ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО  
  
протокол № 18 / 03   
  
от « 31 » мая 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PYTHON

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки (специальность) | 01.04.02 Прикладная математика и информатика |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Семестр** | **Трудоемкость, кред.** | **Общий объем курса, час.** | **Лекции, час.** | **Практич. занятия, час.** | **Лаборат. работы, час.** | **СРС, час.** | **КСР, час.** | **Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП** |
| 2 | 4 | 144 | 15 | 0 | 15 | 78 | 0 | Э |

АННОТАЦИЯ

Теория нейронных сетей – раздел машинного обучения, в котором рассматриваются семейства обучаемых и самообучающихся моделей и алгоритмов, инспирированных биологическими сетями нейронов. Благодаря своей адаптивности искусственные нейронные сети оказываются эффективным, а в ряде случаев незаменимым инструментом в решении таких задач машинного обучения, как аппроксимация функций, распознавание образов, кластеризация данных, компьютерное зрение и адаптивное управление.

В курсе лекций излагаются основы теории искусственных нейронных сетей и области их практического применения при решении инженерных задач.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью учебного курса «Нейросетевые методы обработки данных с использованием Python» является ознакомление будущих специалистов с современными математическими и алгоритмическими подходами к построению систем, обучающихся или самообучающихся по располагаемой выборке данных. К их числу относятся искусственные нейронные сети, которые строятся на простейших вычислительных элементах – искусственных нейронах и основаны на принципе адаптации к обучающим примерам.

В курсе лекций излагаются основы теории искусственных нейронных сетей и области их практического применения при решении инженерных задач:

- аппроксимация функций многих переменных,

- распознавание образов (классификация данных),

- кластеризации данных и др.

Учебный курс «Нейросетевые методы обработки данных с использованием Python» ставит также своей целью освоение студентами практических приемов обучения нейронных сетей, выбора их архитектуры и оценки качества функционирования. Выполняемое студентами домашнее задание позволит получить практический опыт по созданию и экспериментальному исследованию свойств многослойных нейронных сетей применительно к различным прикладным задачам обработки данных.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Нейросетевые методы обработки данных с использованием Python» относится к общенаучному модулю образовательной программы и является курсом, изучаемым студентом по выбору.

Дисциплина требует от слушателя общематематической подготовки по математическому анализу, линейной алгебре, дифференциальным уравнениям, а также по теории вероятностей и математической статистике.

В свою очередь, дисциплина является полезной и в некоторых случаях необходимой при выполнении студентами курсовых проектов по построению кибернетических систем.

Дисциплина формирует систему базовых понятий, необходимых для специалиста в области прикладной математики и информатики, способствует освоению широко используемых современных математических подходов для решения практических задач моделирования систем и обработки данных.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

|  |  |
| --- | --- |
| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |

Профессиональные компетенции в соотвествии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Задача профессиональной деятельности (ЗПД)** | **Объект или область знания** | **Код и наименование профессиональной компетенции;** **Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)** | **Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции** |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п** | **Наименование раздела учебной дисциплины** | **Недели** | **Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час.** | **Обязат. текущий контроль (форма\*, неделя)** | **Максимальный балл за раздел\*\*** | **Аттестация раздела (форма\*, неделя)** | **Индикаторы освоения компетенции** |
|  | *2 Семестр* |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Математическое описание и архитектуры нейронных сетей. Распознавание образов на нейронных сетях | 1-8 | 8/0/6 | к.р-7 | КИ-8 | 25 |  |
| 2 | Применение нейронных сетей для решения прикладных задач обработки данных | 9-15 | 7/0/9 | ДЗ-11 | КИ-15 | 35 |  |
|  | *Итого за 2 Семестр* |  | 15/0/15 |  |  | 60 |  |
|  | **Контрольные мероприятия за 2 Семестр** |  |  |  | Э | 40 |  |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

|  |  |
| --- | --- |
| **Обозначение** | **Полное наименование** |
| ДЗ | Домашнее задание |
| КИ | Контроль по итогам |
| к.р | Контрольная работа |
| Э | Экзамен |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** | **Лек., час.** | **Пр./сем., час.** | **Лаб., час.** |
|  | *2 Семестр* | 15 | 0 | 15 |
| **1-8** | **Математическое описание и архитектуры нейронных сетей. Распознавание образов на нейронных сетях** | 8 | 0 | 6 |
| 1 - 2 | **Математическое описание нейронной сети** Строение и функционирование естественного нейрона. Особенности функционирования естественного нейрона, положенные в основу математической модели технического нейрона. Математическая модель технического нейрона. Функция активации нейрона, примеры.  Математическая модель функционирования нейронной сети. Векторно-матричная запись системы уравнений. Сети прямого распространения, рекуррентные сети.  Стохастический нейрон. Вероятностная интерпретация функционирования нейронной сети с логистической функцией активации нейронов. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 2 |  | 2 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 3 - 4 | **Решение задачи распознавания образов на нейронных сетях** Постановка задачи классификации данных на нейронных сетях. Дискриминантная функция класса. Линейная дискриминантная функция. Решающее правило классификации данных для линейно разделимых классов. Нейросетевая реализация.  Реализация на нейронной сети булевых функций. Проблема "исключающего ИЛИ". Решение задачи "исключающего ИЛИ" на многослойном персептроне. Геометрическая интерпретация.  Классификатор Хемминга. Постановка задачи. Критерий принятия решения о принадлежности образа классу. Архитектура сети.  Реализация функции максимизации параметров с применением нейронной сети прямого распространения и рекуррентной нейронной сети. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 2 |  | 2 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 5 - 6 | **Персептрон** Элементарный персептрон. Математическая модель. Функциональная задача персептрона. Обучающая выборка. Критерий оптимальности настройки параметров. Геометрическая иллюстрация обработки данных персептроном.  Построение многослойного персептрона для решения задачи классификации объектов. Интерпретация с позиции разбиения пространства признаков гиперплоскостями. Графическая иллюстрация на примерах.  Правило Хебба обучения персептрона. Уравнение настройки синаптических коэффициентов. Правило Уидроу-Хоффа обучения персептрона.  Теорема Розенблатта о сходимости процедуры обучения персептрона. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 2 |  | 2 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 7 - 8 | **Классификация данных на нейронных сетях** Постановка задачи распознавания образов для случая n попарно линейно разделимых классов. Принцип нейросетевого решения. Архитектура сети.  Внутреннее представление классов при решении задачи классификации данных. Коды многогранников. Принцип построения нейросетевого классификатора с использованием внутренних кодов многогранников.  Постановка задачи распознавания образов для двух линейно неразделимых классов. Основной принцип нейросетевого решения задачи. Метод Мезарда и Надала ("черепичный" алгоритм).  Нейросетевое решение задачи распознавания образов при известных эталонных представителях классов. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 2 |  | 2 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| **9-15** | **Применение нейронных сетей для решения прикладных задач обработки данных** | 7 | 0 | 9 |
| 9 | **Многослойная нейронная сеть** Многослойная нейронная сеть (МНС). Математическая модель. Постановка задачи обучения. Обучающая выборка, критерий оптимальности настройки синаптических коэффициентов. Области практического применения МНС.  Обучение однослойной нейронной сети с непрерывной функцией активации нейронов. Уравнение настройки синаптических коэффициентов. Инициализация синаптических коэффициентов.  Метод обратного распространения ошибки для обучения многослойной нейронной сети. Постановка задачи и вывод системы уравнений. Мнемоническое правило построения схемы обратного распространения ошибки. Структурная схема. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 1 |  | 1 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 10 | **Организация процесса обучения многослойной нейронной сети** Масштабирование входных/выходных данных. Проблема переобучения сети. Явление «паралича сети» в процессе обучения.  Критерий останова процесса обучения. Деструктивный и конструктивный методы выбора архитектуры многослойной нейронной сети. Метод Эша (конструктивный подход). Модификация критерия для контрастирования значений синаптических коэффициентов и упрощения структуры сети (деструктивный подход). | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 1 |  | 1 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 11 | **Генетические алгоритмы для обучения нейронных сетей** Общая характеристика генетических алгоритмов. Основные особенности в сравнении с классическими методами оптимизации. Генетические операторы. Применение генетических алгоритмов для обучения многослойных нейронных сетей заданной архитектуры.  Рекомендации по организации эволюционного процесса для бинарных кодов параметров.  Понятие схемы. Теорема о "выживаемости" схем.  Генетические алгоритмы для действительных переменных (непрерывных параметров). Способы реализации генетических операторов. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 1 |  | 1 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 12 | **Решение прикладных задач на многослойных нейронных сетях** Решение задачи аппроксимации непрерывной функции одной и многих переменных на многослойных нейронных сетях. Графическая иллюстрация.  Решение задачи прогноза временных рядов на многослойных нейронных сетях. Постановка задачи. Формирование обучающей выборки. Критерий оптимальности настройки сети.  Решение задачи классификации данных на многослойных нейронных сетях. Постановка задачи. Формирование обучающей выборки. Критерий оптимальности настройки сети. Логическое преобразование выхода МНС для принятия решения о принадлежности образа классу. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 1 |  | 1 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 13 | **Сеть Хопфилда. Ассоциативная память** Математическое описание сети Хопфилда. Свойства матрицы синаптических связей. Синхронное и асинхронное функционирование. Бинарные и биполярные нейроны.  Энергетический функционал сети Хопфилда. Теорема о конечности переходного процесса в сети Хопфилда. Свойство энергетического функционала сети Хопфилда в состоянии устойчивого равновесия.  Анализ устойчивых состояний сети Хопфилда, построенной на выборке данных, содержащей P (P =/= 1) образцов. Оценка объема "памяти" сети Хопфилда.  Кластеризация данных на сети Хопфилда. Применение сети Хопфилда как классификатора данных.  Применение сети Хопфилда для решения задачи коммивояжера. Математическая формализация задачи. Метод расчета синаптических коэффициентов. Энергетический функционал и принцип его максимизации. Применение стохастической активационной характеристики нейронов. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 1 |  | 1 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 14 - 15 | **Сеть и карта Кохонена** Слой Кохонена. Математическая модель. Принцип самообучения. Кластеризация данных.  Организация процедуры самообучения. «Мертвые» нейроны. Специальный алгоритм, препятствующий возникновению «мертвых» нейронов. Выбор параметра скорости самообучения.  Топографическая карта Кохонена. Математическое описание. Алгоритм обучения. «Окраска» карты Кохонена. Примеры применения.  Сеть встречного распространения. Функциональное назначение слоя Гроссберга. Правило обучения слоя Гроссберга. Особенности процесса обучения. Примеры практического применения. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 2 |  | 2 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |

Сокращенные наименования онлайн опций:

|  |  |
| --- | --- |
| **Обозначение** | **Полное наименование** |
| ЭК | Электронный курс |
| ПМ | Полнотекстовый материал |
| ПЛ | Полнотекстовые лекции |
| ВМ | Видео-материалы |
| АМ | Аудио-материалы |
| Прз | Презентации |
| Т | Тесты |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС | Интерактивный сайт |

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

|  |  |
| --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** |
|  | *2 Семестр* |
| 1 - 8 | **Математическое описание и архитектуры нейронных сетей. Распознавание образов на нейронных сетях** Математическое описание и архитектуры нейронных сетей. Распознавание образов на нейронных сетях |
| 9 - 15 | **Многослойный персептрон. Сеть Хопфилда.** Многослойный персептрон. Сеть Хопфилда.  Самоорганизующаяся карта Кохонена |

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

|  |  |
| --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** |
|  | *2 Семестр* |
| 1 - 2 | **Математическая модель и функциональные свойства технического нейрона** Математическая модель и функциональные свойства технического нейрона |
| 3 - 4 | **Сеть Хемминга** Сеть Хемминга |
| 5 - 6 | **Реализация булевых функций на нейронных сетях** Реализация булевых функций на нейронных сетях |
| 7 - 8 | **Классификация данных на нейронных сетях** Классификация данных на нейронных сетях |
| 9 - 10 | **Многослойные нейронные сети** Многослойные нейронные сети |
| 11 - 12 | **Генетические алгоритмы**  Генетические алгоритмы |
| 13 - 14 | **Сеть Хопфилда** Сеть Хопфилда |
| 15 | **Самоорганизующиеся сети Кохонена** Самоорганизующиеся сети Кохонена |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Занятия проводятся по классической системе чтения лекций и проведения практических занятий.

Несколько тем курса студенты осваивают самостоятельно, используя предоставленные методические материалы. Контроль самостоятельной работы и освоения изученной темы проводится на семинарском занятии. В процессе контрольного опроса (КО) каждый слушатель должен ответить на вопросы преподавателя или провести краткие расчеты по предложенным задачам. Результаты контрольного опроса магистрантов оцениваются в баллах.

Для получения навыков аналитических расчетов магистрантам еженедельно выдаются задачи для самостоятельной домашней работы. Результаты решения задач контролируются в аудитории на практических занятиях.

В течение семестра проводятся 4 контрольные работы по всем разделам курса.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

|  |  |
| --- | --- |
| **Компетенция** | **Индикаторы освоения** |

Оценочные средства приведены в приложении.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Ч-45 Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2012

2. ЭИ К 75 Самоорганизующиеся карты : , Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2014

3. 004 М71 Лабораторный практикум по курсу "Введение в теорию нейронных сетей" : , О. А. Мишулина, А. Г. Трофимов, М. В. Щербинина, Москва: МИФИ, 2007

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 Г67 Нейронные сети на персональном компьютере : , А.Н. Горбань, Д.А. Россиев, Новосибирск: Наука, 1996

2. 004 К84 Искусственные нейронные сети : теория и практика, В. В. Круглов, В. В. Борисов, М.: Горячая линия - Телеком, 2002

3. 004 М42 Нейронные сети. MATLAB 6 : , В. С. Медведев, В. Г. Потемкин, М.: Диалог-МИФИ, 2002

4. 004 Е41 Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе : Учеб. пособие, Ежов А.А., Шумский С.А., М.: МИФИ, 1998

5. 004 О-75 Нейронные сети для обработки информации : , С.Осовский, Москва: Финансы и статистика, 2004

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

-

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Трофимов Александр Геннадьевич, к.т.н. |  |