**Программа учебной дисциплины «Нейрокомпьютеры»**

Утверждена

Академическим советом ООП

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

|  |  |
| --- | --- |
| Автор | Пантюхин Д.В., cт.преп., |
| Число кредитов | 5 |
| Контактная работа (час.) | 52 |
| Самостоятельная работа (час.) | 138 |
| Курс | 3 |
| Формат изучения дисциплины | full time |

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

Целями освоения дисциплины «Нейрокомпьютеры» являются овладение студентами основными концепциями и положениями области нейрокомпьютеров – аппаратных средств решения вычислительных задач с помощью нейронных сетей.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные платформы моделирования нейронных сетей,

- архитектуры нейрочипов и нейрокомпьютеров,

- перспективы развития вычислительной техники (в том числе, проекты ЭВМ на основе мемристоров).

**уметь:**

- реализовывать нейронные сети различной архитектуры на доступных аппаратных средствах поддержки вычислений,

- читать и критически анализировать специальную литературу по нейрокомпьютерам.

**владеть:**

- навыками моделирования нейронных сетей различных архитектур на ПЭВМ (CPU), графических процессорах (GPU), специальных пакетах моделирования;

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

Изучение дисциплины «Нейрокомпьютеры» базируется на следующих дисциплинах:

- «Теория нейронных сетей».

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

* знать положения теории нейронных сетей, структуры и методы настройки нейронных сетей;
* владеть языком программирования Матлаб и его блоком Симулинк;
* обладать навыками работы с вычислительной техникой.

1. **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Тема 1.** Понятие о нейрокомпьютерах и нейрочипах. Цифровые, аналоговые, цифро-аналоговые нейрочипы и нейрокомпьютеры.

**Тема 2.** История нейрокомпьютеров. Выставки нейрокомпьютеров. Возникновение и становление нейрокомпьютеров в России и зарубежом. Примеры нейрокомпьютеров. Транспьютеры.

**Тема 3.** Архитектуры нейрокомпьютеров. Архитектура ЭВМ фонНеймана. Отличия архитектуры нейрокомпьютеров. SIMD, MIMD архитектуры. Цифровые, аналоговые, цифро-аналоговые нейрокомпьютеры. Представления сигналов.

**Тема 4.** Аппаратные реализации нейрокомпьютеров и нейрочипов. Нейрочипы на ПЛИС. Архитектура ПЛИС. Проекты нейрочипов на ПЛИС. TrueNorth.

**Тема 5.** Цифровая обработка сигналов.

**Тема 6.** GPU как эффективный эмулятор нейронных сетей. Архитектура GPU. GPGPU. Технология CUDA. Нейросетевые библиотеки на GPU.

**Тема 7.** Мемристоры – новые перспективные элементы для нейрокомпьютеров. Технологии изготовления мемристоров. Математические модели мемристоров. Программные модели мемристоров. Проекты нейрокомпьютеров с мемристорами.

**Тема 8.** Способы оценки производительности нейрокомпьютеров.

.

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 на Матлаб по выбранной и согласованной теме или презентацию в виде научного доклада. За контрольное домашнее задание выставляется оценка в десятибалльной шкале. Оценивается актуальность выбранной темы, глубина изучения темы студентом, качество презентации\доклада, качество и полнота оформления исследования, качество программы

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 выставляется по результатам контрольной работы 1 (компьютерного тестирования) КТ1.

Результаты студента по выполнению контрольного домашнего задания 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 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 (Симулинк), 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 нейрокомпьютеров и нейрочипов.

2. Архитектура нейрочипа ETANN.

3. Архитектура нейрочипа ZISC.

4. Архитектура GPU и реализация нейронных сетей на GPU. Технология CUDA.

5. Мемристоры и проекты нейрокомпьютеров на мемристорах. Модели мемристоров.

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).
   3. Комарцова, Л. Г. Нейрокомпьютеры: учеб. пособие для вузов / Л. Г. Комарцова, А. В. Максимов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 399 с. – (Сер. "Информатика в техническом университете"). - ISBN 5-7038-2554-7.
   4. 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).
   5. **Дополнительная литература**
2. 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.
3. Bernhard Schölkopf; John Platt; Thomas Hofmann, "A selective attention multi-chip system with dynamic synapses and spiking neurons," in Advances in Neural Information Processing Systems 19: Proceedings of the 2006 Conference , MITP, 2007
4. Fan Yang and M. Paindavoine, "Implementation of an RBF neural network on embedded systems: real-time face tracking and identity verification," in IEEE Transactions on Neural Networks, vol. 14, no. 5, pp. 1162-1175, Sept. 2003. doi: 10.1109/TNN.2003.816035
5. Holler, Tam, Castro and Benson, "An electrically trainable artificial neural network (ETANN) with 10240 'floating gate' synapses," International 1989 Joint Conference on Neural Networks, Washington, DC, USA, 1989, pp. 191-196 vol.2. doi: 10.1109/IJCNN.1989.118698
6. F. Akopyan et al., "TrueNorth: Design and Tool Flow of a 65 mW 1 Million Neuron Programmable Neurosynaptic Chip," in IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, vol. 34, no. 10, pp. 1537-1557, Oct. 2015. doi: 10.1109/TCAD.2015.2474396
   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  с 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.