

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

А.В. Дворкович

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Введение в нейросетевые технологии
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра интеллектуальных информационных систем и технологий
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: А. Саенко

Программа обсуждена на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем и технологий
13.04.2020

Аннотация

Курс "Введение в нейросетевые технологии" предназначен для первого знакомства студентов с элементами машинного обучения и глубокого обучения. В ходе данного курса студенты узнают что такое нейронные сети и как их применять на практике. Подробно рассматриваются сверточные и рекуррентные нейронные сети, их преимущества и недостатки, области использования. Показываются особенности обработки аудио, текста и изображений посредством нейронных сетей и машинного обучения, производится их сравнение. В завершение курса обозреваются современные архитектуры нейронных сетей выдающие наилучший результат на момент проведения занятия.

В результате прохождения данного курса студент понимает основы машинного обучения и глубокого обучения, способен подбирать гиперпараметры для нейросетей и улучшать точность их предсказаний.

Курс проводится в формате лекций и семинаров. Для успешного прохождения необходимо посещение, самостоятельная работа и предоставление ее результата в формате проекта будущей работы.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- приобретение знаний и практического опыта в области теории нейронных сетей, различных архитектур и способов их настройки;
- изучение и обеспечение основ для последующих курсов, посвященных разработке нейросетевых методов и программ решения прикладных задач;
- практическое освоение современной системы Матлаб для эмуляции нейронных сетей различной архитектуры;
- приобретение навыков исследовательской работы, предполагающей самостоятельное изучение специфических нейросетевых технологий, широко применяемых в различных областях современной науки и техники.

Задачи дисциплины

- освоение студентами подходов, методов и моделей нейронных сетей;
- приобретение практических навыков применения нейронных сетей;
- приобретение умения интерпретировать полученные результаты для построения планов экспериментальных исследований и выбора оптимальных параметров нейронных сетей.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или)	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности

обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные архитектуры нейронных сетей и методы их настройки (адаптации) и тестирования;
- общую методологию синтеза структуры нейронной сети для решения прикладных задач;
- историю и перспективы развития теории нейронных сетей;
- подходы к унификации мягких вычислений (нейросетевых, нечетких, вейвлет и т.п.);
- язык программирования Матлаб и основные его инструментарии для реализации нейронных сетей.

уметь:

- разрабатывать программы на Матлаб для эмуляции, настройки и тестирования нейронных сетей различной архитектуры;
- синтезировать структуру нейронной сети согласно общей методике;
- читать и критически анализировать специальную литературу по теории нейронных сетей.

владеть:

- прикладным аппаратом нейронных сетей;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования задач;
- навыками грамотной обработки результатов эксперимента и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- методами решения широкого спектра современных математических задач с использованием нейросетевых технологий.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	История нейронных сетей	2			1
2	Нейрон и его структура	4			2
3	Нейронная сеть	10			5
4	Обучение (настройка) нейронной сети	14			7
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

1. История нейронных сетей

Первые модели однослойных нейронных сетей. Перцептрон Розенблатта на основе двухслойной нейронной сети. Активизация исследований в области нейронных сетей в эпоху роста производительности ЭВМ, многослойные сети. Разработка метода обратного распространения ошибки. Алгоритмы глубокого обучения. Современные исследования. Роль нейронных сетей в разработке методов искусственного интеллекта.

2. Нейрон и его структура

Понятие о нейроне, его структуре, входах и выходах; понятие весовых коэффициентов. Функция активации, виды функций активации.

3. Нейронная сеть

Понятие о нейронной сети (НС). Виды нейронных сетей. Области применения. Многослойный перцептрон. Радиально-базисная сеть. Сеть Кохонена. Нейронные сети с обратными связями, сеть Хопфилда, Элмана и др. Сеть СМАС. Нейронные сети глубинного обучения. Нейронные сети переменной структуры. Спайковые нейронные сети.

4. Обучение (настройка) нейронной сети

Понятие об обучении (настройке) и самообучении нейронной сети. Методы обучения. Метод градиентного спуска. Метод обратного распространения ошибки. Модификации метода градиентного спуска. Методы второго порядка, метод Левенберга-Марквардта, метод сопряженных градиентов. Обучение динамических нейронных сетей. Методы случайного поиска. Генетические методы оптимизации.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Галушкин А.И. «Нейронные сети: основы теории» – Изд-во: Горячая линия-Телеком, 2010, 496 с.
2. Хайкин С. «Нейронные сети. Полный курс» – 2-е изд. Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1104 с.
3. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей – Издательство: Вильямс, 2002 г.

Дополнительная литература

1. А.Н.Горбань, В.Л.Дунин-Барковский, А.Н.Кирдин и др. Нейроинформатика. - Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. - 296с.
2. Ф. Уоссермен. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. М. Мир - 1992.
3. S.Haykin, Neural Networks: A Comprehensive Foundation New York: Prentice Hall Press, 1998.
4. Тархов Д.А. Нейронные сети. Модели и алгоритмы – Издательство: Радиотехника, 2005г.
5. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных / Д. Силен, А. Мейсман, М. Али

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
2. <http://benran.ru> –библиотека по естественным наукам Российской академии наук.

3. <http://matlab.exponenta.ru> – пособия, примеры, форум по применению Матлаб и Neural Network Toolbox

4. Web of Science openai.com

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса «Введение в нейросетевые технологии» требует большой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала;
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях и практических занятиях,
- разработка программ и их экспериментальные исследования по теме занятия,
- подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ, а также индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение ставить и решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Прикладные математика и физика
профиль подготовки: Радиотехника и компьютерные технологии
Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий
кафедра интеллектуальных информационных систем и технологий
курс: 3
квалификация: бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Зачет

Разработчик: А. Саенко

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в нейросетевые технологии» обучающийся должен:

знать:

- основные архитектуры нейронных сетей и методы их настройки (адаптации) и тестирования;
- общую методологию синтеза структуры нейронной сети для решения прикладных задач;
- историю и перспективы развития теории нейронных сетей;
- подходы к унификации мягких вычислений (нейросетевых, нечетких, вейвлет и т.п.);
- язык программирования Матлаб и основные его инструментарии для реализации нейронных сетей.

уметь:

- разрабатывать программы на Матлаб для эмуляции, настройки и тестирования нейронных сетей различной архитектуры;
- синтезировать структуру нейронной сети согласно общей методике;
- читать и критически анализировать специальную литературу по теории нейронных сетей.

владеть:

- прикладным аппаратом нейронных сетей;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования задач;
- навыками грамотной обработки результатов эксперимента и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- методами решения широкого спектра современных математических задач с использованием нейросетевых технологий.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Самостоятельный поиск и анализ статей по заранее выбранной и согласованной теме. Подготовка и детальная презентация студентом небольшого проекта, который он хотел бы осуществить с помощью глубокого обучения.

Примеры контрольных заданий:

1. Разработать программу, реализующую многослойный персептрон.
2. Разработать программу, реализующую сеть Кохонена.
3. Разработать программу, реализующую обучение многослойного персептрона методом градиентного спуска.
4. Разработать программу, реализующую обучение многослойного персептрона методом обратного распространения ошибки.

Оценка выполнения задания носит неформальный недифференцированный характер: задание успешно выполнено, задание выполнено недостаточно и требует дополнительного обсуждения, задание выполнено неудовлетворительно. Результаты оценки заданий могут быть учтены в результирующей оценке по курсу.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов для зачета:

1. Понятие (искусственного) нейрона. Понятие (искусственной) нейронной сети. Понятие функции активации. Формула нейрона. Понятие разделяющей поверхности.
2. Формула для многослойной нейронной сети.
3. Требования к функции активации. Виды функций активации.
4. Понятие обучения (настройки) нейронной сети. Понятие обучающего и тестового множеств.
5. Методы обучения нейронной сети. Метод градиентного спуска. Понятие ошибки обучения и функционала оптимизации. Онлайн и офлайн обучение.
6. Расчет частных производных для реализации метода градиентного спуска.

Критерии оценивания

Зачет - выставляется студенту, показавшему владение основными положениями курса, умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

Незачет - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Зачет проводится в устной форме.

При проведении зачета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося проводится в течение 30 минут.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.