**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«18» _____02_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В АНАЛИЗЕ ДАННЫХ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **01.04.02 Прикладная математика и информатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Компьютерное моделирование в задачах экологии и техносферной безопасности**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ)**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2022 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 14 | 14 | часов |
| Практические занятия | 28 | 28 | часов |
| Курсовая работа | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 84 | 84 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 4 |
| Курсовая работа | 4 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.02.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 74565

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Является ознакомление студентов с принципами функционирования нейрокомпьютерных сетей, освоение студентами методик обучения нейрокомпьютерных сетей, обучение студентов использованию теории нейрокомпьютерных сетей на практике. Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области нейросетевого моделирования технических и социально-экономических систем.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в применении методов проектирования и использования нейрокомпьютерных сетей, разработки на их основе ПО для решения практических задач.
2. Постановка задач и методам их решения с использованием современной вычислительной техники и программного обеспечения.
3. Свободное владение математическим аппаратом построения и выбора алгоритмов обучения нейронных сетей.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.03.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПК-1. Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива | ПК-1.1. Знает принципы проведения научных исследований | Из теории знает и понимает принципы нейронных сетей в анализе данных |
| | ПК-1.2. Умеет проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты | Из практического опыта умеет результативно проводить научные исследования в области нейронных сетей в анализе данных |
| | ПК-1.3. Владеет навыками проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива | Из теории и практического опыта применяет навыки проведения научных исследований в области нейронных сетей в анализе данных |

Согласована на портале № 74565

| | | |
|---|---|---|
| ПК-2. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач | ПК-2.1. Знает подходы к разработке и анализу концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач | Из теоретических знаний понимает подходы к разработке и анализу концептуальных и теоретических моделей нейронных сетей в анализе данных |
| | ПК-2.2. Умеет разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач | Из практического опыта может применять навыки разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей нейронных сетей в анализе данных |
| | ПК-2.3. Владеет навыками разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач | Из теории и практического опыта использует навыки для разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей нейронных сетей в анализе данных |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 4 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 60 | 60 |
| Лекционные занятия | 14 | 14 |
| Практические занятия | 28 | 28 |
| Курсовая работа | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 84 | 84 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 28 | 28 |
| Написание отчета по курсовой работе | 34 | 34 |
| Подготовка к тестированию | 22 | 22 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Курс. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | | | |

Согласована на портале № 74565

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 История появления нейронных сетей. Формальные нейроны искусственных нейронных сетей. Модели нейронов и методы их обучения | 4 | 8 | 18 | 30 | 60 | ПК-1, ПК-2 |
| 2 Правило Хебба. Дельта-правило. Адалин. Однослойная нейронная сеть. Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. Ассоциативные сети | 4 | 8 | | 24 | 36 | ПК-1, ПК-2 |
| 3 Рекуррентные сети на базе персептрона. Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. Вероятностная нейронная сеть | 6 | 12 | | 30 | 48 | ПК-1, ПК-2 |
| Итого за семестр | 14 | 28 | 18 | 84 | 144 | |
| Итого | 14 | 28 | 18 | 84 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |

Согласована на портале № 74565

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 История появления нейронных сетей. Формальные нейроны искусственных нейронных сетей. Модели нейронов и методы их обучения | А) Биологические основы функционирования нейрона. Первые модели нейронной сети. Прикладные возможности нейронных сетей. Определение искусственных нейронных сетей. Свойства биологических и искусственных нейронных сетей. Способы реализации нейросетей. Типы задач, решаемых нейронными сетями. Недостатки и ограничения нейронных сетей (НС). Основные определения для НС. Межнейронные связи. Искусственный нейрон. Архитектуры НС. Предварительный подбор архитектуры сети. Подбор оптимальной архитектуры сети. Методы наращивания сети. Подбор обучающих выборок. Добавление шума в обучающие выборки. Распознавание и классификация образов. Нейронная сеть для сжатия данных. Идентификация динамических объектов. Постановка задачи обучения НС. Классификация законов и способов обучения. Персептрон. Сигмоидальнйы нейрон. Нейрон типа «адалайн». Инстар и оутстар Гроссберга. Нейроны типа WTA. Модель нейрона Хебба. Стохастическая модель нейрона. “Проклятие размерности”. Избыточность входных данных. Генетические алгоритмы. Отбор входных данных для обучения сети с помощью генетических алгоритмов.<br>Б) В рамках курсовой работы необходимо выполнить следующие этапы: 1) Выбор темы; 2) Составление плана написания работы; 3) формулирование объекта и предмета исследований; 4) формулирование цели и задач исследования; 5) Поиск, подбор и изучение источников. | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 74565

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Правило Хебба. Дельта-правило. Адалин. Однослойная нейронная сеть. Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. Ассоциативные сети | А) Перцептронная сеть с обратной связью: структура сети RMLP, алгоритм обучения сети RMLP, подбор коэффициента обучения, коэффициент усиления сигнала. Рекуррентная сеть Элмана: структура сети, алгоритм обучения сети Элмана, обучение с учетом момента. Нейронные сети встречного распространения. Сети Кохонена. Обучение слоя Кохонена. Примеры обучения сети Кохонена. Применение сети Кохонена для сжатия данных. Слой Гроссбера: обучение слоя Гроссбера, модификации. Энергетическая функция корреляционных сетей. Нейронные сети PCA: математическое введение, определение первого главного элемента, алгоритм определения множества главных компонентов. Сети, использующие статистический подход. Метод «модельной закалки». Пример алгоритма минимизации функции. Машина Больцмана. Архитектура нейронной сети PNN. Пример модульной нейронной сети.<br>Б) В рамках курсовой работы необходимо выполнить следующие этапы: 1) поиск источников данных; 2) подготовка обучающей и тестовой выборок; 3) выбор архитектуры нейронной сети; 4) выбор метода обучения нейронной сети; 5) обучение нейронной сети; 6) проведение непосредственного исследования; 7) достижение сходимости алгоритма обучения и получения ожидаемой точности. | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 74565

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Рекуррентные сети на базе персептрона. Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. Вероятностная нейронная сеть | А) Математические основы. Радиальная нейронная сеть. Методы обучения радиальных нейронных сетей. Пример использования радиальной сети. Методы подбора количества базисных функций: эвристические методы, метод ортогонализации Грэма-Шмидта. Однослойная сеть. Многослойный персептрон. Структура персептронной сети. Алгоритм обратного распространения ошибки. Градиентные алгоритмы обучения сети: основные положения, алгоритм наискорейшего спуска, алгоритм переменной метрики, алгоритм Левенберга-Марквардта, алгоритм сопряженных градиентов. Подбор коэффициента обучения. Методы инициализации весов. Линейный ассоциатор. Закон обучения Хебба. Рекуррентные ассоциативные сети. Сеть Хопфилда. Алгоритм функционирования сети Хопфилда, емкость памяти. Сеть “Brain State in a Box”. Двунаправленная ассоциативная память. Стохастическое обучение. Машина Больцмана.<br>Б) В рамках курсовой работы необходимо выполнить следующие этапы: 1) составление отчета о проделанной работе; 2) процесс оформления курсовой; 3) Создание презентации на защиту; 4) согласование отчета и презентации у руководителя; 5) защита курсовой. | 6 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| | Итого за семестр | 14 | |
| | Итого | 14 | |

### 5.3. Контрольные работы

Не предусмотрено учебным планом

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |

Согласована на портале № 74565

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 История появления нейронных сетей. Формальные нейроны искусственных нейронных сетей. Модели нейронов и методы их обучения | Изучение программных продуктов, реализующих нейронные сети. Изучение методов обучения нейронной сети для однослойной нейронной сети типа перцептрон. | 8 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 8 | |
| 2 Правило Хебба. Дельта-правило. Адалин. Однослойная нейронная сеть. Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. Ассоциативные сети | Исследование самоорганизующихся сетей Кохонена. Исследование вероятностной нейронной сети | 8 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Рекуррентные сети на базе персептрона. Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. Вероятностная нейронная сеть | Изучение методов обучения нейронной сети для многослойной нейронной сети типа перцептрон. Исследование сети Хопфилда | 12 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 12 | |
| | Итого за семестр | 28 | |
| | Итого | 28 | |

### 5.6. Курсовая работа

Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость, а также формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость в рамках выполнения курсовой работы

| Содержание самостоятельной работы в рамках выполнения курсовой работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **4 семестр** | | |
| 1. Что такое нейронные сети;<br>2. Область применения нейронных сетей;<br>3. Основа разработки нейронных сетейю | 18 | ПК-1, ПК-2 |
| Итого за семестр | 18 | |
| Итого | 18 | |

Примерная тематика курсовых работ:

1. Изучение программных продуктов, реализующих нейронные сети
2. Изучение методов обучения нейронной сети для однослойной нейронной сети типа перцептрон
3. Изучение методов обучения нейронной сети для многослойной нейронной сети типа перцептрон
4. Исследование сети Хопфилда
5. Исследование самоорганизующихся сетей Кохонена
6. Исследование вероятностной нейронной сети.
7. Исследование сверточной нейронной сети

### 5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Согласована на портале № 74565

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | |
| 1 История появления нейронных сетей. Формальные нейроны искусственных нейронных сетей. Модели нейронов и методы их обучения | Подготовка к зачету с оценкой | 10 | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Написание отчета по курсовой работе | 10 | ПК-1, ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 10 | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 30 | | |
| 2 Правило Хебба. Дельта-правило. Адалин. Однослойная нейронная сеть. Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. Ассоциативные сети | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Написание отчета по курсовой работе | 12 | ПК-1, ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 24 | | |
| 3 Рекуррентные сети на базе персептрона. Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. Вероятностная нейронная сеть | Подготовка к зачету с оценкой | 12 | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Написание отчета по курсовой работе | 12 | ПК-1, ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 30 | | |
| Итого за семестр | | 84 | | |
| Итого | | 84 | | |

### 5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Курс. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-1 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Курсовая работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование |
| ПК-2 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Курсовая работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование |

Согласована на портале № 74565

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Галушкин, А. И. Нейронные сети: основы теории / А. И. Галушкин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 496 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111043.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Шматов, Г. П. Нейронные сети и генетический алгоритм : учебное пособие / Г. П. Шматов. — Тверь : ТвГТУ, 2019. — 200 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/171312.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Нейронные сети и методы искусственного интеллекта в робототехнике: Методические указания к практическим, лабораторным работам и организации самостоятельной работы для студентов технических специальностей / Ю. О. Лобода - 2022. 20 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10230.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ),

Согласована на портале № 74565

помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 435 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Рабочая станция Aquarius Pro P30S79 Intel Core i7/4 Гб;
- RAM/500Гб HDD/LAN (10 шт.);
- Проектор ACER X125H DLP;
- Кондиционер;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Word Viewer;
- Notepad++;
- Scilab;

Учебная вычислительная лаборатория / Лаборатория ГПО "Алгоритм": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 439 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Рабочие станции Intel Celeron 1.7 (10 шт.);
- Проектор Acer X125H DLP;
- Экран проектора;
- Видеокамера (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Notepad++;
- Scilab;

Учебная вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 435 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Рабочая станция Aquarius Pro P30S79 Intel Core i7/4 Гб;
- RAM/500Гб HDD/LAN (10 шт.);
- Проектор ACER X125H DLP;
- Кондиционер;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Blender;
- Code::Blocks;
- Far Manager;

Согласована на портале № 74565

- Maxima;
- Microsoft Excel Viewer;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Visual Studio 2013 Professional;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- NetBeans IDE;
- Notepad++;
- Scilab;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для курсовой работы

Учебная вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 435 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Рабочая станция Aquarius Pro P30S79 Intel Core i7/4 Гб;
- RAM/500Гб HDD/LAN (10 шт.);
- Проектор ACER X125H DLP;
- Кондиционер;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Code::Blocks;
- Far Manager;
- Microsoft Excel Viewer;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Visual Studio 2013 Professional;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Microsoft Word Viewer;
- NetBeans IDE;
- Scilab;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 74565

### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 История появления нейронных сетей. Формальные нейроны искусственных нейронных сетей. Модели нейронов и методы их обучения | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Правило Хебба. Дельта-правило. Адалин. Однослойная нейронная сеть. Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. Ассоциативные сети | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Рекуррентные сети на базе персептрона. Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. Вероятностная нейронная сеть | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Согласована на портале № 74565

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 74565

1. Сетью без обратных связей называется сеть, все слои которой соединены иерархически; 1) у которой нет синаптических связей, 2) идущих от выхода некоторого нейрона к входам этого же нейрона или нейрона из предыдущего слоя; 3) у которой есть синаптические связи
2. Какие сети характеризуются отсутствием памяти? 1) однослойные; многослойные; 2) с обратными связями; 3) без обратных связей
3. Входом персептрона являются: 1) вектор, состоящий из действительных чисел; 2) значения 0 и 1; 3) вектор, состоящий из нулей и единиц; 4) вся действительная ось (-?;+?)
4. Теорема о двухслойности персептрона утверждает, что: 1) в любом многослойном персептроне могут обучаться только два слоя; 2) способностью к обучению обладают персептроны, имеющие не более двух слоев; 3) любой многослойный персептрон может быть представлен в виде двухслойного персептрона
5. Обучением называют: 1) процедуру вычисления пороговых значений для функций активации; 2) процедуру подстройки сигналов нейронов; 3) процедуру подстройки весовых значений
6. Нейронная сеть является обученной, если: 1) при подаче на вход некоторого вектора сеть будет выдавать ответ, к какому классу векторов он принадлежит; 2) при запуске обучающих входов она выдает соответствующие обучающие выходы; 3) алгоритм обучения завершил свою работу и не зациклился
7. Подаем на вход персептрона вектор a. В каком случае весовые значения нужно уменьшать? 1) всегда, когда на выходе 1; 2) если на выходе 1, а нужно 0; 3) если сигнал персептрона не совпадает с нужным ответом; 4) если на выходе 0, а нужно 1
8. Алгоритм обратного распространения заканчивает свою работу, когда: величина ? 1) становится ниже заданного порога; 2) величина w для каждого нейрона становится ниже заданного порога; 3) сигнал ошибки становится ниже заданного порога
9. Метод импульса заключается в: 1) использовании производных второго порядка; 2) добавлении к коррекции веса значения, пропорционального величине предыдущего изменения веса; 3) умножении коррекции веса на значение, пропорциональное величине предыдущего изменения веса
10. Паралич сети может наступить, когда: 1) весовые значения становятся очень большими; 2) размер шага становится очень большой; 3) размер шага становится очень маленький; 4) весовые значения становятся очень маленькими

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Если сеть имеет очень большое число нейронов в скрытых слоях, то: 1) время, необходимое на обучение сети, минимально; 2) возможно переобучение сети; 3) сеть может оказаться недостаточно гибкой для решения поставленной задачи
2. Дискриминантной функцией называется: 1) активационная функция, используемая в многослойном персептроне; 2) функция, моделирующая пространство решений данной задачи; 3) функция, равная единице в той области пространства объектов, где располагаются объекты из нужного класса, и равная нулю вне этой области
3. При методе кросс-проверки считается, что множество обучающихся пар корректно разделено на две части, если: 1) ошибка сети на обучающем множестве убывает быстрее, чем на контрольном множестве; 2) в начале работы ошибки сети на обучающем и контрольном множествах существенно отличаются; 3) в начале работы ошибки сети на обучающем и контрольном множествах практически не отличались
4. Если сеть содержит два промежуточных слоя, то она моделирует: 1) по одной выпуклой «взвешенности» для каждого скрытого элемента первого слоя; 2) по одному «сигмовидному склону» для каждого скрытого элемента; 3) по одной выпуклой «взвешенности» для каждого скрытого элемента второго слоя; 4) одну выпуклую «взвешенность»
5. Механизм контрольной кросс-проверки заключается в: 1) циклическом использовании множества обучающих пар; 2) разделении множества обучающих пар на две части для поочередного запуска алгоритма обратного распространения то на одной, то на другой части; 3) резервировании части обучающих пар и использовании их для независимого контроля процесса обучения
6. Если в алгоритме обучения сети встречного распространения на вход сети подается

Согласована на портале № 74565

вектор x, то желаемым выходом является: 1) вектор y, являющийся эталоном для всех векторов, сходных с вектором x; 2) двоичный вектор, интерпретирующий номер класса, которому принадлежит вектор x; 3) сам вектор x

7. «Победителем» считается нейрон Кохонена 1) с максимальным значением величины NET; 2) с минимальным значением величины NET; 3) с минимальным значением величины OUT; 4) с максимальным значением величины OUT
8. Если данный нейрон Кохонена является «победителем», то его значение OUT; 1) является максимальным среди всех значений OUT нейронов слоя Кохонена; 2) равно нулю; 3) равно единице
9. Метод аккредитации заключается в: 1) активировании двух нейронов, имеющих наибольшее и наименьшее значения NET; 2) активировании группы нейронов Кохонена, имеющих максимальные значения NET; 3) активировании лишь одного нейрона Кохонена, имеющего наибольшее значение NET
10. Стратегия избежания локальных минимумов при сохранении стабильности заключается в: 1) достаточно больших изменениях весовых значений; 2) больших начальных шагах изменения весовых значений и постепенном уменьшении этих шагов; 3) малых начальных шагах изменения весовых значений и постепенном увеличении этих шагов; достаточно малых изменениях весовых значений

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы

1. Какова роль искусственной температуры при Больцмановском обучении? 1) для регулирования скорости сходимости алгоритма обучения; 2) при снижении температуры 3) вероятно возможными становятся более маленькие изменения
2. Сеть Хопфилда заменяется на сеть Хэмминга, если: 1) необходимо ускорить время сходимости сети; 2) необходимо повысить число запомненных образцов; 3) необходимо обеспечить устойчивость сети; 4) нет необходимости, чтобы сеть в явном виде выдавала запомненный образец
3. Какими должны быть весовые значения тормозящих синаптических связей? 1) равными величинами из интервала (-1/n,0), где n — число нейронов в одном слое; 2) небольшими положительными числами; 3) случайными отрицательными числами
4. Метод отказа от симметрии синапсов позволяет: 1) достигнуть максимальной емкости памяти; 2) обеспечить устойчивость сети; 3) избежать локальных минимумов
5. Метод машины Больцмана позволяет сети Хопфилда: 1) избежать локальных минимумов; ускорить процесс обучения; 2) избежать сетевого паралича. Какой тип обучения можно использовать при обучении неокогнитрона? 3) «обучение без учителя»; 4) «обучение с учителем»; активный
6. Обучение персептрона считается законченным, когда: 1) ошибка выхода становится достаточно малой; 2) достигнута достаточно точная аппроксимация заданной функции; 3) по одному разу запущены все вектора обучающего множества
7. Алгоритм обучения персептрона является: 1) алгоритмом «обучения с учителем»; 2) алгоритмом «обучения без учителя»; 3) комбинированный
8. Запускаем обучающий вектор X. В каком случае весовые значения не нужно изменять? 1) если на выходе сеть даст 1; 2) если на выходе сеть даст 0; 3) если сигнал персептрона совпадает с правильным ответом
9. Можем ли мы за конечное число шагов после запуска алгоритма обучения персептрона сказать, что персептрон не может обучиться данной задаче? 1) нет; 2) да; 3) в зависимости от задачи
10. Сигналом ошибки данного выходного нейрона называется: 1) разность между выходом нейрона и его целевым значением; 2) производная активационной функции; 3) величина OUT для нейрона, подающего сигнал на данный выходной нейрон
11. Метод ускорения сходимости заключается в: 1) умножении коррекции веса на значение, пропорциональное величине предыдущего изменения веса; 2) использовании производных второго порядка; 3) добавлении к коррекции веса значения, пропорционального величине предыдущего изменения веса
12. Если два образца сильно похожи, то: 1) они могут объединиться в один образец; 2) они могут вызывать перекрестные ассоциации; 3) они могут нарушать устойчивость сети
13. Отсутствие обратных связей гарантирует: 1) устойчивость сети; 2) сходимость алгоритма

Согласована на портале № 74565

обучения; 3) возможность аппроксимировать данную функцию

14. В алгоритме обучения обобщенной машины Больцмана вычисление закрепленных вероятностей начинается после: 1) запуска каждой обучающей пары; 2) конечного числа запусков сети с некоторого случайного значения; 3) после запуска всех обучающих пар; 4) после однократного запуска сети с некоторого случайного значения
15. Если входной вектор соответствует одному из запомненных образов, то: 1) выходом распознающего слоя является соответствующий запомненный образец; 2) в распознающем слое возбуждается один нейрон; 3) срабатывает блок сброса

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых работ

1. Изучение программных продуктов, реализующих нейронные сети
2. Изучение методов обучения нейронной сети для однослойной нейронной сети типа перцептрон
3. Изучение методов обучения нейронной сети для многослойной нейронной сети типа перцептрон
4. Исследование сети Хопфилда
5. Исследование самоорганизующихся сетей Кохонена
6. Исследование вероятностной нейронной сети.
7. Исследование сверточной нейронной сети

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

## 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|

Согласована на портале № 74565

| | | |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 74565

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ
протокол № 78 от «16» 2 2022 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ | В.И. Туев | Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8 |
| Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ | В.И. Туев | Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |
| Декан ЗиВФ | И.В. Осипов | Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. РЭТЭМ | Н.Н. Несмелова | Согласовано, eebb9cff-fbf0-4a31-a395-8ca66c97e745 |
| Доцент, каф. РЭТЭМ | В.С. Солдаткин | Согласовано, 20f9f21b-db84-4e42-8e40-98cd2ddd9cbe |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. РЭТЭМ | М.Ю. Катаев | Разработано, 929f34b8-0cef-484f-b3aa-9d71c10f8183 |

Согласована на портале № 74565