**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Обработка и анализ данных с помощью нейронных сетей**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **01.04.02 Прикладная математика и информатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | 36 | 36 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 126 | 126 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 180 | 180 | часов |
| 6 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е. |

Дифференцированный зачет: 4 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 31054

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от «17» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного 28.08.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

д.т.н., профессор каф. АСУ _____ М. Ю. Катаев

Заведующий обеспечивающей каф. АСУ _____ А. М. Кориков

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФСУ _____ П. В. Сенченко

Заведующий выпускающей каф. АСУ _____ А. М. Кориков

Эксперты:

Заведующий кафедрой автоматизированных систем управления (АСУ) _____ А. М. Кориков

Доцент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ) _____ А. И. Исакова

Согласована на портале № 31054

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

преподавания дисциплины 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

– 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. Курс нейрокомпьютерных сетей в большей мере ориентируется на задачи прикладного характера, удовлетворяющий современным потребностям. В связи с этим особое внимание уделяется проблемам постановки задач и методам их решения с использованием современной вычислительной техники и программного обеспечения.

– В результате изучения курса студенты должны свободно владеть математическим аппаратом построения и выбора алгоритмов обучения нейронных сетей.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Обработка и анализ данных с помощью нейронных сетей» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Алгоритмы и анализ их сложности, Архитектура вычислительных комплексов, Дискретные и вероятностные математические модели, Математическое моделирование, Методы и алгоритмы параллельного программирования, Методы планирования эксперимента, Непрерывные математические модели.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

– ОПК-2 готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия;

– ПК-1 способностью проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива;

– ПК-2 способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** классические и неклассические подходы к построению нейронных сетей; методы построения устойчивых алгоритмов обучения нейронных сетей.

– **уметь** пользоваться разработанными моделями нейронных сетей для формализации и решения различных технических и социально-экономических задач.

– **владеть** математическим аппаратом построения устойчивых моделей нейронных сетей; Навыками программирования на языках высокого уровня, а также работы в математических пакетах Matlab, NeuroSolution.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 4 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 |

Согласована на портале № 31054

| | | |
|---|---|---|
| Лекции | 18 | 18 |
| Лабораторные работы | 36 | 36 |
| Самостоятельная работа (всего) | 126 | 126 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 56 | 56 |
| Проработка лекционного материала | 70 | 70 |
| Всего (без экзамена) | 180 | 180 |
| Общая трудоемкость, ч | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы | 5.0 | 5.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | | | |
| 1 История появления нейронных сетей. Формальные нейроны искусственных нейронных сетей. Модели нейронов и методы их обучения. | 6 | 12 | 30 | 48 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 |
| 2 Правило Хебба. Дельта-правило. Адалин. Однослойная нейронная сеть. Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. | 6 | 12 | 45 | 63 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 |
| 3 Рекуррентные сети на базе перцептрона. Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. Вероятностная нейронная сеть. | 6 | 12 | 51 | 69 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 |
| Итого за семестр | 18 | 36 | 126 | 180 | |
| Итого | 18 | 36 | 126 | 180 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (по лекциям) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | |
| 1 История появления нейронных сетей. Формальные нейроны искусственных | Биологические основы функционирования нейрона. Первые модели нейронной сети. Прикладные возможности нейронных сетей. Определение искусственных нейронных сетей. Свойства биологи- | 6 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 |

Согласована на портале № 31054

| | | | |
|---|---|---|---|
| нейронных сетей. Модели нейронов и методы их обучения. | ческих 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. Стахостическая модель нейрона. “Проклятие размерности”. Избыточность входных данных. Генетические алгоритмы. Отбор входных данных для обучения сети с помощью генетических алгоритмов. | | |
| | Итого | 6 | |
| 2 Правило Хебба. Дельта-правило. Адалин. Однослойная нейронная сеть. Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. | 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 перцептрон. Структура перцептронной 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. | 6 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Рекуррентные сети на базе перцептрона. Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. Вероятностная нейронная сеть. | Перцептронная сеть с обратной связью: структура сети RMLP, алгоритм обучения сети RMLP, подбор коэффициентаобучения, 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, модифика- | 6 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 |

Согласована на портале № 31054

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ции. Энергетическая функция корреляционных сетей. Нейронные сети РСА: 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. | | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Предшествующие дисциплины | | | |
| 1 Алгоритмы и анализ их сложности | + | | |
| 2 Архитектура вычислительных комплексов | + | + | + |
| 3 Дискретные и вероятностные математические модели | | + | |
| 4 Математическое моделирование | | + | |
| 5 Методы и алгоритмы параллельного программирования | | | + |
| 6 Методы планирования эксперимента | | + | |
| 7 Непрерывные математические модели | | | + |
| Последующие дисциплины | | | |
| 1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты | + | + | + |
| 2 Преддипломная практика | + | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |

Согласована на портале № 31054

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ОК-1 | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ОПК-2 | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-1 | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-2 | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | |
| 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 дляоднослойной нейронной сети типа перцептрон. | 12 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 12 | |
| 2 Правило Хебба. Дельта-правило. Адалин. Однослойная нейронная сеть. Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. | Изучение методов обучения нейронной сети для многослойной нейронной сети типа перцептрон. Исследование сети Хопфилда. | 12 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 12 | |
| 3 Рекуррентные сети на базе перцептрона. Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. Вероятностная нейронная сеть. | Исследование самоорганизующихся сетей Кохонена. Исследование вероятностной нейронной сети. | 12 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 36 | |

Согласована на портале № 31054

## 8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП.

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | 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. | Проработка лекционного материала | 15 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 | Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 15 | | |
| | Итого | 30 | | |
| 2 Правило Хебба. Дельта-правило. Адалин. Однослойная нейронная сеть. Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. | Проработка лекционного материала | 30 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 15 | | |
| | Итого | 45 | | |
| 3 Рекуррентные сети на базе перцептрона. Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. Вероятностная нейронная сеть. | Проработка лекционного материала | 25 | ОК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2 | Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 26 | | |
| | Итого | 51 | | |
| Итого за семестр | | 126 | | |
| Итого | | 126 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | | |
| Опрос на занятиях | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Отчет по индивидуальному заданию | 4 | 4 | 4 | 12 |

Согласована на портале № 31054

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Отчет по лабораторной работе | 18 | 16 | 18 | 52 |
| Собеседование | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Тест | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Итого максимум за период | 34 | 32 | 34 | 100 |
| Нарастающим итогом | 34 | 66 | 100 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Усков, А.А. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика / А. А. Усков, А. В. Кузьмин. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 143 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Комашинский, В.И. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи : Монография / В. И. Комашинский, Д. А. Смирнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2003. - 93 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Нейрокомпьютеры в остаточных классах : Учебное пособие для вузов / Н. И. Червяков [и др.] ; ред. : А. И. Галушкин, Н. И. Червяков. - М. : Радиотехника, 2003. - 270 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

2. Зозуля, Ю.И. Интеллектуальные нейросистемы / Ю. И. Зозуля. - М. : Радиотехника, 2003. - 143 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

Согласована на портале № 31054

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Катаев М.Ю. Обработка и анализ данных с помощью нейронных сетей. Методические указания по лабораторным работам, самостоятельной и индивидуальной работе магистров всех форм обучения направления 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» / М.Ю. Катаев. – Томск: ТУСУР, 2016. – 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d15a/ (дата обращения: 28.06.2018).
2. Катаев М.Ю. Обработка и анализ данных с помощью нейронных сетей. Методические указания по лабораторным работам, самостоятельной и индивидуальной работе магистров / М.Ю. Катаев. – Томск: ТУСУР, 2016. – 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://af.tusur.ru/learning/090401p/d15/ (дата обращения: 28.06.2018).

#### 12.3.2. 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.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. www.elibrary.ru
2. Доступ свободный.
3. zbMATH – самая полная математическая база данных, охватывающая материалы с конца 19 века. zbMath содержит около 4 000 000 документов, из более 3 000 журналов и 170 000 книг по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др. zbmath.org. Доступ свободный

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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

Согласована на портале № 31054

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
– Far Manager
– Java
– Java SE Development Kit
– Microsoft PowerPoint Viewer
– Microsoft Visual Studio 2013 Professional
– Microsoft Word Viewer
– Scilab

**13.1.3. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

**13.2. 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 зрениями** предусмотрено использование в

Согласована на портале № 31054

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.

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

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1. Сетью без обратных связей называется сеть

а. все слои которой соединены иерархически

б. у которой нет синаптических связей, идущих от выхода некоторого нейрона к входам этого же нейрона или нейрона из предыдущего слоя

в. у которой есть синаптические связи

2. Какие сети характеризуются отсутствием памяти?

а. Однослойные

б. многослойные

в. с обратными связями

г. без обратных связей

3. Входом персептрона являются:

а. вектор, состоящий из действительных чисел

б. значения 0 и 1

в. вектор, состоящий из нулей и единиц

г. вся действительная ось

4. Теорема о двухслойности персептрона утверждает, что:

а. в любом многослойном персептроне могут обучаться только два слоя

б. способностью к обучению обладают персептроны, имеющие не более двух слоев

в. любой многослойный персептрон может быть представлен в виде двухслойного персептрона

5. Обучением называют:

а. процедуру вычисления пороговых значений для функций активации

б. процедуру подстройки сигналов нейронов

в. процедуру подстройки весовых значений

г. процедуру генерации весовых значений

6. Нейронная сеть является обученной, если:

а. при подаче на вход некоторого вектора сеть будет выдавать ответ, к какому классу векторов он принадлежит

б. при запуске обучающих входов она выдает соответствующие обучающие выходы

в. алгоритм обучения завершил свою работу и не зациклился

7. Подаем на вход персептрона вектор а. В каком случае весовые значения нужно уменьшать?

а. всегда, когда на выходе 1

б. если на выходе 1, а нужно 0

в. если сигнал персептрона не совпадает с нужным ответом

г. если на выходе 0, а нужно 1

8. Алгоритм обратного распространения заканчивает свою работу, когда:

а. величина w становится ниже заданного порога

б. величина w для каждого нейрона становится ниже заданного порога

в. сигнал ошибки становится ниже заданного порога

9.`Метод импульса заключается в:

Согласована на портале № 31054

а. использовании производных второго порядка

б. добавлении к коррекции веса значения, пропорционального величине предыдущего изменения веса

в. умножении коррекции веса на значение, пропорциональное величине предыдущего изменения веса

10. Паралич сети может наступить, когда:

а. весовые значения становятся очень большими

б. размер шага становится очень большой

в. размер шага становится очень маленький

г. весовые значения становятся очень маленькими

11. Если сеть имеет очень большое число нейронов в скрытых слоях, то:

а. время, необходимое на обучение сети, минимально

б. возможно переобучение сети

в. сеть может оказаться недостаточно гибкой для решения поставленной задачи

12. Дискриминантной функцией называется:

а. активационная функция, используемая в многослойном персептроне

б. функция, моделирующая пространство решений данной задачи

в. функция, равная единице в той области пространства объектов, где располагаются объекты из нужного класса, и равная нулю вне этой области

13. При методе кросс-проверки считается, что множество обучающихся пар корректно разделено на две части, если:

а. ошибка сети на обучающем множестве убывает быстрее, чем на контрольном множестве

б. в начале работы ошибки сети на обучающем и контрольном множествах существенно отличаются

в. в начале работы ошибки сети на обучающем и контрольном множествах практически не отличались

14. Если сеть содержит два промежуточных слоя, то она моделирует:

а. по одной выпуклой «взвешенности» для каждого скрытого элемента первого слоя

б. по одному «сигмовидному склону» для каждого скрытого элемента

в. по одной выпуклой «взвешенности» для каждого скрытого элемента второго слоя одну выпуклую «взвешенность»

15. Механизм контрольной кросс-проверки заключается в:

а. циклическом использовании множества обучающих пар

б. разделении множества обучающих пар на две части для поочередного запуска алгоритма обратного распространения то на одной, то на другой части

в. резервировании части обучающих пар и использовании их для независимого контроля процесса обучения

16. Если в алгоритме обучения сети встречного распространения на вход сети подается вектор x, то желаемым выходом является

а. вектор y, являющийся эталоном для всех векторов, сходных с вектором x

б. двоичный вектор, интерпритирующий номер класса, которому принадлежит вектор x

в. сам вектор x

17. «Победителем» считается нейрон Кохонена

а. с максимальным значением величины NET

б. с минимальным значением величины NET

в. с минимальным значением величины OUT

г. с максимальным значением величины OUT

18. Если данный нейрон Кохонена является «победителем», то его значение OUT

а. является максимальным среди всех значений OUT нейронов слоя Кохонена

б. равно нулю

в. равно единице

19. Метод аккредитации заключается в:

а. активировании двух нейронов, имеющих наибольшее и наименьшее значения NET

б. активировании группы нейронов Кохонена, имеющих максимальные значения NET

Согласована на портале № 31054

в. активировании лишь одного нейрона Кохонена, имеющего наибольшее значение NET

20. В статистических алгоритмах обучения величина изменения синоптической связи между двумя нейронами зависит:

а. от разности между реальным и желаемым выходами нейрона

б. от уровня возбуждения пресиноптического нейрона

в. от уровня возбуждения постсиноптического нейрона

г. изменяется случайным образом

### 14.1.2. Темы опросов на занятиях

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 перцептрон. Структура перцептронной 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.

### 14.1.3. Вопросы на собеседование

Основные архитектуры и виды нейронный сетей: слоистые, полносвязные, сигмоидные, монотонные.

Нейронные сети с учителем и без учителя.

Нейронные сети: Хопфилда, Кохонена.

Элементы нейросетей: синапс или линейная связь,

Элементы нейросетей: нелинейный элемент или функция активации,

Элементы нейросетей: точка ветвления.

Элементы нейросетей: сумматор - простой, адаптивный,неоднородный, квадратичный.

Биологический нейрон

Режимы работы нейросетей (операции с нейросетями)

Типы нелинейных функций.

Входные и выходные сигналы, функционирование, обучение, тестирование, оценивание.

Обучение и оптимизация.

Методы обучения: градиентный, случайный, квазиньютоновский и сопряженных градиентов, одномерная и многомерная оптимизация.

Обучаемые нейросети. Обучение по примерам (обучающей выборке).

Преимущества, проблемы и особенности обучения по примерам.

Предобработка, ее виды: Перемасштабирование, Нормализация, Стандартизация.

Задачи для нейросетей: задачи математические и прикладные.

Оценка работы нейронной сети.

Архитектуры нейроимитаторов: элементы нейрокомпьютера или нейроимитатора.

Постановка задачи для обучения НС.

Методика сбора и организации данных.

Аппроксимация и основные теоремы: Вейерштрасса, Стоуна, обобщенная.

### 14.1.4. Темы индивидуальных заданий

Введение в нейроинформатику.

Опишите достоинства нейрокомпьютеров перед классическими ЭВМ.

Основные понятия искусственных нейронных сетей: синапс, стандартный формальный нейрон, искусственная нейронная сеть (ИНС).

Лемма о классе функций, вычислимых с помощью нейронных сетей.

Основные теоремы нейроинформатики.

Формулировка теоремы Колмогорова о представимости функции многих переменных.

Формулировка обобщенной теоремы Стоуна-Вейрштрасса.

Постановка и решение задач в нейроинформатике.

Согласована на портале № 31054

Постановка частичной задачи обучения ИНС.
Перечислите основные классы алгоритмов для решения задачи обучения ИНС.
Определение целевой функции в задаче обучения ИНС.
Стандартные архитектуры искусственных нейронных сетей
Персептрон Розенблатта, принципы функционирования и обучения.
Карта самоорганизации Кохоннена.
Формулы функционирования нейронной сети Хопфилда.

### 14.1.5. Темы лабораторных работ

Изучение программных продуктов, реализующих нейронные сети. Изучение методов обучения нейронной сети для

однослойной нейронной сети типа перцептрон.

Изучение методов обучения нейронной сети для многослойной нейронной сети типа перцептрон. Исследование сети Хопфилда.

Исследование самоорганизующихся сетей Кохонена. Исследование вероятностной нейронной сети.

### 14.1.6. Вопросы дифференцированного зачета

Сеть Кохонена, Обучение сети Кохонена. Метод динамических ядер;
Сети Хопфилда, Функционирование сети;
Ортогональные сети;
Краткий обзор нейронных сетей;
Нейрон ;
Различимость входных данных, Классификация компонентов входных данных;
Оценка способности нейронной сети решить задачу;
Оценка константы Липшица сети;
Нелинейный сигмоидный преобразователь;
Адаптивный сумматор;
Предобработка, облегчающая обучение;
Конструирование нейронных сетей;
Элементы нейронной сети;
Функционирование нейронной сети;
Методы построения двойственных сетей;
Правила остановки работы сети;
Архитектуры сетей;
Модификация синаптической карты (обучение);
Примеры сетейи алгоритмов их обучения;
Персептрон Розенблатта;
Оценка обучающего множества. Вес примера;
Глобальные и локальные оценки;
Задача обучения сети, Описание алгоритмов обучения;
Неградиентные методы обучения (Метод случайной стрельбы, Метод покоординатного спуска, Подбор оптимального шага, Метод случайного поиска, Метод Нелдера-Мида);
Градиентные методы обучения (Метод наискорейшего спуска, Квазиньютоновские методы);
Упрощение архитектуры нейронной сети;
Уменьшение числа входных сигналов;
Сведение параметров нейронной сети к выделенным значениям;
Определение персептрона;
Обучение персептрона.
Правило Хебба.

## 14.2. 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 14.

Согласована на портале № 31054

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. 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 № 31054