

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Интеллектуальные вычислительные системы**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**  
Направление подготовки / специальность: **09.04.04 Программная инженерия**  
Направленность (профиль) / специализация: **Методы и технологии индустриального проектирования программного обеспечения**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**  
Кафедра: **АОИ, Кафедра автоматизации обработки информации**  
Курс: **2**  
Семестр: **3**  
Учебный план набора 2017 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Лабораторные работы	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
4	Самостоятельная работа	54	54	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.04.04 Программная инженерия, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АОИ « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

доцент каф. АОИ \_\_\_\_\_ А. А. Голубева

Заведующий обеспечивающей каф.  
АОИ

\_\_\_\_\_ Ю. П. Ехлаков

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФСУ \_\_\_\_\_ П. В. Сенченко

Заведующий выпускающей каф.  
АОИ

\_\_\_\_\_ Ю. П. Ехлаков

Эксперты:

Доцент кафедры автоматизации  
обработки информации (АОИ)

\_\_\_\_\_ А. А. Сидоров

Доцент кафедры автоматизации  
обработки информации (АОИ)

\_\_\_\_\_ Н. Ю. Салмина

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является формирование у магистрантов теоретических и практических знаний по использованию технологии интеллектуального анализа данных, нечеткой логики, экспертных системах, систем искусственного интеллекта при принятии управленческих решений

### 1.2. Задачи дисциплины

- Для достижения перечисленных целей при изучении дисциплины ставятся следующие задачи:
- - развитие у магистров общего представления о технологии интеллектуального анализа данных,
- нечеткой логике;
- - развитие у магистров системного видения организации экспертных систем, систем искусственного
- интеллекта;
- - формирование навыков работы с экспертными системами и системами искусственного интеллекта;
- - выработка практических навыков разработки экспертных систем, систем искусственного интеллекта
- для принятия управленческих решений.
- 

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Интеллектуальные вычислительные системы» (Б1.В.ОД.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Нейронные сети и их применение.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 культурой мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных их разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных;
- ПК-3 знанием методов оптимизации и умением применять их при решении задач профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** - теоретические основы и технологию интеллектуального анализа данных; - теоретические основы теории нечеткой логики.
- **уметь** - представлять, анализировать предметную область и устанавливать взаимосвязи между понятиями; - классифицировать виды знаний.
- **владеть** - методами формального описания конкретной предметной области

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	18	18
Лабораторные работы	36	36

Самостоятельная работа (всего)	54	54
Выполнение индивидуальных заданий	10	10
Подготовка к лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	16	16
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	10
Написание рефератов	2	2
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

## 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	Ле к., ч	б. ра б.,	м. ра б.,	в (б ез ир уе м ыс ко м	
3 семестр					
1 Введение. Интеллектуальный анализ данных как область знаний.	2	4	4	10	ОПК-2, ПК-3
2 Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику.	2	4	12	18	ОПК-2, ПК-3
3 Ведение. Искусственный интеллект как научная область. История развития. Инженерия знаний.	2	4	4	10	ОПК-2, ПК-3
4 Модели представления знаний в системах искусственного интеллекта. Подходы построения систем искусственного интеллекта.	4	12	6	22	ОПК-2, ПК-3
5 Архитектура, принципы построения систем искусственного интеллекта. Прикладные системы искусственного интеллекта.	2	4	4	10	ОПК-2, ПК-3
6 Введение. Естественный интеллект. Назначение, формальные основы экспертных систем.	2	4	18	24	ОПК-2, ПК-3
7 Компоненты архитектуры ЭС.	2	0	2	4	ОПК-2, ПК-3
8 Методология экспертных систем. Модели представления знаний в экспертных системах. Прикладные экспертные системы.	2	4	4	10	ОПК-2, ПК-3
Итого за семестр	18	36	54	108	
Итого	18	36	54	108	

## 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)	С	ОЕ	МК	ОС	М	БЕ	КО
<b>3 семестр</b>								
1 Введение. Интеллектуальный анализ данных как область знаний.	Введение. Процесс интеллектуального анализа данных. Компоненты системы. Области приме. Виды получаемых паттернов. Связь с другими дисциплинами. Задачи классификации, кластеризации, аппроксимации.			2				ОПК-2, ПК-3
	Итого			2				
2 Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику.	Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. Основные термины и определения. Свойства нечетких множеств. Операции над нечеткими множеств. Лингвистические переменные. Нечеткая истинность. Нечеткие логические операции. Нечеткий логический вывод.			2				ОПК-2, ПК-3
	Итого			2				
3 Ведение. Искусственный интеллект как научная область. История развития. Инженерия знаний.	Основные направления исследований систем искусственного интеллекта (ИИ). Предпосылки возникновения. Основные приложения ИИ. Особенности знаний. Свойства знаний: интерпретируемость, структурируемость, связность, семантическая метрика, активность. Классификация знаний. Понятие поля знаний. Предметный язык. Семиотическая модель поля знаний. Структурирование знаний. Знания и данные. Свойства знаний и отличие знаний от данных. Типы знаний: декларативные и процедурные, экстенциональные и интенциональные. Стратегии получения знаний. Выявление знаний из данных. Data mining. Язык инженерии знаний OPS5. Язык инженерии знаний EMYSIN.			2				ОПК-2, ПК-3
	Итого			2				
4 Модели представления знаний в системах искусственного интеллекта. Подходы построения систем искусственного интеллекта.	Модели представления знаний на основе правил. Вывод на знаниях, представленных с помощью правил. Продукционная модель представления знаний и правила их обработки. Выводы, основанные на продукционных правилах. Фреймы и фреймовые системы. Объекты с фреймами. Основные атрибуты (слоты) объекта. Процедурные фреймы и слоты. Представление знаний в виде семантических сетей. Теория нечетких множеств - основа псевдофизических логик. Нечеткая логика. Понятия лингвистической переменной. Нечеткий вывод для систем искусственного интеллекта. Пространственные и временные логики. Нейронные сети. Модели нейронных сетей. Алгоритмы обучения. Особенности обработки			4				ОПК-2, ПК-3
	Итого			4				

	символьной и численной информации в нейронных сетях		
	Итого	4	
5 Архитектура, принципы построения систем искусственного интеллекта. Прикладные системы искусственного интеллекта.	Архитектура и основные составные части систем ИИ. Вспомогательные системы нижнего уровня (распознавание образов зрительных и звуковых, идентификация, моделирование, жесткое. Программирование и их место в системах ИИ. Условия применимости систем искусственного интеллекта. Типы систем искусственного интеллекта в зависимости от степени завершенности и особенностей использования: демонстрационные, исследовательские, промышленные, коммерческие. Этапы построения систем искусственного интеллекта: идентификация, концептуализация, формализация, реализация, тестирование. Стадии: демонстрационный прототип, исследовательский прототип, действующий. Экспертные интеллектуальные системы. Информационные системы знаний на основе онтологий Их области применения и решаемые ими задачи. Интеллектуальные роботы. Их обобщенная структура. Системы общения на естественном языке и речевой ввод-вывод. Системы распознавания образов. Применение ИИ в системах управления производством. Применение ИИ в деле производстве и в сети Internet	2	ОПК-2, ПК-3
	Итого	2	
6 Введение. Естественный интеллект. Назначение, формальные основы экспертных систем.	Введение в экспертные системы. Понятие об ЭС, основанных назначениях. Данные, информация и знания. Формальная символьная система.	2	ОПК-2, ПК-3
	Итого	2	
7 Компоненты архитектуры ЭС.	Компоненты архитектуры ЭС. Представление базы знаний в компьютерах в виде фактов отношений между объектами или их атрибутами. Машина логического вывода. Методы поиска на графах пространства состояний различных типов. Понятие о различных моделях представления знаний: логическая, продукционная, фреймовая объектная, семантическая сеть, объектно-продукционная доска объявлений. Роли эксперта, инженера знаний и пользователя. Общее описание архитектуры экспертных систем. База знаний, правила, машина вывода, интерфейс пользователя, средства работы с файлами.	2	ОПК-2, ПК-3
	Итого	2	
8 Методология	Технология разработки экспертных систем.	2	ОПК-2,

экспертных систем. Модели представления знаний в экспертных системах. Прикладные экспертные системы.	Логическое программирование и экспертные системы. Языки искусственного интеллекта. Подсистема анализа и синтеза входных и выходных сообщений. Диалоговая подсистема. Объяснительные способности экспертных систем. Правила импликации и условные вероятности. Формулы Байеса и проблемы их применения в ЭС. Приближенные вычисления коэффициентов уверенности заключений. Сети вывода программной оболочки. Структуры построения. Работа с программной оболочкой. Экспертные интеллектуальные системы, основанные на продукционных знаниях. Проектирование экспертных систем. Модели знаний на основе онтологий.		ПК-3
	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
Предшествующие дисциплины								
1 Нейронные сети и их применение	+	+	+	+	+			
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.

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

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат
ПК-3	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат

## 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	се	ме	ос	д	м	я	ко
3 семестр								
1 Введение. Интеллектуальный анализ данных как область знаний.	Формирование базы правил нечеткой системы моделирования нелинейной системы	4						ОПК-2, ПК-3
	Итого	4						
2 Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику.	Нечеткая система типа синглтон. Создание базы правил	4						ОПК-2, ПК-3
	Итого	4						
3 Ведение. Искусственный интеллект как научная область. История развития. Инженерия знаний.	Нечеткая система типа синглтон. Создание машины нечеткого вывод	4						ОПК-2, ПК-3
	Итого	4						
4 Модели представления знаний в системах искусственного интеллекта. Подходы построения систем искусственного интеллекта.	Идентификация нечеткой системы с помощью генетического алгоритма. Генерация начальной популяции. Оператор селекции. Операторы скрещивания и мутации	8						ОПК-2, ПК-3
	Исследование влияния параметров алгоритмов и нечеткой системы на сходимость алгоритмов идентификации	4						
	Итого	12						
5 Архитектура, принципы построения систем искусственного интеллекта. Прикладные системы искусственного интеллекта.	Идентификация параметров нечеткой системы с помощью алгоритма муравьиной колонии	4						ОПК-2, ПК-3
	Итого	4						
6 Введение. Естественный интеллект. Назначение, формальные основы экспертных систем.	Программирование баз знаний	4						ОПК-2, ПК-3
	Итого	4						
8 Методология экспертных систем. Модели представления знаний в экспертных системах. Прикладные экспертные системы.	Сортировка. Представление графов и поиск пути на графе	4						ОПК-2, ПК-3
	Итого	4						
Итого за семестр		36						

## 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, часы	формируемые компетенции	Формы контроля
<b>3 семестр</b>				
1 Введение. Интеллектуальный анализ данных как область знаний.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Итого	4		
2 Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-2, ПК-3	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Итого	12		
3 Ведение. Искусственный интеллект как научная область. История развития. Инженерия знаний.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Итого	4		
4 Модели представления знаний в системах искусственного интеллекта. Подходы построения систем искусственного интеллекта.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2	ОПК-2, ПК-3	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Итого	6		
5 Архитектура, принципы построения систем искусственного интеллекта. Прикладные системы искусственного интеллекта.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Итого	4		
6 Введение. Естественный интеллект. Назначение, формальные основы экспертных систем.	Написание рефератов	2	ОПК-2, ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Подготовка к лабораторным работам	2		

	Выполнение индивидуальных заданий	10		
	Итого	18		
7 Компоненты архитектуры ЭС.	Подготовка к лабораторным работам	2	ОПК-2, ПК-3	Тест
	Итого	2		
8 Методология экспертных систем. Модели представления знаний в экспертных системах. Прикладные экспертные системы.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Итого	4		
Итого за семестр		54		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		90		

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Отчет по индивидуальному заданию			20	20
Отчет по лабораторной работе	5	10	15	30
Реферат	2	3	5	10
Тест	2	3	5	10
Итого максимум за период	9	16	45	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	9	25	70	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

### 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)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	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. Ходашинский И. А. Методы искусственного интеллекта, базы знаний, экспертные системы : Учебное пособие / И. А. Ходашинский ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра автоматизации обработки информации. - Томск : ТУСУР, 2002. - 140 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 35 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 35 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Ясницкий Л. Н.. Введение в искусственный интеллект: Учебное пособие для вузов / Л. Н. Ясницкий. - М. : Academia, 2005. - 174 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем: Учебник для технических вузов / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. - СПб.: Питер, 2001. - 384 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Интеллектуальные вычислительные системы [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам и организации самостоятельной работы / А. А. Голубева - 2018. 55 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8296> (дата обращения: 20.07.2018).

#### 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.garant.ru/>

### **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**

Лаборатория «Муниципальная информатика»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4326 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core i5-2320 3.0 ГГц, ОЗУ – 4 Гб, жесткий диск – 500 Гб (12 шт.);

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mathworks Simulink 6.5
- PTC Mathcad13, 14
- VisualProlog Personal Edition

Лаборатория «Распределенные вычислительные системы»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 432а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core i5-3330 3.0 ГГц, ОЗУ – 4 Гб, жесткий диск – 500 Гб (12 шт.);

- Меловая доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mathworks Simulink 6.5
- PTC Mathcad13, 14

- VisualProlog Personal Edition

Лаборатория «Операционные системы и СУБД»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 430 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core 2 Duo E6550 2.3 ГГц, ОЗУ – 2 Гб, жесткий диск – 250 Гб (12 шт.);

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mathworks Simulink 6.5
- PTC Mathcad13, 14
- VisualProlog Personal Edition

Лаборатория «Информатика и программирование»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 428 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core 2 Duo E6550 2.3 ГГц, ОЗУ – 2 Гб, жесткий диск – 250 Гб (14 шт.);

- Меловая доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mathworks Simulink 6.5
- PTC Mathcad13, 14
- VisualProlog Personal Edition

Лаборатория «Программная инженерия»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 409 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core i3-6300 3.2 ГГц, ОЗУ – 8 Гб, жесткий диск – 500 Гб (10 шт.);

- Проектор Optoma Eх632.DLP;
- Экран для проектора Lumian Mas+Er;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mathworks Simulink 6.5
- PTC Mathcad13, 14
- VisualProlog Personal Edition

Лаборатория «Бизнес-информатика»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core i5-2320 3.0 ГГц, ОЗУ – 4 Гб, жесткий диск – 500 Гб (12 шт.);

- Проектор Optoma Eх632.DLP;
- Экран для проектора Lumian Mas+Er;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- PTC Mathcad13, 14
- VisualProlog Personal Edition

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

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

## **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. Экзаменационные вопросы**

1. Интеллектуальный анализ данных как область знаний.
2. Теория нечетких множеств.
3. Нечеткая логика.
4. Искусственный интеллект. Инженерия знаний.
5. Модели представления знаний в системах искусственного интеллекта.
6. Подходы построения систем искусственного интеллекта.
7. Архитектура, принципы построения систем искусственного интеллекта.
8. Прикладные системы искусственного интеллекта.
9. Естественный интеллект.
10. Назначение, формальные основы экспертных систем.
11. Модели представления знаний в экспертных системах.
12. Архитектуры экспертных систем.
13. Технологии разработки экспертных систем.
14. Методология экспертных систем.
15. Модели представления знаний в экспертных системах.
16. Прикладные экспертные системы.
17. Нечеткая система типа Синглтон.
18. Нечеткая система типа Такаги-Сугено.
19. Нечеткая системы типа Мамдани.
20. Методы идентификации и настройки нечетких систем.

#### **14.1.2. Темы индивидуальных заданий**

В рамках выполнения индивидуального (творческого) задания (ИЗ) необходимо подготовить 7 - минутный доклад, раскрывающий одну из следующих тем:

- нечеткие модели систем искусственного интеллекта;
- фреймовые модели систем искусственного интеллекта;
- архитектуры систем искусственного интеллекта.

Вариант индивидуального задания определяется преподавателем в индивидуальном порядке, основываясь на уровень знаний и студента.

#### **14.1.3. Темы рефератов**

Подготовка реферата по одной из тем:

- фреймовые системы;
- формирование правил из нечетких данных;
- семантические сети;

- экспертные системы;
- онтологический подход к разработке интеллектуальных систем;
- системы ситуационного управления.

Рекомендуемый объем реферата не более 20 страниц.

Критерии оценивания работы:

- титульный лист оформить в соответствии с образовательным стандартом ТУСУРа;
- корректность (правильность) представленной информации;
- глубина проработанного материала, в т.ч. количество пунктов для сравнения (более 7);
- самостоятельность исследования (отсутствие плагиата);
- список литературы;
- компактная и схематичная форма представления данных.

#### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Формирование базы правил нечеткой системы моделирования нелинейной системы

Нечеткая система типа синглтон.

Создание базы правил

Нечеткая система типа синглтон.

Создание машины нечеткого вывод

Идентификация нечеткой системы с помощью генетического алгоритма. Генерация начальной популяции.

Оператор селекции. Операторы скрещивания и мутации

Идентификация параметров нечеткой

системы с помощью алгоритма муравьиной колонии

Исследование влияния параметров

алгоритмов и нечеткой системы на сходимость алгоритмов идентификации

Программирование баз знаний

Сортировка. Представление графов и поиск пути на графе

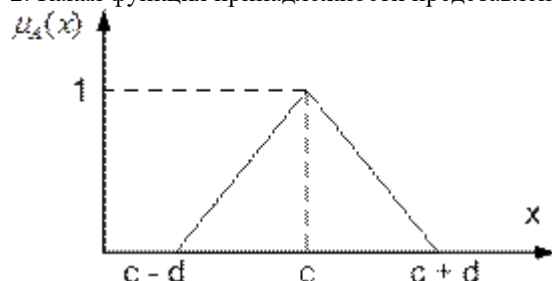
#### 14.1.5. Тестовые задания

**ОПК-2:** культурой мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных

1. Какое понятие не фигурирует в процессе инициализации и обучения нечеткой модели?

- Обучение нечеткой модели.
- Инициализация нечеткой модели.
- Поиск первой производной функции.
- Переобучение нечеткой модели.

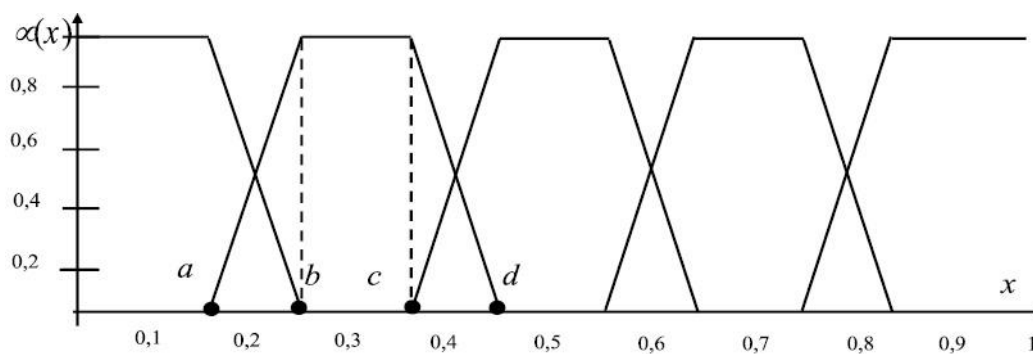
2. Какая функция принадлежности представлена на рисунке?



- треугольная
- параболическая.
- трапецевидная.
- Гаусова.

3. Какая функция принадлежности представлена на рисунке?





- треугольная
  - параболическая.
  - трапециевидная
  - Гаусова.
4. Каким из шагов не представлен нечеткий логический вывод?

- фаззификация
  - агрегация
  - композиция
  - фильтрация
5. Для вычисления чего предназначена операция дефаззификации?

- нечеткого значения
- максимального значения
- действительного значения
- минимального значения

6. Для вычисления чего предназначена операция фаззификации?

- нечеткого значения
- максимального значения
- действительного значения
- минимального значения

8. При построении базы правил необходимо сформировать правую часть правила, которую принято называть антецедентом. Что является антецедентом в правиле?

- посылка
- следствие
- структуру правила
- формула

9. При построении базы правил необходимо сформировать левую часть правила, которую принято называть консеквентом. Что является консеквентом в правиле?

- посылка
- следствие
- структуру правила
- формула

10. К какому типу систем относиться система Синглтон?

- много входов – много выходов
- много входов – один выход
- один вход – один выход
- один вход – много выходов

12. К какому типу систем относиться система Мамдани?

- много входов – много выходов
- много входов – один выход
- один вход – один выход
- один вход – много выходов

13. К какому типу систем относиться система Такаги-Сугено?

- много входов – много выходов
- много входов – один выход
- один вход – один выход
- один вход – много выходов

14. Что является выходом нечеткой системы типа Синглтон?

- число
- функция
- лингвистическая переменная
- строка

15. Что является выходом нечеткой системы типа Такаги-Сугено?

- число
- функция

- лингвистическая переменная
- строка

16. Что является выходом нечеткой системы типа Мамдани?

- число
- функция
- терм лингвистической переменной
- строка

17. Что представляет собой конъюнкция в рамках системы нечеткого выхода?

- объединение посылок в антецеденте правила
- получение нечеткого выходного значения из множества обединенных правил
- преобразование итоговой функции принадлежности
- получение действительного числа

18. Что представляет собой агрегация в рамках системы нечеткого выхода?

- объединение посылок в антецеденте правила
- получение нечеткого выходного значения из множества обединенных правил
- преобразование итоговой функции принадлежности
- получение действительного числа

19. В процессе построения нечеткой модели необходимо применять переменную, которая может принимать значения фраз из естественного и искусственного языка. Какой вид имеет эта переменная?

- лингвистическая переменная
- действительное число
- множество
- функция

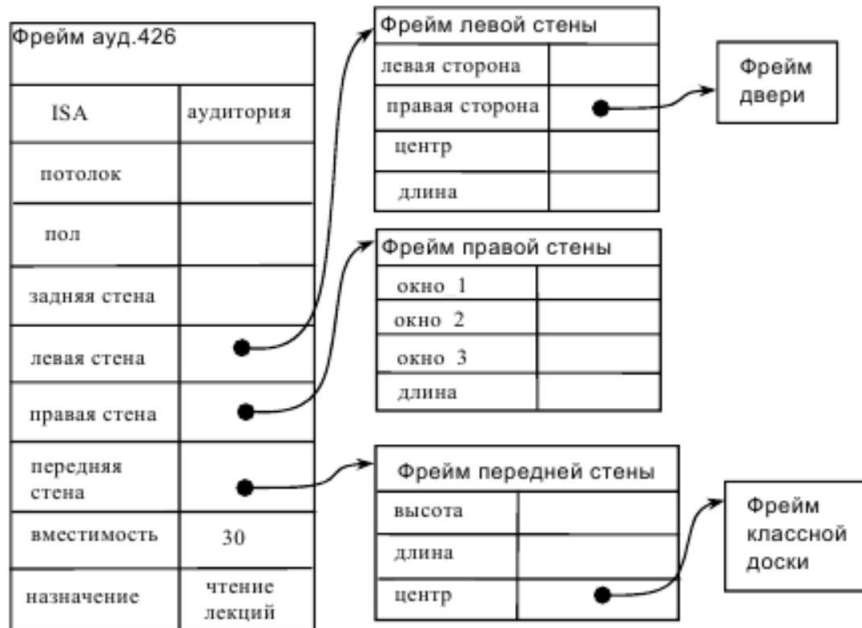
20. В процессе построения нечеткой модели существует необходимость использования базы данных содержащей правила вывода и информацию о человеческом опыте и знаниях в некоторой предметной области. Какой вид принимает данное хранилище?

- база знаний
- база данных, содержащая только настройки нечеткой модели
- база данных, содержащая только значения нечеткого вывода
- нет правильного ответа

**ПК-3: знанием методов оптимизации и умением применять их при решении задач профессиональной деятельности**

- При построении TLC-модели понятие считается раскрытым, когда оно имеет несколько определенных дуг. Какое количество и каких по типу дуг имеет раскрытое понятие?
  - три дуги (класс, пример, свойство)
  - две дуги (класс, пример)
  - одну дугу (класс)
  - одну дугу (свойство)
- Способ получения вывода представляет собой правило модус поненс. Как выглядит правило модус понес?
  - посылка  $p$ ,  
правило  $p \rightarrow q$ ,  
заключение  $q$ ;
  - посылка  $\sim q$   
правило  $p \rightarrow q$ ,  
заключение  $\sim p$ .
  - Правило  $i$ : ЕСЛИ  $a_1 = A_1i$  И  $a_2 = A_2i \dots$  И  $a_n = A_ni$  ТО  $b = B_i$ ;
  - Правило  $i$ : ЕСЛИ  $a_1 = A_1i$  И  $a_2 = A_2i \dots$   $a_n = A_ni$  ТО  $b = f_i(a_1, \dots, a_n)$ ;
- Способ получения вывода представляет собой правило модус толленс. Как выглядит правило модус толленс?
  - посылка  $p$ ,  
правило  $p \rightarrow q$ ,  
заключение  $q$ ;
  - посылка  $\sim q$   
правило  $p \rightarrow q$ ,  
заключение  $\sim p$ .
  - Правило  $i$ : ЕСЛИ  $a_1 = A_1i$  И  $a_2 = A_2i \dots$  И  $a_n = A_ni$  ТО  $b = B_i$ .
  - Правило  $i$ : ЕСЛИ  $a_1 = A_1i$  И  $a_2 = A_2i \dots$   $a_n = A_ni$  ТО  $b = f_i(a_1, \dots, a_n)$ .
- Что представляет собой оператор преобразования Продукция?
  - выражение  $\langle \text{ситуация} \rangle \rightarrow \langle \text{заключение} \rangle$  или  $\langle \text{ситуация} \rangle \rightarrow \langle \text{действие} \rangle$
  - функцию  $F(x)$
  - терм-множество
  - лингвистическую переменную.

5. Какой тип модели представлен на рисунке?



- фреймовая
- производционная
- логическая
- семантическая сеть

6. Какой тип модели представлен на рисунке?



- фреймовая
- производционная
- логическая
- семантическая сеть

6. Как аналитически представляется объединение нечетких множеств?

$$A \cup B = \int_U (\mu_A(u) \vee \mu_B(u)) / u,$$

$$A \cap B = \int_U (\mu_A(u) \wedge \mu_B(u)) / u,$$

$$\sim A = \int_U (1 - \mu_A(u)) / u.$$

$$A + B = (A \cup B) - (A \cap B).$$

7. Как аналитически представляется дизъюнктивная сумма?

$$A \cup B = \int_U (\mu_A(u) \vee \mu_B(u)) / u,$$

$$A \cup B = \int_U (\mu_A(u) \wedge \mu_B(u)) / u,$$

$$\sim A = \int_U (1 - \mu_A(u)) / u.$$

$$A + B = (A \cup B) - (A \cap B).$$

8. Как аналитически представляется дополнение?

$$A \cup B = \int_U (\mu_A(u) \vee \mu_B(u)) / u,$$

$$A \cap B = \int_U (\mu_A(u) \wedge \mu_B(u)) / u,$$

$$\sim A = \int_U (1 - \mu_A(u)) / u.$$

$$A + B = (A \cup B) - (A \cap B).$$

9. База правил и рабочая память в продукционной системе имеет содержимое:

*База правил:*

если F и D и E то B;

если G то C;

если B и C то A;

если R то D;

если S то A;

если F и G то M;

*рабочая память:* G, E, R, F. Сколько шагов потребуется для осуществления прямого вывода факта A?

- 1

- 2

- 3

- 4

10. База правил и рабочая память в продукционной системе имеет содержимое:

*База правил:*

если F и D и E то B;

если G то C;

если B и C то A;

если R то D;

если S то A;

если F и G то M;

*рабочая память:* G, E, R, F. Сколько конфликтных ситуаций возникнет при прямом выводе факта A?

- 1

- 2

- 3

- не возникнет

11. База правил и рабочая память в продукционной системе имеет содержимое:

*База правил:*

если B и C и D то A;

если E то B;

если G и H то C;

если F то B;

если E то A;

*Рабочая память:* G, H, D, F. Сколько шагов потребуется для осуществления обратного вывода факта A?

- 1

- 2

- 3

- 4

12. База правил и рабочая память в продукционной системе имеет содержимое:

*База правил:*

если B и C и D то A;

если E то B;

если G и H то C;

если F то B;

если E то A;

Рабочая память: G, H, D, F. Сколько конфликтных ситуаций возникнет при обратном выводе факта A?

- 0

- 1

- 2

- 3

13. Каким образом аналитически описывается треугольная функция принадлежности  $\mu_{\tilde{a}}(x)$ ?

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_0-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_0, \\ \frac{x-a_2}{a_0-a_2}, & a_0 \leq x \leq a_2, \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu_{\tilde{u}}(x) = \begin{cases} \frac{x-u_1}{u_{01}-u_1}, & u_1 \leq x \leq u_{01}, \\ 1, & u_{01} \leq x \leq u_{02}, \\ \frac{x-u_2}{u_{02}-u_2}, & u_{02} \leq x \leq u_2 \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu_{\tilde{b}}(x) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{x-a}{b}\right)^2, & (a-b) \leq x \leq (a+b) \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu(x) = \exp\left(-\left(\frac{x-m_0}{\sigma_0}\right)^2\right)$$

14. Каким образом аналитически описывается трапецевидная функция принадлежности  $\mu_{\tilde{a}}(x)$ ?

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_0-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_0, \\ \frac{x-a_2}{a_0-a_2}, & a_0 \leq x \leq a_2, \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu_{\tilde{u}}(x) = \begin{cases} \frac{x-u_1}{u_{01}-u_1}, & u_1 \leq x \leq u_{01}, \\ 1, & u_{01} \leq x \leq u_{02}, \\ \frac{x-u_2}{u_{02}-u_2}, & u_{02} \leq x \leq u_2 \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu_{\tilde{b}}(x) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{x-a}{b}\right)^2, & (a-b) \leq x \leq (a+b) \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu(x) = \exp\left(-\left(\frac{x-m_0}{\sigma_0}\right)^2\right)$$

15. Каким образом аналитически описывается параболическая функция принадлежности  $\mu_{\tilde{a}}(x)$ ?

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_0-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_0, \\ \frac{x-a_2}{a_0-a_2}, & a_0 \leq x \leq a_2, \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu_{\tilde{u}}(x) = \begin{cases} \frac{x-u_1}{u_{01}-u_1}, & u_1 \leq x \leq u_{01}, \\ 1, & u_{01} \leq x \leq u_{02}, \\ \frac{x-u_2}{u_{02}-u_2}, & u_{02} \leq x \leq u_2 \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu_{\bar{b}}(x) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{x-a}{b}\right)^2, & (a-b) \leq x \leq (a+b) \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu(x) = \exp\left(-\left(\frac{x-m_0}{\sigma_0}\right)^2\right)$$

16. Каким образом аналитически описывается Гауссова функция принадлежности  $\mu_{\bar{a}}(x)$  ?

$$\mu_{\bar{a}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_0-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_0, \\ \frac{x-a_2}{a_0-a_2}, & a_0 \leq x \leq a_2, \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu_{\bar{u}}(x) = \begin{cases} \frac{x-u_1}{u_{01}-u_1}, & u_1 \leq x \leq u_{01}, \\ 1, & u_{01} \leq x \leq u_{02}, \\ \frac{x-u_2}{u_{02}-u_2}, & u_{02} \leq x \leq u_2 \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu_{\bar{b}}(x) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{x-a}{b}\right)^2, & (a-b) \leq x \leq (a+b) \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

$$\mu(x) = \exp\left(-\left(\frac{x-m_0}{\sigma_0}\right)^2\right)$$

17. Каким образом аналитически представляется нечеткая система типа Сингтон?

$$F(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{i=1}^r (\mu_{A1i}(x_1) \cdot \mu_{A2i}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{Ani}(x_n) \cdot p_i)}{\sum_{i=1}^r \mu_{A1i}(x_1) \cdot \mu_{A2i}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{Ani}(x_n)}$$

$$F(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{i=1}^r (\mu_{A1i}(x_1) \cdot \mu_{A2i}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{Ani}(x_n) \cdot (a_{0i} + a_{1i}x_1 + \dots + a_{ni}x_n))}{\sum_{i=1}^r \mu_{A1i}(x_1) \cdot \mu_{A2i}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{Ani}(x_n)}$$

$$\mu(x) = \exp\left(-\left(\frac{x-m_0}{\sigma_0}\right)^2\right)$$

$$\mu_{\bar{a}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_0-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_0, \\ \frac{x-a_2}{a_0-a_2}, & a_0 \leq x \leq a_2, \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

18. Каким образом аналитически представляется нечеткая система типа Мамдани?

$$F(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{i=1}^r (\mu_{A_{1i}}(x_1) \cdot \mu_{A_{2i}}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_{ni}}(x_n) \cdot p_i)}{\sum_{i=1}^r \mu_{A_{1i}}(x_1) \cdot \mu_{A_{2i}}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_{ni}}(x_n)},$$

$$F(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{i=1}^r (\mu_{A_{1i}}(x_1) \cdot \mu_{A_{2i}}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_{ni}}(x_n) \cdot (a_{0i} + a_{1i}x_1 + \dots + a_{ni}x_n))}{\sum_{i=1}^r \mu_{A_{1i}}(x_1) \cdot \mu_{A_{2i}}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_{ni}}(x_n)},$$

$$\mu(x) = \exp\left(-\left(\frac{x - m_0}{\sigma_0}\right)^2\right)$$

- нечеткая система типа Мадани не представляется в подобном виде.

19. Каким образом аналитически представляется нечеткая система типа Такаги-Сугено?

$$F(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{i=1}^r (\mu_{A_{1i}}(x_1) \cdot \mu_{A_{2i}}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_{ni}}(x_n) \cdot p_i)}{\sum_{i=1}^r \mu_{A_{1i}}(x_1) \cdot \mu_{A_{2i}}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_{ni}}(x_n)},$$

$$F(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{i=1}^r (\mu_{A_{1i}}(x_1) \cdot \mu_{A_{2i}}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_{ni}}(x_n) \cdot (a_{0i} + a_{1i}x_1 + \dots + a_{ni}x_n))}{\sum_{i=1}^r \mu_{A_{1i}}(x_1) \cdot \mu_{A_{2i}}(x_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_{ni}}(x_n)},$$

$$\mu(x) = \exp\left(-\left(\frac{x - m_0}{\sigma_0}\right)^2\right)$$

$$\mu_{\bar{a}}(x) = \begin{cases} \frac{x - a_1}{a_0 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_0, \\ \frac{x - a_2}{a_0 - a_2}, & a_0 \leq x \leq a_2, \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

20. Каким выглядит правило нечеткой системы типа Мамдани?

- Правило i: ЕСЛИ  $a_1 = A_{1i}$  И  $a_2 = A_{2i}$  ... И  $a_r = A_{ri}$  ТО  $b = B_i$ ;
- Правило i: ЕСЛИ  $a_1 = A_{1i}$  И  $a_2 = A_{2i}$  ... И  $a_r = A_{ri}$  ТО  $b = f_i(a_1, \dots, a_r)$ ;
- Правило i: ЕСЛИ  $a_1 = A_{1i}$  И  $a_2 = A_{2i}$  И ... И  $a_m = A_{mi}$  ТО  $b = r_i$ , где  $r_i$  – действительное число.
- Правило i: ЕСЛИ  $a_1 = A_{1i}$  И  $a_2 = A_{2i}$  ... И  $a_r = A_{ri}$  ТО  $b = B_i + b = f_i$

#### 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

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

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

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

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

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

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

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

#### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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