**Программа учебной дисциплины «Теория нейронных сетей»**

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.

|  |  |
| --- | --- |
| Автор | Галушкин А.И., профессор, д.т.н.,  Пантюхин Д.В., cт.преп., |
| Число кредитов | 5 |
| Контактная работа (час.) | 76 |
| Самостоятельная работа (час.) | 114 |
| Курс | 2 |
| Формат изучения дисциплины | full time |

1. **ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ**

Целями освоения дисциплины «Теория нейронных сетей» являются овладение студентами основными концепциями и положениями теории нейронных сетей.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные архитектуры нейронных сетей, методы их настройки (адаптации) и тестирования;

- общую методологию синтеза структуры нейронной сети для решения прикладных задач;

- историю и перспективы развития теории нейронных сетей;

- 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:**

- навыками создания программ на Матлаб для эмуляции, настройки и тестирования нейронных сетей различной архитектуры;

- навыками планирования и проведения экспериментальных (вычислительных) исследований с целью получения оптимальных параметров нейронных сетей.

Изучение дисциплины «Теория нейронных сетей» базируется на следующих дисциплинах:

- математика в объеме средней школы;

- информатика в объеме средней школы.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

* знать простейшие методы решения вычислительных задач;
* обладать навыками работы с вычислительной техникой.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

1. Нейроматематика;
2. Нейрокомпьютеры;
3. Применение нейросетевых технологий.
4. **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Тема 1.** История нейронных сетей. Возникновение и становление теории нейронных сетей.

**Тема 2.** Понятие о нейроне, его структуре, входах и выходах; понятие весовых коэффициентов. Функция активации, виды функций активации, требования к функциям активации.

**Тема 3**. Понятие о нейронной сети (НС). Виды нейронных сетей. Области применения. Многослойный персептрон. 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.

**Тема 4.** 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.

**Тема 5.** Методика синтеза нейронной сети для решения задач.

**Тема 6.** Тенденции развития теории нейронных сетей.

1. **ОЦЕНИВАНИЕ**

**Текущий контроль:** в первом модуле предусматривается контрольная работа, во втором модуле – контрольное домашнее задание.

**Итоговый контроль:** экзамен в конце 2-го модуля в виде компьютерного теста.

Тесты контрольной работы содержат вопросы по теоретическому материалу текущего модуля и практические задания. За тест выставляется нормированная по сложности теста оценка в 10-ти балльной шкале.

Контрольное домашнее задание включает разработку, программирование, тестирование и экспериментальное исследование программы по выбранной и согласованной теме. По контрольному домашнему заданию оформляется отчет в бумажном виде. В установленный срок студент сдает полностью оформленный отчет и электронную копию разработанного приложения. За контрольное домашнее задание выставляется оценка в десятибалльной шкале.

Итоговый экзамен предусматривает компьютерное решение задач по изученным в дисциплине темам и тестирование на компьютере. В тест итогового экзамена входят вопросы по теоретическому и практическому материалу всех 2-х модулей. Оценки по решению задач и тесту выставляются в 10-ти балльной шкале.

По всем видам работ выставляется 10-балльная оценка.

Оценка текущего контроля в первом модуле выставляется по результатам контрольной работы 1 (компьютерного тестирования) КТ1.

Результаты студента по выполнению контрольного домашнего задания во втором модуле КДЗ учитываются при вычислении накопленной оценки.

Накопленная оценка (Oн) по дисциплине (с округлением по правилам округления) вычисляется как взвешенная сумма:

Oн = (0.3\*КТ1 + 0.7\*КДЗ);

Оценка итогового контроля во втором модуле в форме экзамена определяется результатом контрольного тестирования Э1.

Результирующая оценка по дисциплине О определяется по формуле (с округлением по правилам округления):

О = 0.6\*Он + 0,4\*Э1

Перевод в пятибалльную оценку осуществляется в соответствии со следующей таблицей.

| **По десятибалльной шкале** | **По пятибалльной шкале** |
| --- | --- |
| 1 – неудовлетворительно  2 – очень плохо  3 – плохо | неудовлетворительно – 2 |
| 4 – удовлетворительно  5 – весьма удовлетворительно | удовлетворительно – 3 |
| 6 – хорошо  7 – очень хорошо | хорошо – 4 |
| 8 – почти отлично  9 – отлично  10 – блестяще | отлично – 5 |

1. **ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

# Оценочные средства для текущего контроля студента

Текущий контроль осуществляется с использованием Матлаб, материалов справочной системы, библиотечных функций и примеров решения задач на нейронных сетях различной архитектуры. Набор заданий при тестировании соответствует материалу тем, изучаемых в дисциплине.

Оценочные средства для промежуточной аттестации.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины (примеры):

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.

7. Matlab Neural Network Toolbox.

8. Нейронная сеть CMAC.

9. Нейронные сети глубинного обучения (DNN)

10. Методы обучения второго порядка. Метод Левенберга-Марквардта. Метод сопряженных градиентов.

1. **РЕСУРСЫ**
   1. **Основная литература**
   2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин; Пер. с англ. и ред. Н. Н. Куссуль; Пер. с англ. А. Ю. Шелестова. – Изд. 2-е, испр. – М.; СПб.; Киев: Вильямс, 2006. – 1103 с. - ISBN 978-5-84590-890-2. (или другие годы изданий).
2. Поршнев, С. В. MATLAB 7. Основы работы и программирования: учеб. пособие для вузов / С. В. Поршнев. – 2-е изд. – М.: БИНОМ, 2008. – 319 с. – (Сер. "Учебник"). - Ц. - ISBN 978-5-9518024-4-6. (или другие годы изданий).
   1. **Дополнительная литература**
3. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; Пер. с польского И. Д. Рудинского. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008. – 452 с. - Ц(7.05). - ISBN 5-935171-03-1.
4. Donna L. Hudson; Maurice E. Cohen, "Neural Networks," in Neural Networks and Artificial Intelligence for Biomedical Engineering , IEEE, 2000. doi: 10.1109/9780470545355.part1
5. Madan M. Gupta; Liang Jin; Noriyasu Homma, "Multilayered Feedforward Neural Networks (MFNNs) and Backpropagation Learning Algorithms," in Static and Dynamic Neural Networks: From Fundamentals to Advanced Theory , IEEE, 2003, doi: 10.1002/0471427950.ch4
6. Madan M. Gupta; Liang Jin; Noriyasu Homma, "Radial Basis Function Neural Networks," in Static and Dynamic Neural Networks: From Fundamentals to Advanced Theory , IEEE, 2003, doi: 10.1002/0471427950.ch6
   1. **Программное обеспечение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
| 1. | Microsoft Windows 7 Professional RUS  или  Microsoft Windows 10 | Из внутренней сети университета (договор) |
| 2. | Microsoft Office Professional Plus 2010 | Из внутренней сети университета (договор) |
| 3 | MathWorks MATLAB 2014 и старше  c Neural Network Toolbox | Из внутренней сети университета (договор) |

* 1. **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
|  | ***Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*** | |
| 1. | База данных зарубежной периодики IEEE Xplore | URL: http://ieeexplore.ieee.org/  Онлайн-доступ со всех компьютеров НИУ ВШЭ и извне (по паролю) |
|  | ***Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)*** | |
| 1. | - | *-* |

* 1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);

мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены:

ПЭВМ с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ с установленным программным обеспечением согласно п.5.3.

мультимедийным проектором с дистанционным управлением.