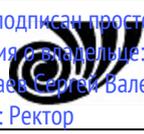


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 11.07.2025 06:10:58 Уникальный программный код: 054c0182970393149c3169960009940393896664	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Искусственные нейронные сети" по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профиль) Математические и алгоритмические основы интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	---	--	--------

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

### Искусственные нейронные сети

#### Направление подготовки (специальность)

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

#### Направленность (профиль)

Математические и алгоритмические основы интеллектуальных систем

#### Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

#### Форма обучения

очная

#### Год(ы) набора

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины

Подготовка студентов к процессу разработки и применения интеллектуальных автоматизированных информационных технологий путем изучения базовых моделей искусственного интеллекта (ИИ), методик автоматизации принятия решений и методов построения интеллектуальных информационных систем.

### Задачи курса:

- изучение основных этапов развития теории искусственного интеллекта;
- рассмотрение основных задач, решаемых системами искусственного интеллекта;
- изучение основ разработки моделей представления знаний при построении интеллектуальных систем;
- рассмотрение теоретических и некоторых практических вопросов создания и эксплуатации экспертных систем;
- изучение особенностей разработки моделей предметных областей при построении интеллектуальных систем;
- выделение особенностей практического использования интеллектуальных информационных систем в области экономики.

Результаты изучения дисциплины направлены на достижение следующих индикаторов:

УК-4.1. Имеет представление о правилах и принципах деловой устной и письменной коммуникации на государственном языке российской федерации и иностранном(ых) языке(ах)

УК-4.2. Демонстрирует умение осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах, использовать методы и навыки делового общения

УК-4.3. Имеет навыки делового общения на государственном языке российской федерации и иностранном(ых) языке (ах)

ПК-2.1. Обладает знаниями о методах и средствах сборки модулей и компонент программного обеспечения, о разработке процедур для развертывания программного обеспечения, миграции и преобразования данных, о создании программных интерфейсов; о методах и механизмах оценки и анализа функционирования средств и систем информационных технологий; о международных и профессиональных стандартах информационных технологий, о современных парадигмах и методологиях, инструментальных и вычислительных средствах.

ПК-2.2. Демонстрирует умения: применять методы и средства сборки модулей и компонент программного обеспечения, разработки процедур для развертывания программного обеспечения, миграции и преобразования данных, создания программных интерфейсов; проводить проверку и оценку работоспособности программного продукта.

ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки):

сборки модулей и компонент программного обеспечения, разработки процедур для развертывания программного обеспечения, миграции и преобразования данных, создания программных интерфейсов; оценки работоспособности программного продукта.

ПК-3.1. Обладает знаниями о методах и средствах проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов.

ПК-3.2. Демонстрирует умения: разрабатывать требования к программному продукту, применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов.

ПК-3.3. Имеет практический опыт (навыки):

проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: К.М.03.ДВ.03.02

### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:



Рабочая программа дисциплины "Искусственные нейронные сети" по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Математические и алгоритмические основы интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

Объектно-ориентированное программирование

Разработка приложений для операционной системы Windows

Программирование на языке Python

Логическое программирование

**2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

Программирование на языке Java (научный семинар)

Моделирование информационных процессов

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)**

**Знать:**

Для достижения индикатора УК-4.1:

- основные термины, употребляющие-ся в сфере компьютерных технологий;
- технологии обмена информацией на основе интернет-сервисов;
- методы систематизации актуальной информации.

**Уметь:**

Для достижения индикатора УК-4.2:

- составлять тексты и сообщения с описанием технологических и программных характеристик разрабатываемых продуктов;
- осуществлять документирование программных решений.

**Владеть:**

Для достижения индикатора УК-4.3:

- навыками вербальной коммуникации на техническом иностранном языке;
- навыками организации запросов в информационно-поисковых системах на русском и английском языках.

**ПК-2: Способность к осуществлению интеграции программных модулей и компонент и проверки работоспособности программного продукта на основе международных и профессиональных стандартов информационных технологий, современных парадигм и методологий, инструментальных и вычислительных средств, методов и механизмов оценки и анализа функционирования средств и систем информационных технологий**

**Знать:**

Для достижения индикатора ПК-2.1: методах и средствах сборки модулей и компонент программного обеспечения, о разработке процедур для развертывания программного обеспечения, миграции и преобразования данных, о создании программных интерфейсов; о методах и механизмах оценки и анализа функционирования средств и систем информационных технологий; о международных и профессиональных стандартах информационных технологий, о современных парадигмах и методологиях, инструментальных и вычислительных средствах; основы теории нейронных сетей.

**Уметь:**

Для достижения индикатора ПК-2.2: применять методы и средства сборки модулей и компонент программного обеспечения; проводить исследования задач классификации с применением нейронных сетей.

**Владеть:**

Для достижения индикатора ПК-2.3: навыками создания программных интерфейсов; оценки работоспособности программного продукта;навыком конструирования нейронных сетей.

**ПК-3: Способность к разработке требований и проектированию программного обеспечения на основе применения базовых математических знаний и информационных технологий при решении проектно-технических и прикладных задач**

**Знать:**

Для достижения индикатора ПК-3.1: методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов, основные задачи, решаемые системами искусственного интеллекта, основные модели представления знаний, методы инженерии знаний, виды систем поддержки принятия решений,



Рабочая программа дисциплины "Искусственные нейронные сети" по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Математические и алгоритмические основы интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 5

вопросы практического использования экспертных и интеллектуальных информационных систем.

**Уметь:**

Для достижения индикатора ПК-3.2: уметь использовать программные средства разработки систем искусственного интеллекта; классифицировать решаемые задачи, анализировать архитектуру экспертных систем.

**Владеть:**

Для достижения индикатора ПК-3.3: навыками работы с базами данных и базами знаний; быть способным оценивать возможность применения конкретной ЭС для решения задач заданного класса; иметь навыки представления знаний с помощью инструментальных средств; навыки реализации простейших ЭС.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	- проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области интеллектуальных систем;
3.1.2	- методы теории нейронных сетей;
3.1.3	- основные задачи, решаемые системами искусственного интеллекта, основные модели представления знаний, методы инженерии знаний, виды систем поддержки принятия решений, вопросы практического использования экспертных и интеллектуальных информационных систем.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	- обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований в области интеллектуальных систем;
3.2.2	- проводить исследования задач классификации с применением нейронных сетей;
3.2.3	- уметь использовать программные средства разработки систем искусственного интеллекта; классифицировать решаемые задачи, анализировать архитектуру экспертных систем.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	- навыком научной аргументации при анализе разработок интеллектуальных систем; подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований;
3.3.2	- конструирования нейронных сетей;
3.3.3	- работы с базами данных и базами знаний; быть способным оценивать возможность применения конкретной ЭС для решения задач заданного класса; иметь навыки представления знаний с помощью инструментальных средств; навыки реализации простейших ЭС.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость		3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	: 108	Виды контроля в семестрах:  зачеты 8
в том числе	:	
аудиторные занятия	: 26	
самостоятельная работа	: 79,3	
:	:	
контактная работа:	28,7	
ИКР:	2,7	

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Методы представления и обработки знаний.</b>			
1.1	Интеллектуальные системы (ИС), основные свойства, история развития. Виды интеллектуальных систем.  Классификация ИС, Составные части ИС, обработка знаний и вывод решений в ИС. Экспертные системы. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3



1.2	Производственная модель, стратегии поиска, поиск в пространстве состояний, эвристические функции.  Сценарии, фреймы, концептуальные зависимости и их роль в приобретении знаний. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
1.3	Логика немонотонных рассуждений, представление нечетких данных и знаний, символическое обучение. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
1.4	Классические способы представления и обработки знаний. Разработка интеллектуальных карт. /Ср/	8	8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 2. Нейронные сети</b>				
2.1	Схема биологического нейрона. Кибернетическая модель нейрона. Модель искусственного нейрона. Вид передаточной (активационной) функции. Модели и структуры нейронных сетей.  Понятие о нейросетевых топологиях. Становление нейронной доктрины. Парадигмы обучения (супервизорное обучение, несупервизорное обучение, усиленное обучение). /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
2.2	Простые однослойные сети (линейная разделимость, сеть Хебба, простой персептрон).  Многослойные нейронные сети. Многослойные нейронные сети. Конкуренционные сети. Правило Ойя. Конкуренционные сети. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Разновидности градиентных алгоритмов обучения. Метод обратного распространения ошибки. Алгоритм обучения сети. Прямонаправленные и рекуррентные сети. Модель Хопфилда. Самоорганизующиеся сети Т. Кохонена. Этапы проектирования нейронных сетей. /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
2.3	Обучение нейронных сетей.  Парадигмы обучения: супервизорное обучение, не супервизорное обучение, усиленное обучение. Алгоритмы обучения: правило Хебба, правило коррекции по ошибке, метод конкуренции, машина Больцмана. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
2.4	Практическое применение нейронных технологий.  Алгоритмы решения задач с помощью нейронных сетей. Нейронные сети в задачах менеджмента. Предварительная обработка данных. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
2.5	Программные средства для работы с нейронными сетями.  ППП Deductor, SciLab, SNN, технологии решения задач на базе искусственных нейронных сетей с использованием программных пакетов. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
2.6	Нейронные сети. Разработка программного решения однослойной и многослойной ИНС на Python. /Ср/	8	12	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 3. Нечеткая логика</b>				
3.1	Способы доказательства и вывода в логике.  Возникновение нечеткой логики. Нечеткие множества. Сущность и определения. Операции над нечеткими множествами. Логические операции. Построение функций принадлежности. Нечеткие и лингвистические переменные. Нечеткие алгоритмы и выводы. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3



3.2	Операции над нечеткими множествами. Алгебраические операции.  Формирование базы правил. Регулировка параметров нечеткого управления нейронными сетями. Формирование базы правил. Нейронные сети для вы-деления нечетких правил. Формирование базы правил. Нейронные сети и не-четкое управление. Фазификация временных рядов. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
3.3	Нейронечеткие системы. Программные пакеты в области нечеткой логики. Использование нечеткой логики в задачах менеджмента.  Программа Fuzzy Logic из пакета SciLab. Изучение технологии решения задач на основе нечеткой логики. /Лаб/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
3.4	Разработайте интеллектуальную систему с нечетким представлением знаний для решения небольшой прикладной экономической или управленческой задачи. /Ср/	8	9,3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 4. Генетические алгоритмы</b>				
4.1	Сущность эволюционных вычислений.  Основные понятия генетических алгоритмов. Кодирование в генетических алгоритмах. Генетические операторы. Селекция. Скрещивание. Мутация. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
4.2	Приемы выполнения генетических алгоритмов.  Примеры использования генетических алгоритмов в задачах менеджмента. /Лаб/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
4.3	Генетические алгоритмы в искусственных нейронных сетях. Программное обеспечение генетических алгоритмов /Ср/	8	10	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
4.4	Приемы выполнения генетических алгоритмов технологии решения задач на базе генетических алгоритмов в среде Deductor. /Ср/	8	8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
4.5	Сформулируйте прикладную экономическую или управленческую оптимизационную задачу и опишите ее решение с применением генетического алгоритма. /Ср/	8	6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 5. Интеллектуальные системы</b>				
5.1	Мультиагентные технологии. Агент и его возможная реализация.  Свойства интеллектуальных агентов. Архитектура мультиагентных систем. Свойства мобильных и статических агентов. Экспертные системы продукционного типа. Обработка знаний в интеллектуальных системах с фреймовым представлением. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
5.2	Аспекты извлечения знаний. Проблемы структурирования знаний. Семио-тический подход к приобретению знаний. Методы извлечения знаний. Методы извлечения знаний. Выявление "скрытых" структур знаний.  Классификация и структура экспертных систем. Оболочки экспертных си-стем. Примеры экспертных систем. Базы знаний для экспертных систем. Задача экспертной классификации. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
5.3	Моделирование взаимодействия в мультиагентных системах. /Ср/	8	12	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3



5.4	Найдите в Интернете описания ИИС. Дайте их сравнительную оценку. Подготовьте сообщение и интеллект-карту, посвященную конкретной экспертной системе. /Ср/	8	14	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 6. Иная контактная работа</b>				
6.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	8	2,7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

тесты

задания для самостоятельной домашней работы

задания для практических занятий

экзамен

\*При дистанционном обучении устный опрос, в том числе защита курсовых работ, реализуется в Microsoft Teams, практические задания, письменные ответы размещаются в Moodle, тестирование осуществляется в Moodle.

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Тестовые задания:

Вариант 1

Задание 1 Какие функции выполняет входной слой многослойного персептрона?

1. Транслирует сигнал на выходной слой многослойного персептрона.
2. Удаляет "шум" из сигнала.
3. Передает входной вектор сигналов на первый скрытый слой.
4. Вычисляет производную для алгоритма обратного распространения ошибки.

Задание 2. Аксон – это выходной или входной отросток нейрона?

1. Входной
2. Выходной

Задание 3. Что идет сначала – мутация или кроссовер? (в генетических алгоритмах).

1. Мутация
2. Кроссовер
3. Операции кроссовер в генетических алгоритмах не существует.
4. Без разницы.

Задание 4. Нейрон  $j$  получил на вход сигнал от четырех других нейронов уровня 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 ( $\tanh$ ). Выберите правильный ответ:

1. -
2. 0.2449
3. 0.3145
4. 0.5
5. -0.5

Задание 5. Дано: нейрон с функцией активации типа гиперболический тангенс с тремя входами. Входы все равны 1 и все веса также равны 1. Параметр  $\theta$  в формуле гиперболического тангенса равен 1. Чему будет равен выход нейрона?

Вариант 2

Задание 1. Что обычно длиннее – аксон или дендрит?

1. Аксон
2. Дендрит



Задание 2. Можно ли применять функцию активации типа «ступенька» при методе обучения обратного распространения ошибки?

1. Да
2. Нет

Задание 3. Какая из нижеперечисленных нейронных сетей есть сеть с обратными связями?

1. Сеть Кохонена.
2. Сеть Хемминга.
3. Выходная звезда Гроссберга.
4. Радиально – базисная сеть.

Задание 4. 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 логистическая сигмоида  $\sigma(x)$ . Выберите правильный ответ:

1. -4
2. 0.25
3. -3.52
4. 1.7

Задание 5. Дано: нейронная сеть с одним скрытым слоем. У сети 1 вход, 3 нейрона в скрытом слое и один выход. Что будет на выходе сети в случае, если на входе 1, все веса равны 1?

Дополнительные задания:

Задание 1. Как в сети Кохонена определить, к какому классу относится объект?

1. Среди нейронов слоя Кохонена выбрать тот, у которого значение максимально.
2. Сеть Кохонена не работает с задачами классификации.
3. Номер класса в сети Кохонена определяется комбинацией выходов.

Задание 2. Дана сеть Хемминга. Пусть обучающие примеры равны:

- а) {1;1;1;1}
- б) {1,1,1,-1}
- в) {1,1,-1,-1} и
- г) {1,-1,-1,-1}

Напишите ниже, чему будет равна матрица весовых коэффициентов первого слоя :

Задание 3. Может ли после стадии инициализации матрица весовых коэффициентов синапсов сети Хопфилда выглядеть следующим образом?

Задание 4. Может ли в сети Хопфилда количество запоминаемых образцов быть меньше количества нейронов?

1. Да
2. Нет

Задание 5. В чем заключается задача кластеризации объектов с помощью нейронных сетей? Напишите ниже.

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельная работа № 1 – Эволюция информационных систем.

Охарактеризуйте основные направления исследований, проводимые в области искусственного интеллекта. Приведите известные вам примеры интеллектуальных систем. Назовите основные функции, присущие ИИС. На чем основана их реализация? Дайте краткую характеристику систем с интеллектуальным интерфейсом, экспертных систем, самообучающихся систем и адаптивных информационных систем. Сформулируйте основные отличия систем искусственного интеллекта от обычных программных средств. Перечислите и охарактеризуйте основные компоненты статических экспертных систем. Какого профиля специалисты привлекаются для разработки экспертных систем? Каковы их функции? Чем отличаются динамические экспертные системы от статических? Охарактеризуйте экспертную систему по следующим параметрам: типу приложения, стадии существования, масштабу, типу проблемной среды, типу решаемой задачи. Расскажите об основных характеристиках инструментальных средств, предназначенных для разработки интеллектуальных информационных систем (уровень



используемого языка, парадигма программирования; способ представления знаний, механизм вывода и моделирования, средства приобретения знаний, технологии разработки приложений).

Домашнее задание. Найдите в Интернете описания ИИС. Дайте их сравнительную оценку. Подготовьте сообщение и интеллект-карту, посвященную конкретной экспертной системе.

Самостоятельная работа № 2 – Нейронные сети.

Опишите модель искусственного нейрона. Приведите примеры переда-точных функций. Что такое перцептрон? Какие модели нейронных сетей вам известны? Проведите сравнение однослойных и многослойных ИНС. Какими особенностями обладают рекуррентные и самоорганизующиеся сети? Рас-скажите о моделях ИНС Хопфилда и Кохонена.

Дайте характеристику основных этапов построения нейронной сети. Рас-скажите о методах обучения ИНС (коррекция по ошибке, обучение Хебба, соревновательное обучение, метод обратного распространения ошибки). Опишите алгоритм обратного распространения ошибки. Сформулируйте его достоинства и недостатки. Расскажите об известных вам способах реализации ИНС. Для каких задач целесообразно применять ИНС? Каковы условия применения моделей этого типа? Сформулируйте основные проблемы, возникающие при применении нейронных сетей.

Сформулируйте постановку прикладной задачи экономического характера, для решения которой возможно и целесообразно применить нейронную сеть. Опишите, как это можно сделать. Опишите методику решения задач определенного класса при поддержке выбранного программного обеспечения. Подготовьте набор содержательных примеров для обучения нейронной сети с заданной целью. Сформулируйте постановку содержательной задачи для решения методами нейронных сетей.

Подготовьте обучающую и тестирующую выборки примеров. Выберите топологию сети, выполните проектирование и реализацию в системе SciLab или Deductor (другой системе). Сформулируйте постановку задачи извлечения знаний для решения с помощью технологии нейронных сетей. Подготовьте необходимые данные. Выберите топологию сети, выполните проектирование и реализацию в системе SciLab или Deductor (NeuroSolutions или другой системе). Составьте задачу классификации (диагностики) для решения с помощью технологии нейронных сетей. Подготовьте необходимые данные. Вы-берите топологию сети, выполните проектирование и реализацию в системе NeuroSolutions (или другой системе). Сформулируйте задачу прогнозирования для решения с помощью технологии нейронных сетей. Подготовьте необходимые данные. Выберите топологию сети, выполните проектирование и реализацию в системе SciLab, Deductor, NeuroSolutions или другой системе.

Домашнее задание. Подготовьте сообщение или интеллект-карту по разработанной и обученной ИНС в области экономики, бизнесе (другой проблемной области)».

Самостоятельная работа № 3 – Нечеткие знания и способы их обработки.

Поясните смысл понятия «нечеткость» знаний. Дайте характеристику компонентам нечеткости. Что такое недетерминированность выводов? Какие средства следует использовать в системах, обладающих этим свойством? Проанализируйте какую-либо известную вам игру на предмет ее машинной реализации. Какими приемами необходимо обеспечить компьютерного игро-ка в этой игре? Расскажите о способах устранения многозначности. Почему ее необходимо устранять? Приведите примеры.

Какими способами можно представлять и обрабатывать ненадежные знания? Приведите примеры. Охарактеризуйте способы обработки неполных знаний в интеллектуальных системах. Приведите собственный пример появления противоречия в логической ЭС при добавлении нового знания. Какие преимущества по сравнению с логическими имеют фреймовые системы? Что такое абдукция? Дайте формальное определение и объясните, чем она отличается от дедукции. Приведите примеры.

Дайте определение понятий «лингвистическая переменная» и «нечеткое множество», поясните их на примере. Какие операции можно выполнять над нечеткими множествами? Рассмотрите математические операции над нечетки-ми множествами: дополнение, объединение и пересечение множеств.

Дайте определение нечеткого отношения и расскажите о свойствах нечетких отношений. Каким образом и с какой целью используются нечеткие от-ношения в ИИС? Что такое нечеткая импликация? Какими способами ее можно реализовать для правил с одним выходом и двумя выходами? Приведите примеры. Расскажите о нечетком логическом выводе. Чем он отличается от четкого логического вывода по правилу Modus Ponendo Ponens. Дайте определение композиции нечетких отношений.

Приведи-те пример нечеткой композиции. Расскажите об организации ЭС с нечетким логическим выводом. Какие способы используются в таких системах для представления и обработки знаний? Подготовьте собственные наборы нечетких правил для реализации в системе с нечетким выводом.

Разработайте интеллектуальную систему с нечетким представлением знаний для решения небольшой прикладной экономической или управленческой задачи.

Домашнее задание. Разработайте БЗ небольшого объема с нечетким представлением знаний.



Самостоятельная работа № 4 – Эволюционные аналогии в искусственных интеллектуальных системах.

Перечислите основные направления эволюционного моделирования и приведите основные факторы, определяющие неизбежность эволюции. Какие алгоритмы называют генетическими? Сформулируйте основные особенности генетических алгоритмов. Охарактеризуйте простой генетический алгоритм. Приведите пример. Опишите операторы репродукции и кроссинговера в простом генетическом алгоритме. Приведите примеры. Приведите примеры использования простого генетического алгоритма для вычисления функции  $f(x) = x^4$  на интервале  $[0, 1, 2, 3, 4]$ .

Составьте примеры, иллюстрирующие работу операторов репродукции, кроссинговера, мутации и инверсии. Дайте характеристику понятию «схема» в простом генетическом алгоритме. Расскажите о назначении и способах использования схем. Приведите примеры. Расскажите о фундаментальной теореме генетического алгоритма. Приведите пример применения фундаментальной теоремы генетического алгоритма. Расскажите о классифицирующих системах Холланда. Приведите пример.

Перечислите основные этапы технологии генетического программирования. В чем особенности эволюционного программирования? Приведите основные шаги обобщенного алгоритма эволюционного программирования. Охарактеризуйте метод эволюционных стратегий. В чем его отличие от эволюционного программирования и от генетических алгоритмов? Расскажите о применении эволюционных вычислений в ИИС. Каким образом применяют ГА для обучения нейронных сетей?

Приведите небольшой содержательный пример, демонстрирующий применение ГА для формирования продукционных правил интеллектуальной системы.

Домашнее задание. Сформулируйте прикладную экономическую или управленческую оптимизационную задачу и опишите ее решение с применением генетического алгоритма.

Самостоятельная работа № 5 – Интеллектуальные мультиагентные системы.

Расскажите о сущности мультиагентных технологий. Что подразумевается под агентом и как он может быть реализован? Какими свойствами обладают «интеллектуальные агенты»? Дайте характеристику архитектурам мультиагентных систем. Сформулируйте основные проблемы, возникающие при моделировании коллективного поведения интеллектуальных агентов.

Охарактеризуйте основные модели координации поведения агентов в мультиагентных системах: теоретико-игровые, модели коллективного поведения автоматов, модели планирования коллективного поведения, модели на основе BDI-архитектур, модели координации поведения на основе конкуренции. Сформулируйте постановки задач координации поведения агентов на основе модели аукциона.

Проведите сравнительный анализ свойств мобильных и статических агентов. Опишите технологию построения мультиагентных систем. Приведите примеры инструментальных средств, предназначенных для этой цели. Перечислите основные преимущества интеллектуальных поисковых мультиагентных систем перед традиционными средствами поиска информации. Для каких задач актуально применение мультиагентных технологий? Приведите примеры. Сформулируйте содержательный пример задачи кооперации и покажите возможный способ ее решения средствами мультиагентных технологий. Приведите пример задачи координации коллективного поведения, для решения которой актуально применение мультиагентных технологий. Сформулируйте принцип координации и правила нормативного поведения агентов. Спроектируйте структуру мультиагентной системы для реализации конкретного виртуального предприятия. Опишите виды агентов, их функции и способы возможной реализации. Охарактеризуйте механизм координации поведения агентов.

Домашнее задание. Спроектируйте интеллектуальную мультиагентную систему для решения прикладной задачи в области экономики, управления (другая область).

Практическая работа 1

Программная реализация нейронной сети на языке Python

Постановка задачи

Даны два изображения. Необходимо используя нейронную сеть распознать на первом изображении руки и лица людей, распознать руки и лица людей на втором изображении, и определить, было ли изменение позиций распознаваемых объектов на первом изображении с позициями на втором изображении соответственно на заданную величину. Если позиция изменилась, оповестить об этом в программе.

Данную задачу можно рассматривать как детектор движения заданных объектов и в дальнейшем улучшить до захвата изображения с камер и сравнением двух следующих друг за другом кадров.

Выбор среды разработки



Для создания данного проекта необходимо использовать язык программирования Python с предустановленной библиотекой Keras. Для его функционирования, необходимо выбрать из уже предоставленных предобученных сетей выбрать наиболее подходящую по скорости и точности распознавания. Так же, предварительно необходимо создать датасет, содержащий метки входных изображений с позиционированием каждого распознаваемого объекта. Для создания датасета использовалась программа labeling, с помощью которой были созданы xml файлы с разметкой рук и лиц людей на изображении. После чего, данные файлы были преобразованы с помощью python скрипта в файлы записи, используемые Tensorflow object detection API. На выбор, данная программа предоставляет большой спектр нейронных сетей, которые отличаются своей архитектурой. В качестве примера, была использована сверточная сеть, с названием "ssd\_mobilenet\_v2\_coco". Она является самой быстрой из всех имеющихся по скорости, но самой неточной по распознаванию объектов. В большинстве случаев, ее используют для распознавания объектов в реальном времени на камерах мобильных телефонов. К данной сети, прилагается конфигурационный файл для ее настройки, где можно указать такие параметры как скорость обучения, функции активации нейронов, способ обучения нейронной сети. После настройки, через командную строку был запущен процесс обучения на данных, которые были подготовлены ранее с помощью labeling. Несмотря на то, что все параметры для обучения были установлены для минимальной затраты ресурсов компьютера, процесс обучения нейронной сети по подсчетам мог бы занять продолжительное время. На каждый шаг обучения нейронной сети в среднем уходило по 60 секунд. Для нормального функционирования нейронной сети необходимо было примерно 20000 шагов, что заняло бы приблизительно 330 часов, поэтому, данный способ реализации не подходил для выполнения задачи.

Для создания программы будет использован фреймворк Keras, для Python, позволяющий создать нейронную сеть и избежать проблем с большим периодом ее обучения.

#### Описание алгоритма реализации

Любое изображение, может быть представлено в виде двумерного массива, индексами которого являются координаты пикселей изображения, а их значениями массив, состоящий из 3 элементов (R, G, B), в диапазоне 0-255. Таким образом, каждой точке изображения однозначно соответствует три числа, определяющие ее цвет. В дальнейшем, с помощью библиотеки Keras планируется создать модель сверточной нейронной сети Sequential, которая будет обучена на обучающей выборке созданной в программе labeling, которая упрощает работу выделения объектов на изображении. После обучения нейронной сети, с помощью библиотеки OpenCV (библиотека компьютерного зрения) будет производиться преобразование и загрузка данных изображений в оперативную память компьютера. Изображения будут передаваться на вход обученной нейронной сети, которая будет выделять заданные объекты. Данные объекты будут храниться в массиве, каждый элемент которого будет иметь позицию x и y, высоту и ширину h и w соответственно.

#### Практическая работа 2

##### Принципы создания и обучения ИНС в системе Deductor Studio Academic

Цель работы - познакомиться с принципами создания и обучения искусственных нейронных сетей (ИНС) на примере решения практической задачи кластеризации данных в программной системе интеллектуального анализа данных Deductor Studio фирмы BaseGroup Labs. Это позволит совершенствовать навыки учащихся в решении задач с привлечением методов научного направления «Искусственный интеллект», а также при создании интеллектуальных информационных систем.

Задачи практической работы:

- освоить принципы работы в системе Deductor;
- научиться создавать и обучать самоорганизующуюся ИНС для решения задачи кластеризации данных;
- самостоятельно решить задания лабораторной работы в соответствии с изложенными теоретическими и практическими положениями.

Продолжительность лабораторной работы - 4 часа. Первые два часа отводятся на ознакомление с методическими указаниями (п.1-3), оставшиеся часы рассчитаны на решение индивидуальных заданий к лабораторной работе (п.4) и оформление отчета по результатам их выполнения.

Результаты, полученные при выполнении лабораторной работы, также могут быть использованы студентами данных специальностей при курсовом и дипломном проектировании.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ



Последовательность выполнения лабораторной работы:

1. Изучить теоретические положения и разобрать предлагаемые в методических указаниях примеры.
2. Решить прилагаемые индивидуальные задания.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Нейронные сети, использующие принципы обучения без учителя, часто относят к самоорганизующимся, а именно способным особым образом группировать и обобщать информацию. Примером такой сети является самоорганизующаяся карта Кохонена.

Процесс обучения без учителя, как и в случае обучения с учителем, заключается в подстраивании весов синапсов. При этом их подстройка может проводиться только на основании информации о состоянии нейрона и уже имеющихся значениях весовых коэффициентов.

Среди алгоритмов, предназначенных для данного типа обучения, можно выделить два - предложенных Хеббом и Кохоненом. Каждый из них имеет строгую математическую теорию, а также ряд модификаций. Однако именно модель обучения без учителя, предложенная Т. Кохоненом в 1984 году и являющаяся классической, получила наибольшее распространение при решении практических задач. Причинами этого являются более точная работа, а также близость заложенных в ней идей к реальному функционированию мозга.

Алгоритм Кохонена дает возможность строить нейронную сеть для разделения векторов входных сигналов на подгруппы. Сеть состоит из  $n$  нейронов, образующих прямоугольную решетку на плоскости (рис. 1). Элементы входных сигналов подаются на входы всех нейронов сети. В процессе работы алгоритма настраиваются синаптические веса нейронов.

Входные сигналы (вектора действительных чисел) последовательно предъявляются сети. Желаемые выходные сигналы не определяются. После того как было предъявлено достаточное число входных векторов, синаптические веса сети определяют кластеры.

Для отнесения объекта к кластеру необходимо найти кластер с минимальным расстоянием от этого объекта до центра кластера. Как правило, для этого используется расчет Евклидова расстояния или расстояния Хемминга. В результате решения задачи кластеризации получается карта кластеров, где близко расположенным кластерам соответствуют более близкие друг к другу входные вектора нейросети. Все это позволяет выполнять наглядное упорядочивание многопараметрической информации. Важно, что при этом могут быть обнаружены неожиданные скопления «близких» данных, последующая интерпретация которых пользователем может привести к получению нового знания об исследуемом объекте.

Рассмотрим шаги процесса обучения нейросети по алгоритму, предложенному Кохоненом. Отметим, что в данном случае под нейросетью понимается однослойный персептрон – слой Кохонена.

Шаг 1. Инициализация сети.

Шаг 2. Сети предъявляется новый входной вектор.

Шаг 3. Вычисляется Евклидово расстояние до всех нейронов слоя Кохонена

Шаг 4. Настраивается «нейрон – победитель» и его соседи.

Шаг 5. Повторяются шаги со 2 по 4 для каждого входного вектора.

После обучения кластеризация выполняется посредством подачи на вход сети испытуемого вектора. Нейрон со значением, равным единице, является индикатором кластера.

Для определения выходных значений слоя Кохонена используется правило «победитель получает все». Согласно ему для данного входного вектора только один нейрон слоя Кохонена выдает единицу, все остальные – ноль.

Максимальным значением  $S$  объявляется «победителем» и его выход устанавливается равным единице.

Обучающий алгоритм настраивает синаптические связи в окрестности «победившего» нейрона таким образом, чтобы они были похожими на входной вектор. Сначала в эту окрестность могут входить все нейроны слоя Кохонена, однако в процессе обучения сети такие зоны соседства будут сужаться, образуя топологические области (карты), которые соответствуют определенным входным векторам. Так, на рис. 2 показаны зоны соседства ( $C_j$ ) в различные моменты времени для нейрона  $j$ , которые уменьшаются в процессе обучения

сети. В результате фактически возникает группировка входных векторов в кластеры, каждый из которых ассоциируется с определенным нейроном. Подобный принцип функционирования ИНС известен как самоорганизующиеся карты Кохонена.



Существуют различные программные средства, реализующие алгоритм Кохонена для кластеризации данных. Одной из них, отличающейся удобным интерфейсом и простой использования, является программная система интеллектуального анализа данных Deductor Studio фирмы BaseGroup Labs.

### 3. ПОРЯДОК РАБОТЫ В СИСТЕМЕ DEDUCTOR

В качестве примера применения самоорганизующихся карт рассмотрим решение задачи кластеризации типа цветков ириса на основе их характеристик. Эта задача, известная как «ирисы Фишера», относится к тестовым и входит в группу задач для исследования возможностей нейросетевого моделирования (проект ELENA - Enhanced Learning for Evolutive Neural Architectures). Для доступа к данному примеру следует открыть файл «C:\Program Files\BaseGroup\Deductor\Samples\Demo.ded», а затем выбрать «Пример кластеризации с помощью карты Кохонена».

Характеристики цветков соответствуют названиям столбцов таблицы. Задача состоит в том, чтобы определить по различным параметрам цветка его класс. Предполагается, что цветы одного класса имеют схожие значения параметров, следовательно, они должны располагаться в одном кластере.

Процесс формирования карты этих кластеров заключается в выполнении следующей последовательности действий.

На первом шаге настраивается назначение столбцов таблицы, при этом входными данными считаются «Длина чашелистика», «Ширина чашелистика», «Длина лепестка», «Ширина лепестка», выходными – «Класс цветка».

На втором шаге необходимо настроить способ разделения исходного множества данных на тестовое и обучающее, а также количество примеров в том и другом множестве.

Следующий шаг предлагает настроить параметры карты (количество ячеек по X и по Y, их форму) и параметры обучения (способ начальной инициализации, тип функции соседства, перемешивать ли строки обучающего множества и количество эпох, через которые необходимо перемешивание).

На четвертом шаге настраиваются параметры остановки обучения

На пятом шаге настраиваются остальные параметры обучения – способ начальной инициализации, тип функции соседства и также параметры кластеризации – автоматическое определение числа кластеров с соответствующим уровнем значимости либо фиксированное количество кластеров. Предоставляется возможность настроить интервалы обучения. Каждый интервал задается количеством эпох, радиусом и скоростью обучения. Число кластеров для рассматриваемой задачи устанавливается равное трем.

На последнем шаге запускается сам процесс обучения. При этом во время обучения могут быть просмотрены количество распознанных примеров и текущие значения ошибок.

Далее после настройки параметров отображения могут быть просмотрены результаты кластеризации данных, на основе которых можно решить и задачу прогнозирования. В этом случае результирующее поле (то, которое необходимо спрогнозировать) в построении карты не участвует. После кластеризации, используя диаграмму «Что-если» можно провести эксперимент. Алгоритм определяет точку пространства, где расположены введенные для прогноза данные, затем определяет, к какому кластеру принадлежит данная точка, и подсчитывает среднее по результирующему полю всех точек этого кластера, что и будет результатом прогноза (для дискретных данных результатом прогноза является значение, больше всего встречающееся в результирующем поле всех ячеек кластера).

Анализ результатов может быть выполнен не только в целом по конкретному цветку, но и по каждой из его характеристик. Качество кластеризации можно оценить, просмотрев карту «КЛАСС ЦВЕТКА». На ней видно, что большинство цветов были классифицированы правильно. Заметим, что все цветы класса Setosa попали в один кластер. Это говорит о значительном отличии параметров цветов этого класса от других. Явное различие наблюдается по длине и ширине лепестка. То, что часть примеров Virginia попала в класс Versicolo и наоборот, говорит о меньшем различии этих классов. На картах, в отличие от Setosa, не видны резкие отличия параметров цветов этих двух классов. Этим как раз и объясняется «проникновение» некоторой части примеров в другой кластер.

Таким образом, применение самоорганизующихся карт позволило визуальным образом представить начальное многомерное (четырёхмерное) пространство исходных данных в двумерной форме, удобной для восприятия и анализа.

Информация, описывающая цветки, была сгруппирована в три кластера, соответствующие типам цветков «Setosa», «Versicolo» и «Virginia». Вследствие этого в дальнейшем может быть достаточно точно определен тип цветка на основе его характеристик, отсутствующих в данных кластеризации.

#### ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ для самостоятельного выполнения

Данные к выполнению заданий сгруппированы в таблице. При выполнении индивидуальных заданий необходимо учитывать, что число параметров кластеризации, а также классов объектов должно быть не менее 5. Число строк в таблице с исходными данными кластеризации должно быть не менее 50.

Таблица Исходные данные для выполнения индивидуального задания



№ варианта	Задание
1	Разработка ИНС для кластеризации данных об автомобилях
2	Разработка ИНС для кластеризации данных о квартирах
3	Разработка ИНС для кластеризации данных о компьютерах
4	Разработка ИНС для кластеризации данных о телевизорах
5	Разработка ИНС для кластеризации данных о высших учебных заведениях

Окончание таблицы

№ варианта	Задание
6	Разработка ИНС для кластеризации данных о мобильных телефонах
7	Разработка ИНС для кластеризации данных о студентах
8	Разработка ИНС для кластеризации данных о музыкальных инструментах
9	Разработка ИНС для кластеризации данных о странах мира
10	Разработка ИНС для кластеризации данных о банковских кредитах
11	Разработка ИНС для кластеризации данных о фильмах
12	Разработка ИНС для кластеризации данных о книгах
13	Разработка ИНС для кластеризации данных о видеокамерах
14	Разработка ИНС для кластеризации данных о фотоаппаратах
15	Разработка ИНС для кластеризации данных о стиральных машинах
16	Разработка ИНС для кластеризации данных о санаториях и пансионатах
17	Разработка ИНС для кластеризации данных о городах
18	Разработка ИНС для кластеризации данных о животных
19	Разработка ИНС для кластеризации данных о принтерах
20	Разработка ИНС для кластеризации данных о футбольных клубах

### ОФОРМЛЕНИЕ И ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результатом выполнения лабораторной работы является проект, созданный в системе Deductor и содержащий результаты выполнения лабораторной работы.

Отчет по лабораторной работе оформляется на листах формата А4 и сдается в распечатанном виде. Отчет должен содержать задание к лабораторной работе, таблицу исходных данных кластеризации, описание конфигураций ИНС, результаты их обучения и тестирования. Преподаватель проверяет корректность конфигураций ИНС, а также правильность полученных результатов. При защите лабораторной работы преподаватель вправе задать вопросы по теоретической части.

#### 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Опишите, в чем состоит процесс решения задачи кластеризации данных.
2. Охарактеризуйте особенности обучения самоорганизующейся карты Кохонена.
3. Назовите основные шаги алгоритма обучения ИНС без учителя.
4. Расскажите, как происходит настройка ИНС для решения задачи кластеризации в системе Deductor.
5. Опишите, как происходит процесс обучения ИНС в системе Deductor.
6. Назовите доступные в системе Deductor способы оценки качества кластеризации данных.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

#### Список вопросов к экзамену

1. Архитектура и классификация интеллектуальных систем. Этапы разработки систем искусственного интеллекта
2. Данные и знания. Сравнительная характеристика
3. Приобретение и формализация знаний
4. Организация и представление знаний. Модели представления знаний
5. Логические модели представления знаний
6. Продукционное представление знаний.
7. Семантические сети
8. Фреймы
9. Моделирование человеческих рассуждений в ИС. Логика Д.С.Милль
10. ДСМ-метод выделения признаков для описания ситуации. Рассуждения по аналогии
11. Модели и механизмы вывода на знаниях



12. Прямая цепочка рассуждений. Технология разработки программы.
13. Обратная цепочка рассуждений. Технология разработки программы.
14. Выбор в условиях неопределенности (формула Байеса, коэффициенты уверенности).
15. Методы оценки субъективной вероятности.
16. Стратегии и методы поиска решений. Общие характеристики
17. Поиск в пространстве состояний. Эвристический поиск.
18. Поиск в иерархии пространств
19. Понятие нечеткой логики и отношений. Лингвистическая переменная.
20. Способы построения функции принадлежности. Метод парных сравнений.
21. Построение функции принадлежности лингвистических термов с использованием статистических данных
22. Параметрический подход к построению функции принадлежности
23. Выбор альтернатив на основе НМ. Принятие решений в условиях определенности.
24. Нейронные сети. Основы проектирования и сферы применения. Модель формального нейрона. Реализация нелинейной зависимости в нейронной сети.
25. Методы обучения нейронных сетей (с учителем и без учителя). Метод обратного распространения ошибки.
26. Алгоритм обучения сети методом обратного распространения ошибки.
27. Генетические алгоритмы. Концепция. Генетические операторы. Примеры применения.
28. Детерминированные конечные автоматы и преобразователи. Варианты их использования в задачах обработки естественного языка.
29. N-граммы. Определение, виды. Использование в задаче предсказания следующего слова.
30. Сглаживание данных о N-граммах. Цель, виды.
31. Классы слов и тегирование. Растановка тегов на основе правил.
32. Стохастическое тегирование.
33. Комбинированное тегирование. Подход на основе трансформационно-ориентированного обучения.
34. Синтаксический анализ. Контекстно-свободные грамматики.
35. Алгоритм парсинга Кока-Янгера-Касами.
36. Статистический парсинг. Вероятностные контекстно-свободные грамматики.
37. Понятие семантики. Требования к представлению смысла.
38. Модель представления смысла. Варианты представления моделей (логика предикатов первого порядка, фреймы, семантические сети и т. п.)
39. Семантический анализ на основе синтаксиса. Подход на основе контекстно-свободных грамматик.
40. Расширение функционала на основе матриц атрибут-значение (AVM). Операция унификации.
41. Лексическая семантика. Понятие смысла. Варианты задания смысла.
42. Задача устранения противоречий смысла слова (Word sense disambiguation). Подходы к решению задачи.
43. Вычисление семантических отношений между словами. Методы на основе использования тезауруса.
44. Вычисление семантических отношений между словами. Дистрибуционные методы.
45. Понятие дискурса. Задача линейной сегментации дискурса. Подходы к сегментации.
46. Когерентные отношения. Задача назначения когерентных отношений.
47. Разрешение ссылок. Подзадачи. Типы ссылающихся выражений.
48. Задача разрешения анафор. Параметры для разрешения анафор. Алгоритм Хоббса.
49. Задача разрешения анафор. Центрирующий алгоритм. Подходы на основе машинного обучения.
50. Разрешение со-ссылок (Coreference resolution). Параметры для разрешения совместных ссылок.
51. Диалоговые системы. Свойства диалогов. Базовая архитектура диалоговых систем.
52. Менеджер диалогов. Подходы к реализации.

#### 6.4. Критерии оценивания

В критерии оценки уровня знаний студента на экзамене входят:

- уровень освоения материала, предусмотренного дисциплиной;
- умение использовать теоретические знания в ходе выполнения практических занятий, а также при выполнении самостоятельных работ;
- обоснованность, четкость и краткость в изложении ответов на вопросы.

Оценка «отлично» ставится студенту, проявившему всесторонние и глубокие знания изученного материала и дополнительной литературы, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании материала.

Оценка «хорошо» ставится студенту, проявившему полное знание изученного материала, освоившему основную литературу, обнаружившему устойчивый характер знаний и умений, а также способному к самостоятельному их применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической работе.

Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, проявившему знания основного минимума изученного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной литературой, допустившему неточности в ответах и/или давшему неполные ответы экзаменатору.



Оценки «неудовлетворительно» ставятся студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного материала, допустившему принципиальные ошибки, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической работе без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

Для обеспечения единого подхода к приему экзаменов и зачетов кафедры разрабатывают и утверждают критерии оценок по каждой дисциплине, обязательные для всех. Эти критерии доводятся до сведения студентов в ходе учебного процесса и проведении консультаций.

При оценке знаний студента учитываются также:

- результаты текущего контроля;
- посещаемость учебных занятий;
- активность во время занятий;
- участие в научной работе;
- наличие навыков самостоятельной и исследовательской работы.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Используются собственные технические средства.

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

для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

- а) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом);
- б) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, с использованием услуг ассистента, устно).

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

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Ягодинский И. И.	Генетический метод в логике: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232001">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232001</a> )	Казань : Типо-литография Императорского Университета, 1909	ЭБС
Л1.2	Антонио Д., Суджит П.	Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow ( <a href="https://e.lanbook.com/book/111438">https://e.lanbook.com/book/111438</a> )	Москва : ДМК Пресс, 2018	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
--	---------	----------	---------------	--------



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Васильев В. Н., Павлов А. В.	Основы оптических информационных технологий и искусственных нейронных сетей: учебное пособие ( <a href="https://e.lanbook.com/book/110516">https://e.lanbook.com/book/110516</a> )	Санкт- Петербург : НИУ ИТМО, 2017	ЭБС
Л2.2	Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М., Курейчик В. М.	Генетические алгоритмы: учебник ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68417">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68417</a> )	Москва : Физматлит, 2010	ЭБС
Л2.3	Омельяненко Я.	Эволюционные нейросети на языке Python ( <a href="https://e.lanbook.com/book/179494">https://e.lanbook.com/book/179494</a> )	Москва : ДМК Пресс, 2020	ЭБС
Л2.4	Вирсански Э.	Генетические алгоритмы на Python: практическое руководство ( <a href="https://e.lanbook.com/book/179496">https://e.lanbook.com/book/179496</a> )	Москва : ДМК Пресс, 2020	ЭБС

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> .
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .
Э3	BOOK.ru [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство КноРус. – URL: <a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a> .

## 7.3 Перечень информационных технологий

### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

Python

Spyder

Deductor Studio Academic

LMS Moodle

Freemind

### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <http://elibrary.ru>
2. ИНФОРМИО [Электронный ресурс] : электронный справочник [обеспечение всех типов образовательных учреждений нормативными, методическими, научно-практическими материалами]. – URL: <http://www.informio.ru/>.
3. Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс] : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>.
4. Архив научных журналов [Электронный ресурс] : база данных / Национальный электронно-информационный консорциум (НП НЭИКОН). – URL: [www.neicon.ru/cons](http://www.neicon.ru/cons)
5. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система : база данных

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитории для проведения занятий оснащены интерактивным оборудованием (интерактивная доска, ноутбук, проектор). Есть доступ к методическим материалам, наглядным пособиям, материалам для проведения практических занятий. Имеется свободный доступ в компьютерные классы, доступ в Интернет и WI-FI, для проведения телемостов и интернет-конференций.

Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы дисциплины включает:

- основную и дополнительную литературу;

- учебные аудитории (посадочные места не менее 25) с проекторами мультимедиа-оборудованием (проектор, ноутбук или стационарный компьютер) для проведения занятий в зависимости от занятости аудиторного фонда филиала;



Рабочая программа дисциплины "Искусственные нейронные сети" по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Математические и алгоритмические основы интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 19

- учебная аудитория № 215 для проведения занятий и самостоятельной работы студентов с неограниченным доступом в Интернет, ЭБС и т.п.;

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с применением следующего оборудования: мультимедийный проектор (использование презентаций с укрупненным текстом), ноутбуки.

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

– лекционная аудитория – мультимедийное оборудование; источники питания для индивидуальных технических средств; использование презентаций с укрупненным текстом; колонки для усиления звука;

– учебная аудитория № 215 для практических занятий – мультимедийное оборудование; колонки для усиления звука;

– учебная аудитория № 215 для самостоятельной работы – стандартные рабочие места с персональными компьютерами; рабочее место с персональным компьютером, с программой экранного доступа, и программой экранного увеличения.

В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусмотрено соответствующее количество мест для обучающихся с учетом ограничений их здоровья.

В аудитории для проведения лекционных занятий имеется демонстрационное оборудование: Проектор Panasonic, Интерактивная доска SMART Technologies SMART Board 680V, графический планшет, ноутбуки (10 шт.) IRU Patriot 505 (i3/2Gb/320Gb/HD 5470 1 Gb/ DVD RW/Wifi/15,6/Cam).

Для осуществления образовательного процесса используются программные продукты: Free Mind, Microsoft Office 2010, Microsoft Windows 7, редактор Айрен, Python, библиотека Keras, пакет интеллектуальной обработки информации Deductor Studio Academic, Adobe Reader. В аудитории имеется свободный доступ в Интернет (Wi-Fi).

Материал для тематической иллюстрации занятий лекционного типа оформлен в виде презентаций.

В аудитории имеется свободный доступ в Интернет (Wi-Fi).

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудиторные занятия со студентами по курсу «Искусственные нейронные сети» проходят в форме лекций, практических занятий. Во время лекций студенту предлагаются нормативные знания о развитии направления «Искусственный интеллект», задачах, решаемых в данной области, подходах к разработке систем искусственного интеллекта, методах и моделях представления знаний, а также о нейросетевых технологиях и теории нечетких систем.

Во время лекции рекомендуется составлять ее конспект, который может быть дополнен во время практических занятий, а также самостоятельной работы и использован для подготовки к сдаче итогового испытания.

Практические занятия по курсу ориентированы на то, чтобы студенты получили навыки работы по созданию экспертных систем, созданию и обучению нейронных сетей, нечетких систем.

При подготовке к практическому занятию следует просмотреть конспекты лекций по теме занятия и/или рекомендованную литературу. Все практические задания сформулированы в явном виде, многие задания имеют инструкцию по выполнению, кроме этого, студент может задать вопрос по правильности выполнения задания. Основное внимание студента должно быть уделено пониманию методов работы по созданию базы знаний, набора правил, представления знаний в виде продукций, выбору модели нейронной сети и ее оптимизации. Список литературы, содержащийся в рабочей программе, носит справочный характер и дает студенту возможность восстановить пробелы в знаниях определенных тем.

Основная и дополнительная литература – необходимый минимум, в который включены базовые учебники и учебные пособия по курсу, из которых студент может почерпнуть необходимый материал для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Знание студентом дополнительно рекомендуемой литературы является подтверждением успешного усвоения курса и приветствуется преподавателем.

С целью более глубокого усвоения изучаемого курса, формирования навыков практической работы и умения применять теоретические знания на практике, учебным планом предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа предполагает: повторение пройденного материала по конспектам лекций, ознакомление с рекомендованным списком литературы, выполнение заданий по темам практических занятий.

Примеры типовых практических заданий и вопросов для итогового контроля можно найти в приложении.

Методические указания при дистанционном обучении



В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (Microsoft Teams, форумы, электронная почта, сотовая связь) и отложенного времени (системы дистанционного обучения Moodle, электронная почта, форумы).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством системы дистанционного обучения Moodle, электронной почты, сотовой связи, форумов. Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

#### **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

