**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
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Обработка и анализ данных с помощью нейронных сетей

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение вычислительных машин, систем и компьютерных сетей**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | 54 | 54 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 72 | 72 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 144 | 144 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 216 | 216 | часов |
| 6 | Общая трудоемкость | 216 | 216 | часов |
| | | 6.0 | 6.0 | З.Е. |

Дифференцированный зачет: 4 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 32119

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) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. АСУ | _____ | А. К. Лукьянов |
| 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 № 32119

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

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

– Приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в применении методов проектирования и использования нейрокомпьютерных сетей.

– Разработка на их основе ПО для решения практических задач.

– Постановка задач, прикладного характера, удовлетворяющих современным потребностям, и нахождение методов их решения с использованием современной вычислительной техники и программного обеспечения.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Обработка и анализ данных с помощью нейронных сетей» (Б1.В.ДВ.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Вычислительные системы, Современные проблемы информатики и вычислительной техники, Современные средства программирования.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-2 знанием методов научных исследований и владение навыками их проведения;

– ПК-4 владением существующими методами и алгоритмами решения задач распознавания и обработки данных;

– ПК-5 владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** 1) классические и неклассические подходы к построению нейронных сетей; 2) методы построения устойчивых алгоритмов обучения нейронных сетей.

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

– **владеть** 1) математическим аппаратом построения устойчивых моделей нейронных сетей; 2) 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 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 4 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 72 | 72 |
| Лекции | 18 | 18 |
| Лабораторные работы | 54 | 54 |
| Самостоятельная работа (всего) | 144 | 144 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 54 | 54 |
| Проработка лекционного материала | 16 | 16 |

Согласована на портале № 32119

| | | |
|---|---|---|
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 74 | 74 |
| Всего (без экзамена) | 216 | 216 |
| Общая трудоемкость, ч | 216 | 216 |
| Зачетные Единицы | 6.0 | 6.0 |

## 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. | 2 | 0 | 4 | 6 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 2 Проблемы практического использования искусственных нейронных сетей и их свойства. | 2 | 10 | 24 | 36 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 3 Модели нейронов и методы их обучения. | 2 | 8 | 18 | 28 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 4 Радиальные нейронные сети. | 2 | 0 | 12 | 14 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 5 Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. | 2 | 12 | 22 | 36 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 6 Ассоциативные сети. | 2 | 8 | 18 | 28 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 7 Рекуррентные сети на базе персептрона. | 2 | 0 | 10 | 12 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 8 Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. | 2 | 8 | 18 | 28 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 9 Вероятностная нейронная сеть. | 2 | 8 | 18 | 28 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| Итого за семестр | 18 | 54 | 144 | 216 | |
| Итого | 18 | 54 | 144 | 216 | |

### 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 |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 32119

| 4 семестр | | | |
|---|---|---|---|
| 1 История появления нейронных сетей. | 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). | 2 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Проблемы практического использования искусственных нейронных сетей и их свойства. | 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. | 2 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Модели нейронов и методы их обучения. | Постановка задачи обучения НС. Классификация законов и способов обучения. Персептрон. Сигмоидальный 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. | 2 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Радиальные нейронные сети. | 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. | 2 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. | 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. | 2 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Ассоциативные сети. | Линейный ассоциатор. Закон обучения Хебба. Рекуррентные ассоциативные сети. Сеть Хопфилда. Алгоритм функционирования сети Хопфилда, емкость памяти. Сеть “Brain State in a Box”. Дву- | 2 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |

Согласована на портале № 32119

| | | | |
|---|---|---|---|
| | направленная ассоциативная память. Стохастическое обучение. Машина Больцмана. | | |
| | Итого | 2 | |
| 7 Рекуррентные сети на базе персептрона. | 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. | 2 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. | 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. | 2 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Вероятностная нейронная сеть. | Сети, использующие статистический подход. Метод «модельной закалки». Пример алгоритма минимизации функции. Машина Больцмана. Архитектура нейронной сети PNN. Пример модульной нейронной сети. | 2 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 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 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 Вычислительные системы | | | + | + | | | | + | + |
| 2 Современные проблемы информатики и вычислительной техники | + | + | + | | | | | | |
| 3 Современные средства программирования | | | | | + | | + | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 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.

Согласована на портале № 32119

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

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-2 | + | + | + | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-4 | + | + | + | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-5 | + | + | + | Конспект самоподготовки, 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 | | | |
| 2 Проблемы практического использования искусственных нейронных сетей и их свойства. | Изучение программных продуктов, реализующих нейронные сети. | 10 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 10 | |
| 3 Модели нейронов и методы их обучения. | Изучение методов обучения нейронной сети для однослойной нейронной сети типа перцептрон | 8 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 5 Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. | Изучение методов обучения нейронной сети для многослойной нейронной сети типа перцептрон | 12 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| 6 Ассоциативные сети. | Исследование сети Хопфилда. | 8 | ПК-2, ПК-4 |
| | Итого | 8 | |
| 8 Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. | Исследование самоорганизующихся сетей Кохонена. | 8 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 9 Вероятностная | Исследование вероятностной нейронной сети. | 8 | ПК-2, ПК- |

Согласована на портале № 32119

| | | | |
|---|---|---|---|
| нейронная сеть. | Итого | 8 | 4, ПК-5 |
| Итого за семестр | | 54 | |

## 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. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Проблемы практического использования искусственных нейронных сетей и их свойства. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 12 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | | |
| | Итого | 24 | | |
| 3 Модели нейронов и методы их обучения. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 18 | | |
| 4 Радиальные нейронные сети. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 10 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 5 Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |

Согласована на портале № 32119

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | | |
| | Итого | 22 | | |
| 6 Ассоциативные сети. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 18 | | |
| 7 Рекуррентные сети на базе персептрона. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 8 Сеть с самоорганизацией корреляционного типа и на основе конкуренции. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 18 | | |
| 9 Вероятностная нейронная сеть. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-2, ПК-4, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 18 | | |
| Итого за семестр | | 144 | | |
| Итого | | 144 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

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 | | | | |

Согласована на портале № 32119

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Конспект самоподготовки | 4 | 4 | 5 | 13 |
| Опрос на занятиях | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Отчет по лабораторной работе | 15 | 15 | 15 | 45 |
| Тест | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 33 | 33 | 34 | 100 |
| Нарастающим итогом | 33 | 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. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер.с польск.И.Д.Рудинского [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 384 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/11843. — Загл. с экрана.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Галушкин. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 496 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5144. — Загл. с экрана.

Согласована на портале № 32119

### 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 / М.Ю. Катаев. – Томск: ТУСУР, 2016. – 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/090401p/d15/090401p-d15-labs.doc (дата обращения: 24.06.2018).

#### 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. http://www.mathnet.ru.ru/ - общероссийский математический портал
2. http://onlinelibrary.wiley.com - научные журналы издательства Wiley&Sons
3. http://www.sciencedirect.com/ - научные журналы издательства Elsevier

## 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

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;

Согласована на портале № 32119

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Visual Studio 2013 Professional
– PTC Mathcad13, 14

### 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 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. Какие функции выполняет входной слой многослойного персептрона?

a) Транслирует сигнал на выходной слой многослойного персептрона.

b) Удаляет "шум" из сигнала.

Согласована на портале № 32119

c) Передает входной вектор сигналов на первый скрытый слой.

d) Вычисляет производную для алгоритма обратного распространения ошибки.

2. Аксон – это выходной или входной отросток нейрона?

a) Входной.

b) Выходной.

3. Нейрон j получил на вход сигнал от четырех других нейронов уровни возбуждения, значения которых равны 10, -20, 5, 4 и соответствующие веса связей равны 0.8, 0.5, 0.7 и -0.5 соответственно. Вычислите сигнал на выходе j-го нейрона в случае если функция активации нейронов есть гиперболический тангенс. Выберите правильный ответ:

a) -

b) 0.2449

c) 0.3145

d) 0.5

e) -0.5

4. Что обычно длиннее – аксон или дендрит?

a) Аксон.

b) Дендрит.

5. Можно ли применять функцию активации типа «ступенька» при методе обучения обратного распространения ошибки?

a) Да.

b) Нет.

6. Какая из нижеперечисленных нейронных сетей есть сеть с обратными связями?

a) Сеть Кохонена.

b. Сеть Хемминга.

c) Выходная звезда Гроссберга.

d) Радиально-базисная сеть.

7. Как в сети Кохонена определить, к какому классу относится объект?

a) Среди нейронов слоя Кохонена выбрать тот, у которого значение максимально.

b) Сеть Кохонена не работает с задачами классификации.

c) Номер класса в сети Кохонена определяется комбинацией выходов.

8. Может ли в сети Хопфилда количество запоминаемых образцов быть меньше количества нейронов?

a) Да.

b) Нет.

9. В дифференциальном методе обучения Хебба сильнее всего обучаются те нейроны, которые:

a) Входы, которых менее всего изменились в сторону увеличения.

b) Выходы, которых более всего изменились в сторону увеличения.

c) Синапсы, которых пропустили меньше информации.

10. Можно ли на входы сети Кохонена подать буквы?

a) Да.

b) Нет.

c) Можно, но предварительно закодировать их числами.

11. Какого вида искусственных нейронных сетей не существует?

a) Наивные.

b) Противоборствующие.

c) Импульсные.

d) Рекуррентные.

12. Как называется задача машинного обучения, направленная на предсказание значения той или иной непрерывной числовой величины для входных данных?

a) Переобучение.

b) Регрессия.

c) Классификация.

d) Кластеризация.

Согласована на портале № 32119

13. Кто создал первую модель искусственных нейронных сетей?

a) Мак-Каллок и Питтс.

b) Фрэнк Розенблатт.

c) Дэвид И. Румельхарт, Дж. Е. Хинтон и Рональд Дж. Вильямс.

d) Ян Лекун.

14. Какой из видов машинного обучения основывается на взаимодействии обучаемой системы со средой?

a) Обучение с учителем.

b) Глубинное обучение.

c) Обучение с подкреплением.

d) Обучение без учителя.

15. Для какой (каких) из перечисленных ниже нейронных сетей невозможно обучение градиентными методами?

a) Персептрон.

b) Сигмоидальная НС.

c) Инстар Гроссберга.

d) Радиальная НС.

16. Какая (какие) из перечисленных ниже нейронных сетей имеет линейную функцию активации?

a) Персептрон.

b) Сигмоидальный НС.

c) Инстар Гроссберга.

d) НС типа WTA.

e) Радиальная НС.

17. Какая (какие) из перечисленных ниже нейронных сетей не имеет входного сигнала поляризации?

a) Персептрон.

b) Сигмоидальная НС.

c) Инстар Гроссберга.

d) НС типа WTA.

e) Радиальная НС.

18. Какую функцию не может решить однослойная нейронная сеть?

a) Логическое "не".

b) Суммирование.

c) Логическое "исключающее или".

d) Произведение.

e) Логическое "или".

19. Какую нейронную сеть обучают с помощью дельта-правила?

a) Однослойную нейронную сеть.

b) Нейронную сеть прямого распространения.

c) Нейронную сеть с обратными связями.

d) Сеть Хопфилда.

e) Нет правильного ответа.

20. Какие из перечисленных сетей являются рекуррентными?

a) Персептрон.

b) Сеть Хопфилда.

c) Сеть радиальных базисных функций.

d) Нет правильного ответа.

### 14.1.2. Темы опросов на занятиях

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. Архитекту-

Согласована на портале № 32119

ры 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. Сигмоидальный 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.

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.

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.

### 14.1.3. Вопросы на самоподготовку

1. Признаки интеллектуальности информационных систем. Отличие интеллектуальных задач от обычных информационных задач. Примеры интеллектуальных задач в экономике.

2. Основные виды интеллектуальных задач. Структура исследований в области искусственного интеллекта. Основные классы интеллектуальных информационных систем. Общие черты интеллектуальных технологий обработки информации.

3. Знания как особая форма информации. Отличие знаний от данных. Декларативные и процедурные знания. Модели знаний. Базы знаний (БЗ).

4. Технологии оперативной аналитической обработки (OLAP), области их применения.

5. Понятия «фактов» и «измерений» в технологиях оперативной аналитической обработки (OLAP). Многомерное представление данных в технологиях оперативной аналитической обработки.

6. Основные принципы организации инструментов оперативной аналитической обработки (OLAP-анализаторов).

7. Понятие интеллектуального анализа данных (Data Mining). Проблема «сырых данных».

8. Шаблоны, выявляемые методами интеллектуального анализа данных (Data Mining). Примеры из области экономических знаний.

9. Инструментальные средства интеллектуального анализа данных, их виды.

10. Экспертные системы. «Неявные знания», проблема их формализации и использования. Сферы применения экспертных систем.

11. Принципиальная структура экспертной системы, назначение ее элементов.

12. Инструментальные средства построения экспертных систем.

13. Генетические алгоритмы, их сущность, области применения.

Согласована на портале № 32119

14. Основные стадии генетического алгоритма, их сущность.

15. Искусственные нейронные сети. Основные направления применения нейросетевых технологий в экономике. Принципиальные отличия обработки информации методами искусственных нейронных сетей и алгоритмической обработки «формальными» методами.

16. Основные классы задач, решаемые методами искусственных нейронных сетей (ИНС).

17. Принципиальная модель искусственного нейрона (нейрон МакКалока-Питтса).

18. Активационная функция искусственного нейрона. Виды активационных функций.

Активационные функции, применяемые в искусственных нейронных сетях типа MLP (многослойный персептрон) и самоорганизующихся картах Кохонена.

19. Виды искусственных нейронных сетей (ИНС) по типам обучения. Процесс обучения ИНС. Понятие «эпохи» обучения.

20. Искусственные нейронные сети типа MLP (многослойный персептрон). Принципиальная схема сети MLP. Связи в сетях MLP. Назначение скрытых слоев.

21. Проблема переобучения искусственных нейронных сетей типа MLP (многослойный персептрон). Способы преодоления проблемы переобучения.

22. Основные алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей типа MLP (многослойный персептрон), их различия.

23. Степень обучения и степень обобщения как характеристика качества обучения искусственных нейронных сетей типа MLP (многослойный персептрон). Показатели оценки данных характеристик.

24. Типовые задачи, решаемые с помощью искусственных нейронных сетей типа MLP (многослойный персептрон). Задачи классификации и задачи аппроксимации.

25. Визуальные методы и количественные показатели оценки качества обучения искусственных нейронных сетей типа MLP (многослойный персептрон).

26. Самоорганизующиеся карты Кохонена, их назначение, возможности и направления применения в экономике.

27. Принципиальная схема нейронной сети, лежащей в основе самоорганизующихся карт Кохонена.

28. Процесс обучения самоорганизующихся карт Кохонена, его стадии.

29. Визуальная интерпретация результатов обучения самоорганизующихся карт Кохонена.

30. Назначение специальных отображений результатов обучения самоорганизующихся карт Кохонена: матрица расстояний, матрица плотности попадания, проекция Саммона.

### 14.1.4. 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.

### 14.1.5. Вопросы дифференцированного зачета

1. Сеть Кохонена, Обучение сети Кохонена. Метод динамических ядер;
2. Сети Хопфилда, Функционирование сети;
3. Ортогональные сети;
4. Краткий обзор нейронных сетей;
5. Нейрон ;
6. Различимость входных данных, Классификация компонентов входных данных;
7. Оценка способности нейронной сети решить задачу;
8. Оценка константы Липшица сети;
9. Нелинейный сигмоидный преобразователь;
10. Адаптивный сумматор;
11. Предобработка, облегчающая обучение;
12. Конструирование нейронных сетей;

Согласована на портале № 32119

13. Элементы нейронной сети;
14. Функционирование нейронной сети;
15. Методы построения двойственных сетей;
16. Правила остановки работы сети;
17. Архитектуры сетей;
18. Модификация синаптической карты (обучение);
19. Примеры сетейи алгоритмов их обучения;
20. Персептрон Розенблатта;
21. Оценка обучающего множества. Вес примера;
22. Глобальные и локальные оценки;
23. Задача обучения сети, Описание алгоритмов обучения;
24. Неградиентные методы обучения (Метод случайной стрельбы, Метод покоординатного спуска, Подбор оптимального шага, Метод случайного поиска, Метод Нелдера-Мида);
25. Градиентные методы обучения (Метод наискорейшего спуска, Квазиньютоновские методы);
26. Упрощение архитектуры нейронной сети;
27. Уменьшение числа входных сигналов;
28. Сведение параметров нейронной сети к выделенным значениям;
29. Определение персептрона;
30. 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.

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 доступ-

Согласована на портале № 32119

ная 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 № 32119