

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИКНК
_____ Д.П. Зегжда
«17» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Нейронные сети»

Разработчик	Высшая школа компьютерных технологий и информационных систем
Направление (специальность) подготовки	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Наименование ООП	09.03.01_01 Разработка компьютерных систем
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Образовательный стандарт	СУОС
Форма обучения	Очная

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП
_____ Р.В. Цветков
«26» марта 2024 г.

Соответствует СУОС
Утверждена протоколом заседания
высшей школы "ВШКТиИС"
от «26» марта 2024 г. № 1

РПД разработал:
Доцент, к.т.н., доц. В.А. Сушников

1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины

Цели освоения дисциплины

1. Обучить современным методам обработки информации на основе нейросетевого подхода.
2. Раскрыть возможности нейронных сетей и показать области целесообразного применения.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ПК-1	Способен использовать интеллектуальные технологии для проектирования сложных технических систем
ИД-2 ПК-1	Проектирует нейросетевые системы: разрабатывает архитектуру нейросетевой системы, интегрирует отдельные нейронные сети в состав общей системы, разрабатывает стратегию обучения и тестирования нейросетевой системы, проводит коррекцию архитектуры нейросетевой системы по результатам нейросетевого моделирования при наличии такой необходимости

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- основные модели нейронных сетей различной архитектуры; основные парадигмы обучения нейронных сетей; основные принципы тестирования нейросетевых моделей

умения:

- комбинировать различные модели нейронных сетей в одной системе; проводить оценку функциональной пригодности разработанной нейросетевой системы; формировать тесты для проверки работоспособности нейронных сетей

навыки:

- программирование нейросетевых систем; владение средствами поддержки моделирования нейронных сетей; отладка нейросетевых моделей

2. Место дисциплины в структуре ООП

В учебном плане дисциплина «Нейронные сети» относится к модулю «Модуль цифровых компетенций».

Изучение дисциплины базируется на результатах освоения следующих дисциплин:

- Высшая математика

3. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации

3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоёмкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	30
Лабораторные занятия	14
Самостоятельная работа	37
Часы на контроль	16
Промежуточная аттестация (экзамен)	11
Общая трудоёмкость освоения дисциплины	108, ач
	3, зет

3.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Текущий контроль	
Контрольные, шт.	1
Промежуточная аттестация	
Экзамены, шт.	1

4. Содержание и результаты обучения

4.1 Разделы дисциплины и виды учебной работы

№ раздела	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Очная форма		
		Лек, ач	Лаб, ач	СР, ач
1.	Однослойные нейронные сети.			

1.1.	Искусственный интеллект и подходы к моделированию элементов мышления.	2	0	2
1.2.	Классификация НС.	2	0	1
1.3.	Пороговый решающий элемент.	1	1	1
1.4.	Персептрон.	1	1	1
2.	Многослойные нейронные сети.			
2.1.	Алгоритмы функционирования многослойных НС.	2	2	5
2.2.	Линейные и нелинейные классификаторы.	4	1	8
3.	Ассоциативная память и сети Хопфилда.			
3.1.	Принципы хранения информации в ассоциативной памяти.	2	2	6
3.2.	Сравнение применения НС Хопфилда и НС прямого распространения.	2	1	6
4.	Соревновательные сети и самоорганизующиеся карты Кохонена.			
4.1.	Структура соревновательного слоя, соревновательная динамика.	2	1	8
4.2.	Принцип самоорганизации в НС Кохонена.	2	2	6
5.	Теория адаптивного резонанса и ART-сети, гибридные нейронные сети.			
5.1.	Основы теории адаптивного резонанса.	4	0	8
5.2.	Гибридные нейронные сети	4	0	8
6.	Рекуррентные нейронные сети.			
6.1.	Рекуррентные нейронные сети.	2	4	12
Итого по видам учебной работы:		30	14	37
Экзамены, ач				16
Часы на контроль, ач				16
Промежуточная аттестация (экзамен)		11		
Общая трудоёмкость освоения: ач / зет		108 / 3		

4.2. Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1. Однослойные нейронные сети.	
1.1. Искусственный интеллект и подходы к моделированию элементов мышления.	Основные этапы развития теории искусственных нейронных сетей (НС), направления и школы. Биологический нейрон и нейронная организация мозга. Свойства центральной нервной системы и механизмы обучения, адаптации и самоорганизации. Формальный нейрон. Основные определения нейроинформатики. Особенности нейровычислений. Задачи, решаемые нейроинтеллектом.
1.2. Классификация НС.	Модели нейронов, структуры НС, алгоритмы функционирования и обучения, их параметры. Уравнения нейродинамики и мнеморуавнения.
1.3. Пороговый решающий элемент.	Правило обучения Хебба. Геометрическая интерпретация действия порогового элемента. «Дельта» -правило обучения.
1.4. Персептрон.	Процедура обучения Розенблатта. Линейная сеть (ADALINE) и правило Уидроу-Хоффа. Выбор адаптивного шага обучения. Анализ линейных НС. Использование линейной НС для прогнозирования.
2. Многослойные нейронные сети.	
2.1. Алгоритмы функционирования многослойных НС.	Обучение с учителем. Обобщенное «дельта» -правило для различных функций активации нейронов. Алгоритм обратного распространения ошибки и решение задачи минимизации. Выбор параметров алгоритма. Повышение скорости сходимости алгоритма и его разновидности.
2.2. Линейные и нелинейные классификаторы.	Проблема выбора числа скрытых слоев и числа нейронов в скрытом слое. Распознавание букв алфавита с использованием НС прямого распространения сигнала. Алгоритм послойного обучения. НС прямого распространения сигнала с задержками. Применение НС с задержками для распознавания речи и для прогнозирования. Функционально связанные НС. Алгоритм динамического обратного распространения. Применение многослойных НС для задач идентификации и управления.
3. Ассоциативная память и сети Хопфилда.	

3.1. Принципы хранения информации в ассоциативной памяти.	Структура НС Хопфилда и алгоритмы функционирования. Дискретные и непрерывные модели. Описание поведения НС с использованием функции энергии. Устойчивость динамических систем. Обучение НС Хопфилда. Информационная емкость и проблемы коррелированности хранимых образов.
3.2. Сравнение применения НС Хопфилда и НС прямого распространения.	Сравнение применения НС Хопфилда и НС прямого распространения для задачи распознавания букв алфавита. Применение НС Хопфилда для решения задач комбинаторной оптимизации. Двухнаправленная ассоциативная память. Машина Больцмана.
4. Соревновательные сети и самоорганизующиеся карты Кохонена.	
4.1. Структура соревновательного слоя, соревновательная динамика.	Обучение без учителя. Свойства соревновательной сети и использование для решения задач кластеризации. Пример соревновательной сети для распознавания букв и слов. Решение проблемы «мертвых узлов».
4.2. Принцип самоорганизации в НС Кохонена.	Возможные преобразования входного пространства. Алгоритм обучения Кохонена. Функция окрестности и влияние параметров алгоритма обучения на качество обучения. Применение НС Кохонена для решения задач комбинаторной оптимизации.
5. Теория адаптивного резонанса и ART-сети, гибридные нейронные сети.	
5.1. Основы теории адаптивного резонанса.	Дилемма стабильности-пластичности Гроссберга. Структура сети ART1 и алгоритм обучения. ART динамика и свойства. Соответствие между обработкой информации ART моделями и принципами обработки информации биологическими системами.
5.2. Гибридные нейронные сети	Нейронная сеть Хэмминга. Структура, алгоритмы обучения и функционирования. Применение НС Хэмминга для распознавания букв алфавита. Сети радиальных базисных функций. Стохастические НС. Иерархическая сеть - неоконгитрон. Применение для распознавания рукописного текста. НС встречного распространения (рециркуляционные НС) и их применение для обработки изображений. Альтернативные типы узлов НС. Кубические нейроны и их обучение. Сигма-пи узлы и НС «высокого» порядка, применение в задачах распознавания. Обучение с критиком и обучение с поощрениями и штрафами.
6. Рекуррентные нейронные сети.	

6.1. Рекуррентные нейронные сети.	Структура НС с обратным распространением сигнала. Обучение рекуррентных НС. Полносвязные рекуррентные НС и алгоритмы рекуррентного обучения в «реальном времени» и алгоритм рекуррентного обратного распространения ошибки с учетом времени.
--	--

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются традиционные технологии - лекции в сочетании с лабораторными занятиями, а также самостоятельное изучение определённых разделов.

6. Лабораторный практикум

№ раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	Моделирование работы однослойных НС с различными функциями активации и различными передаточными функциями нейронов.	2
2.	Сравнительный анализ работы различных модификаций алгоритма обратного распространения ошибки и влияния параметров алгоритма на качество обучения.	3
3.	Моделирование работы НС Хопфилда.	3
4.	Моделирование работы соревновательной НС и НС Кохонена.	3
5.	Разработка модели рекуррентной НС.	4
Итого часов		14

7. Практические занятия

Не предусмотрено

8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов направлена на освоение учебного материала, получение навыков самостоятельного изучения литературы по курсу, приобретение практических навыков решения прикладных задач, подготовки к выступлениям на семинарах, научных конференциях.

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоемкость, ач
	Очная форма
Текущая СР	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	6
самостоятельное изучение разделов дисциплины	4
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	15
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	21
Итого текущей СР:	56
Творческая проблемно-ориентированная СР	
выполнение расчётно-графических работ	0
выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	8
работа над междисциплинарным проектом	0
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	8
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	0
Итого творческой СР:	16
Общая трудоемкость СР:	37

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Адрес сайта курса

<https://dl.spbstu.ru/course/view.php?id=1832>

9.2. Рекомендуемая литература

Основная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Станкевич Л.А. Интеллектуальные системы и технологии: Москва: Юрайт, 2016.	2016	ИБК СПбПУ
2	Васильев А.Н., Тархов Д.А. Нейросетевые методы и алгоритмы математического моделирования: Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2014.	2014	ИБК СПбПУ

Ресурсы Интернета

1. Neural Networks Video Lectures (Prof/ Hugo Larochelle, Université de Sherbrooke) : http://info.usherbrooke.ca/hlarochelle/neural_networks/content.html
2. Online machine learning class (Prof. Andrew Ng, Stanford University) : <http://ml-class.org>

9.3. Технические средства обеспечения дисциплины

Для успешного освоения разделов дисциплины и разработки собственных программ моделирования нейронных сетей студентам рекомендуется использовать функции библиотеки нейронных сетей MATLAB, предварительно ознакомившись с ее демонстрационными примерами, соответствующими рассматриваемой модели нейронной сети.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий используется специализированный лабораторный класс с выходом в интернет на базе персональных компьютеров с операционной системой Windows и установленным пакетом моделирования нейронных сетей MATLAB.

11. Критерии оценивания и оценочные средства

11.1. Критерии оценивания

Для дисциплины «Нейронные сети» формой аттестации является экзамен. Дисциплина реализуется с применением системы индивидуальных достижений.

Текущий контроль успеваемости

Максимальное значение персонального суммарного результата обучения (ПСРО) по приведенной шкале - 100 баллов

Максимальное количество баллов приведенной шкалы по результатам прохождения двух точек контроля - 80 баллов.

Подробное описание правил проведения текущего контроля с указанием баллов по каждому контрольному мероприятию и критериев выставления оценки размещается в СДО в навигационном курсе дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине

Максимальное количество баллов по результатам проведения аттестационного испытания в период промежуточной аттестации – 20 баллов приведенной шкалы.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с расписанием.

Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационные билеты состоят из двух вопросов из перечня экзаменационных вопросов.

Результаты промежуточной аттестации, определяются на основе баллов, набранных в рамках применения, СИД

Баллы по приведенной шкале в рамках применения СИД (ПСРО+ ПА)	Оценка по результатам промежуточной аттестации
	Экзамен/диф.зачет/зачет
0 - 60 баллов	Неудовлетворительно/не зачтено
61 - 75 баллов	Удовлетворительно/зачтено
76 - 89 баллов	Хорошо/зачтено
90 и более	Отлично/зачтено

11.2. Оценочные средства

Оценочные средства по дисциплине представлены в фонде оценочных средств, который является неотъемлемой частью основной образовательной программы и размещается в электронной информационно-образовательной среде СПбПУ на портале etk.spbstu.ru

12. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студентам рекомендуется самостоятельная работа с литературой - учебными пособиями, учебниками и книгами как по теоретической, так и по практической части дисциплины, а также знакомство со статьями из ведущих российских и зарубежных периодических изданий с аннотированием и реферированием наиболее интересных статей и статей, рекомендованных в качестве перспективных для практического применения. Просмотр видео лекций по темам дисциплины, предоставленных в свободный доступ ведущими российскими и зарубежными университетами, рекомендуется для тех разделов дисциплины, которые вызывают особые затруднения в освоении. Кроме того, для всех разделов дисциплины предусмотрен разбор демонстрационных примеров в современных программных средах и рекомендуется периодически возвращаться к пройденному материалу. В процессе лекций проводятся экспресс-опросы и консультации для получения обратной связи от студентов по пройденному материалу, выяснения наиболее трудных для понимания разделов и разбору возникающих вопросов.

13. 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.