Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Линник Оксана Владимировна
Должность: Руководитель СФТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 13.10.2023 15:47:50
Уникальный программный ключ:
d85fa2f259a0913da9b08299985891736420181f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Снежинский физико-технический институт –**
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
**(СФТИ НИЯУ МИФИ)**

«УТВЕРЖДАЮ»
Зам. руководителя по учебной
и научно-методической работе
П. О. Румянцев
«_____»_____ 20__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
ПРОГРАММИРОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ СТРУКТУР
наименование дисциплины

Направление подготовки ____01.04.02 «Прикладная математика и информатика»_____

Профиль подготовки _____«Математическое обеспечение компьютерных технологий»

Наименование образовательной программы:_____

Квалификация (степень) выпускника:____магистр_____
(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения_____очная_____
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

г. Снежинск,
2022 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины __*Программирование нейросетевых структур*__ является освоение студентами основных понятий и методов построения и анализа нейронных сетей и технологий для решения конкретных задач.

Задачи дисциплины: выработка у студентов системного подхода к решению задач на основе нейросетевых технологий; приобретение навыков анализа и синтеза при проектировании и разработке прикладных нейронных систем; приобретение практических умений и навыков поставить задачу исследования, построить модель системы или выполняемой ею операции, применить математические методы и вычислительные средства для получения искомых результатов, проанализировать указанные результаты; - ознакомить студентов с современной методологической базой нейросетевых технологий; - сформировать целостную систему знаний в области методики применения нейросетевого компьютерного моделирования; - изучение теоретических основ исследования систем организационного управления с помощью построения математических моделей операций, происходящих в этих системах; - изучение теоретических основ поиска решений на математических моделях.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Программирование нейронных сетей» относится к профессиональному циклу. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: математический анализ, алгебра и геометрия, дифференциальные уравнения, устойчивость и стабилизация линейных систем, математические модели в естествознании и методы их исследования.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать: типы нейронных сетей и их свойства
  методы построения нейросетевых архитектур
  основные нейросетевые пакеты
- уметь: разрабатывать нейросетевые архитектуры
  настраивать и обучать нейронные сети для решения конкретных задач
- владеть: приемами работы с нейросетевыми пакетами
  технологиями решения задач на нейросетях

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|---|---|
| УК-1 | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий |
| ОПК-1 | Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики |

| | |
|---|---|
| ОПК-4 | Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности |
| ПК-1 | Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива |
| ПК-2 | Способен к разработке и внедрению наукоемкого программного обеспечения, способствующего решению передовых задач науки и техники на основе современных математических методах и алгоритмах |
| ПК-3 | Способен развивать инновационный потенциал новых научных и научно-технологических разработок |
| ПК-6 | Способен к проектированию и разработке наукоемкого программного обеспечения на основе технического задания |
| ПК-7 | Способен управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта в области прикладной математики и информационных технологий |
| ПК-9 | Способен использовать современные информационные технологии в образовательной деятельности |
| ПК-10 | Способен осуществлять подготовку и переподготовку кадров в области прикладной математики и информационных технологий |

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Семестр | Трудоемкость, кредит | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | КСР, час. | СРС, час. | Форма контроля, Экз./зачет |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 4 | 144 | 24 | 24/24 | - | 54 | Экзамен/ КП |

Занятия в интерактивной форме составляют 18 часов от общего объёма аудиторных занятий. Общая трудоемкость дисциплины составляет ___4___ кредитов, ___144_____ часов.

| № п/п | Раздел учебной дисциплины | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | Аттестация раздела *(неделя, форма)* | Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)* | Максимальный балл за раздел * |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Лекции | Практ. занятия/ семинары | КСР | | | |
| **4 семестр** | | | | | | | | |
| 1 | Тема 1. Эволюция информационных систем. Компьютеры и Мозг. | 1-2 | 4 | 4/4 | | | | 5 |
| 2 | Тема 2. Обучение с учителем. Распознавание образов. Обучение | 3-4 | 4 | 4/4 | | | | 5 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | без учителя. Сжатие информации. | | | | | | | |
| 3 | Тема 3. Рекуррентные сети. Ассоциативная память. Нейросетевая оптимизация. | 5-6 | 4 | 4/4 | | | | 10 |
| 4 | Тема 4. Предобработка данных. Предсказание временных рядов. | 7-8 | 4 | 4/4 | | | | 10 |
| 5 | Тема 5. Извлечение правил. Анализ значимости входов. Предсказание рисков и рейтингование. | 9-10 | 4 | 4/4 | | | | 10 |
| 6 | Тема 6. Связь нейронных сетей с другими направлениями исследований | 11-12 | 4 | 4/4 | | | | 10 |
| Всего: | | | 24 | 24/24 | - | - | - | 50 |
| | Экзамен | | | | | | | 50 |
| | Итого за семестр: | | | | | | | 100 |

При сдаче отчетов и письменных работ проводится устное собеседование.

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Эволюция информационных систем. Компьютеры и Мозг.

Эволюция информационных систем. Отличие обработки информации в мозге и в современных компьютерах. Символьная и образная информация. Перспективы нейрокомпьютинга. Как начинался нейрокомпьютинг. Как выглядят современные нейрокомпьютеры. Нейрокомпьютеры и нейро-эмуляторы. Как и где используют нейрокомпьютинг. Основные парадигмы нейрокомпьютинга. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта. Анатомия нейросетей. Классификация нейро-архитектур.

Тема 2. Обучение с учителем. Распознавание образов. Обучение без учителя. Сжатие ин формации.

Персептроны. Прототипы задач: аппроксимация многомерных функций, классификация образов. Возможности персептронов. Обучение с обратным распространением ошибки. Эффект обобщения и переобучение. Оптимизация размеров сети: разрежение связей и конструктивные алгоритмы. Прототипы задач: кластеризация данных, анализ главных компонент, сжатие информации. Хеббовское обучение. Автоассоциативные сети. Конкурентное обучение. Сети Кохонена. Гибридные архитектуры нейронных сетей «без учителя». Сеть Кохонена.

Тема 3. Рекуррентные сети. Ассоциативная память. Нейросетевая оптимизация.

Сеть Хопфилда и спиновые стекла. Энергия и динамика сети. Ассоциативная память: запись и воспроизведение. Емкость памяти: термодинамический подход. Чувствительность к огрублениям и повреждениям связей. Повышение емкости памяти: разобучение. Запоминание последовательностей образов. Сеть Хопфилда с точки зрения теории информации. Выделение прототипов и предсказание новых классов. Комбинаторная оптимизация и NP-полные задачи. Сеть Хопфилда решает задачу коммивояжера. Метод имитации отжига. Оптимизация и сети Кохонена. Растущие нейронные сети. Другие "биологические " методы.

Тема 4. Предобработка данных. Предсказание временных рядов.

Как решаются конкретные задачи. Кодирование входов-выходов. Виды нормировки. Линейная предобработка входов. Понижение размерности и отбор наиболее значимых входов. Методика предсказания временных рядов. Специфика временных рядов. Как подбирать признаковое пространство. Выбор функционала ошибки. Норма прибыли нейросетевой игры на реальных данных

Тема 5. Извлечение правил. Анализ значимости входов. Предсказание рисков и рейтингование.

Искусственный интеллект, экспертные системы и нейронные сети. Извлечение правил из нейронных сетей. Алгоритм NeuroRule. Прореживание нейронных сетей. Обучение нейронных сетей с одновременным исправлением данных. Алгоритм TREPAN для извлечения деревьев решений с использованием нейронных сетей. Зачем нужны и какие бывают рейтинги.

Тема 6. Связь нейронных сетей с другими направлениями исследований

Нейронные сети и статистика. Нейронные сети и нечеткая логика. Нейронные сети и экспертные системы. Нейронные сети и статистическая физика.

### 4.3 Содержание (темы) практических занятий

Тема 1. Эволюция информационных систем. Компьютеры и Мозг.
Тема 2. Обучение с учителем. Распознавание образов. Обучение без учителя. Сжатие информации.
Тема 3. Рекуррентные сети. Ассоциативная память. Нейросетевая оптимизация.
Тема 4. Предобработка данных. Предсказание временных рядов.
Тема 5. Извлечение правил. Анализ значимости входов. Предсказание рисков и рейтингование
Тема 6. Связь нейронных сетей с другими направлениями исследований.

### Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

| **Методы и формы активизации деятельности** | **Виды учебной деятельности** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ЛК | Семинар | ЛБ | СРС |
| Дискуссия | x | x | | |
| *IT*-методы | x | | x | x |
| Командная работа | | x | x | x |
| Разбор кейсов | | x | | |
| Опережающая СРС | x | x | x | x |
| Индивидуальное обучение | | | x | x |
| Проблемное обучение | | x | x | x |
| Обучение на основе опыта | | x | x | x |

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

### 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)

**6.1. Текущая и опережающая СРС**, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе магистрантов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электрон-

ных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме магистерской диссертации;

- поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме курсовой работы;
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков;
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям;
- подготовке и защите курсовой работы;
- подготовке к экзамену.

6.1.1. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- история развития вычислительной техники за рубежом (США и Европа);
- история развития программного обеспечения за рубежом (США и Европа);
- современные методологии и информационные технологии, применяемые в области математического моделирования;
- системный подход к анализу и решению проблем, возникающих в процессе математического моделирования;
- учет специфики при моделировании открытых систем (синергия, самоорганизация).

**6.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)** направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала магистрантов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований;
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении схем и моделей на основе статистических материалов;
- выполнении расчетно-графических работ;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

## 7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)

Оценка успеваемости магистрантов осуществляется по результатам:

- самостоятельного (под контролем учебного мастера) выполнения лабораторной работы;
- взаимного рецензирования магистрантами работ друг друга;
- промежуточный анализ подготовленных магистрантами курсовых работ;
- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий, защите отчетов по лабораторным работам и во время экзамена в первом семестре (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) **основная литература**:


- Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов. – 4 изд., испр.– СПб.: Питер, 2015 – 944 с.


**б) дополнительная литература:**


- Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия - Телеком, 2002 – 384 с.
- Ахъяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учебное пособие.– 2 изд., испр.– М.: БИНОМ, 2011 – 316 с.
- Омату С. и др. Нейроуправление и его приложения. Кн. 2.– М.: Радиотехника, 2000 – 272 с.


**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

http://ibooks.ru/

http://e.lanbook.com/

http://www.biblio-online.ru/home;jsessionid=2e1f56dad5e63541356653818b3d?0
http://kuperbook.biblioclub.ru/
http://www.studentlibrary.ru/
http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы в рамках курса предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

1. Разбор задач и поиск их решения, доказательство формул и теорем. Занятия проводятся в интерактивной форме общения студентов между собой при поиске метода решения поставленной задачи и оформлении решения. Преподаватель обеспечивает консультационное сопровождение процесса поиска решения.

2. Вводная и обзорная лекции проводятся с применением мультимедийных средств обучения в виде презентации PowerPoint, с целью в наиболее сжатом концентрированном виде сделать обзор пройденного материала с указанием взаимосвязи между разделами дисциплины, освещением основных изученных подразделов, а также для формирования у студентов общего представления о месте дисциплины в общем перечне дисциплин ООП ВО 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» и о формируемых этой дисциплиной компетенциях.

3. Домашние задания выдаются преподавателем каждому студенту на каждом практическом занятии. Задание представляет собой номера задач и упражнений из сборника задач. Домашние задания сдаются преподавателю на проверку. Защита домашних заданий предусмотрена. Приём заданий возможен как в рукописном, так и в печатном виде.

4. Один раз в две недели преподавателем проводится текущая консультация. Вопросы можно задавать лично преподавателю в назначенное время.

## 1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Самостоятельная работа студентов составляет 13,33% от общего объёма занятий, предусмотренных рабочим учебным планом направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» .

Часы на самостоятельную работу распределяются равномерно на весь курс обучения. Разделы, выводимые на самостоятельное изучение в рамках лекционных и практических разделов, устанавливаются преподавателем на каждой неделе, в зависимости от скорости усвоения материала студентами. Темы для самостоятельного изучения оглашаются преподавателем в конце каждого занятия и заносятся студентами в график самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости проводится посредством проверки домашних заданий и конспекта текущей лекции.

Аттестация раздела проводится в виде контрольной работы. Максимальный балл за каждый раздел установлен п.4. настоящей рабочей программы.

## 2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Мультимедийная аудитория (Л225). Компьютерный класс, оснащённый компьютерами с выходом в Интернет, а также принтером, сканером, ксероксом:

- Core Dual 2,4 МГц - 15 шт.
- Принтер HP LJ P3005 DN - 1 шт.
- Сканер HP SJ 4370 – 1 шт.
- Ноутбук Samsung
- Проектор ASER X1260

## Фонды оценочных средств.

Темы докладов промежуточной аттестации по дисциплине.

1. Отличие обработки информации в мозге и в современных компьютерах.
2. Основные характеристики инструментальных средств, предназначенных для разработки интеллектуальных информационных систем.
3. Способы представления знаний.
4. Сравнение механизмов вывода в нейронных сетях и традиционных экспертных системах.
5. Технологические этапы разработки нейросетевых систем.
6. Представления знаний в нейросетевых системах.
7. Методы приобретения знаний нейронными сетями.
8. Методы обучения нейронных сетей.
9. Ассоциативная память в нейронных сетях.
10. Способы повышения эффективности работы нейронных сетей.
11. Свойства нейронных сетей.
12. Модели нейронных сетей.
13. Проблемы, возникающие при применении нейронных сетей.
14. Основные особенности генетических алгоритмов и их применение в нейросетевых системах.
15. Решение задач с использованием нейросетевых технологий.
16. Перспективы нейрокомпъютинга.
17. Нейрокомпьютеры и нейро-эмуляторы.
18. Основные парадигмы нейрокомпъютинга.
19. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта.
20. Анатомия нейросетей. Классификация нейро-архитектур
21. Персептроны.
22. Прототипы задач: аппроксимация многомерных функций, классификация образов.
23. Обучение с обратным распространением ошибки.
24. Оптимизация размеров сети: разрежение связей и конструктивные алгоритмы.
25. Хеббовское обучение. Автоассоциативные сети.
26. Сети Кохонена.
27. Гибридные архитектуры.
28. Сеть Хопфилда и спиновые стекла
29. Сеть Хопфилда , комбинаторная оптимизация и NP-полные задачи.
30. Искусственный интеллект, экспертные системы и нейронные сети.
31. Извлечение правил из нейронных сетей.
32. Обучение нейронных сетей с одновременным исправлением данных.

Примерные вопросы к зачету по дисциплине

1. Эволюция информационных систем.
2. Отличие обработки информации в мозге и в современных компьютерах.

3. Символьная и образная информация.
4. Перспективы нейрокомпъютинга.
5. Как начинался нейрокомпьютинг.
6. Как выглядят современные нейрокомпьютеры.
7. Нейрокомпьютеры и нейро-эмуляторы.
8. Основные парадигмы нейрокомпъютинга.
9. Основные направления исследований в области искусственного интеллекта.
10. Анатомия нейросетей. Классификация нейро-архитектур.
11. Персептроны. Прототипы задач: аппроксимация многомерных функций, классификация образов.
12. Возможности персептронов.
13. Обучение с обратным распространением ошибки.
14. Эффект обобщения и переобучение.
15. Оптимизация размеров сети: разрежение связей и конструктивные алгоритмы.
16. Прототипы задач: кластеризация данных, анализ главных компонент, сжатие информации.
17. Хеббовское обучение.
18. Автоассоциативные сети.
19. Конкурентное обучение.
20. Сети Кохонена.
21. Гибридные архитектуры.
22. Сеть Хопфилда и спиновые стекла.
23. Энергия и динамика сети.
24. Ассоциативная память: запись и воспроизведение.
25. Емкость памяти: термодинамический подход.
26. Чувствительность к огрублениям и повреждениям связей.
27. Повышение емкости памяти: разобучение.
28. Запоминание последовательностей образов.
29. Сеть Хопфилда с точки зрения теории информации.
30. Выделение прототипов и предсказание новых классов.
31. Комбинаторная оптимизация и NP-полные задачи.
32. Решение задачи коммивояжера на сети Хопфилда.
33. Метод имитации отжига.
34. Оптимизация и сети Кохонена.
35. Растущие нейронные сети.
36. Кодирование входов-выходов. Виды нормировки.
37. Линейная предобработка входов.
38. Понижение размерности и отбор наиболее значимых входов.
39. Методика предсказания временных рядов с использованием нейронных сетей.
40. Специфика временных рядов.
41. Выбор функционала ошибки.
42. Искусственный интеллект, экспертные системы и нейронные сети.
43. Извлечение правил из нейронных сетей. Алгоритм NeuroRule.
44. Прореживание нейронных сетей.
45. Обучение нейронных сетей с одновременным исправлением данных.
46. Алгоритм TREPAN для извлечения деревьев решений с использованием нейронных сетей.
47. Нейронные сети и статистика.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», ОС ВО НИЯУ МИФИ протокол № 21/11 от 27.07.2021 г.

Автор: доцент кафедры АИВС, к.т.н., Комоско В. В.

Рецензент

Программа одобрена на заседании кафедры АИВС 29 июня 2022 г., протокол № 12