

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование и оценка эффективности ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	10	4	144	34	0	0	34	110	0	18	92	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Маслов Александр Анатольевич, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ПК-1.5 — Способен вести поиск и внедрение перспективных технических решений и технологий при проектировании ракет и космических аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **УК-1**

*знания:*

использования современных методов разработки систем поддержки принятия решений и экспертных систем с интеллектуальными возможностями;

*умения:*

принципы построения моделей функционирования изделий ракетно-космической техники (РКТ);

*навыки:*

использования современных методов разработки систем поддержки принятия решений, экспертных, нейро-сетевых систем с интеллектуальными возможностями.

### **ПК-1.5**

*знания:*

способы построения моделей поиска и принятия решений;

*умения:*

математические зависимости, позволяющие составлять математические модели, описывающие процессы, происходящие при эксплуатации изделий ракетно-космической техники (РКТ);

*навыки:*

владеть методами составления и анализа моделей РКТ для поиска и принятия решений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Практические занятия		УК-1	ПК-1.5
5	10	<b>Раздел 1. Разработка экспертных систем.</b> 1.1 .Классификация систем, основанных на знаниях. Применимость, возможность, оправданность и разумность ЭС. Построение ЭС. Уровни разработки ЭС. Выбор инструментального средства построения ЭС. Приобретение знаний от экспертов. Беседы с экспертом. Взаимодействие пользователя с системой принятия решений. 1.2. Средства построения ЭС. Представление знаний в интеллектуальных системах. Представление знаний с использованием правил. Представление знаний с помощью логик, семантических сетей, фреймов. Языки программирования для приложений в области ИИ. Языки инженерии знаний. Продукционные системы. Прямая и обратная цепочки рассуждений. Коэффициент доверия как средство реализации неопределенности в базах знаний. 1.3. Байесовский подход. Машина логического вывода и база знаний. Теорема Байеса. Неопределенность, заключенная в реакции человека. Косвенная цепочка рассуждений. Подход с ценами свидетельств. Выработка заключения. 1.4. Интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью в базах знаний. Надежность утверждений. Комбинирование свидетельств. Противоречия. Правила со сложными условиями. Условия со сложными сравнениями. Пример вывода. Использование рассмотренных методов работы с неопределенностью на примерах решения конкретных задач из области ракетостроения.	12	2	2	10	10	10
5	10	<b>Раздел 2. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики. Системы нечёткого вывода.</b> 2.1. Нечёткие рассуждения в системах ИИ. Основные понятия теории нечётких множеств. Определение нечёткого множества. Основные характеристики нечётких множеств. Основные типы функций принадлежности. 2.2. Операции над нечёткими множествами. Равенство и доминирование нечётких множеств. Операции пересечения, объединения и разности. Альтернативные операции пересечения и объединения нечётких множеств. Некоторые дополнительные операции над нечёткими множествами. 2.3. Нечёткие отношения и способы их задания. Основные характеристики нечётких отношений. Операции над нечёткими отношениями. Композиция бинарных нечётких отношений. Нечёткое отображение. 2.4. Нечёткая и лингвистическая переменные. Определения. Примеры. Нечёткие величины, числа и интервалы. Операции над нечёткими числами и интервалами. Нечёткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Операции над ними. Треугольные нечёткие числа и трапециевидные интервалы. Композиция нечёткого множества и нечёткого отношения. 2.5. Основы нечёткой логики. Понятие нечёткого высказывания. Основные логические операции с нечёткими высказываниями. Логическое отрицание, конъюнкция, дизъюнкция нечётких высказываний. Нечёткая импликация. Принятие решений в нечёткой среде. Алгоритм Мамдани. Алгоритмы: Сугено, Цукамото, Ларсена. Примеры использования систем нечёткого вывода. Пример разработки системы нечёткого вывода в интерактивном режиме. Пример разработки системы нечёткого вывода в режиме командной строки. 2.6. Основы нечётких нейронных сетей. Общая характеристика ANFIS – адаптивных систем нейро-нечёткого вывода. Понятие нейронной сети и основные её характеристики. Гибридная сеть как адаптивная система нейро-нечёткого вывода. 2.7. Примеры разработки систем нечёткого вывода. Разработка систем нечёткого вывода Мамдани, Сугено и системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS), на основе численных данных.	14	4	4	10	10	10
5	10	<b>Раздел 3. Модель нейрона и архитектура сети. Персептроны. Линейные сети.</b> 3.1 Модель нейрона. Простой нейрон. Структура и функционирование одиночного нейрона. Функция активации. Единичная с жёстким ограничением, сигмоидальная и линейная функции активации. Нейрон с векторным входом. Архитектура нейронных сетей. Однослойные сети. Многослойные сети. Сети с прямой передачей сигнала. Возможности и области применения нейронных сетей. Технология решения задачи с использованием нейронной сети. Выбор архитектуры. Инициализация параметров. Обучение сети. Использование сети. 3.2 Архитектура персептрона. Модель персептрона. Процедуры настройки параметров. Разделяющая линия. Ограничение линейной разделимости. Преодоление ограничения линейной разделимости. Обучение с учителем. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Пример использования персептрона. 3.3 Архитектура линейной сети. Создание модели линейной сети. Обучение линейной сети. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Поверхность ошибок. Построение поверхности ошибок. Ограничения возможностей линейной сети. Пример использования линейной сети.	23	6	6	17	10	10
5	10	<b>Раздел 4. Радиальные базисные сети.</b> Модель нейрона и архитектура сети. Функция активации радиального базисного нейрона. Параметр чувствительности нейрона. Создание сети. Радиальная базисная сеть с нулевой ошибкой. Итерационная процедура формирования сети. Пример использования сети. Исследование влияния параметра чувствительности нейрона на результаты работы сети. Формирование матрицы весов первого слоя. Рекомендации по выбору параметра чувствительности нейронов сети. 4.2 Регрессионная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Пример использования. 4.3 Вероятностная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Формирование матрицы весов второго слоя. Цена ошибки классификации. Априорная вероятность. Функция плотности распределения вероятности. Метод Парцена. Пример использования сети.	17	4	4	13	20	20
5	10	<b>Раздел 5. Самоорганизующиеся нейронные сети.</b> Слой Кохонена. Архитектура сети. Особенности функционирования сети. Технология обучения без учителя. Пример использования. 5.2 Карта Кохонена. Архитектура сети. Особенности. Топология карты. Прямоугольная, гексагональная сетки и сетка со случайным расположением узлов. Функции для расчёта расстояний между узлами сетки. Понятие окрестности нейрона-победителя. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Связь координат центров кластеров в пространстве входов с матрицей весов. Пример использования одномерной карты Кохонена. Пример использования двумерной карты Кохонена. 5.3 LVQ-сети. Архитектура сети. Особенности. Создание сети. Пример использования сети для решения линейно-неразделимой задачи.	16	6	6	10	10	10

5	10	<b>Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети.</b> Сети Элмана. Архитектура сети. Наличие обратной связи. Пример решения задачи с использованием сети Элмана. 6.2 Проблемы с обучением сети, вызванные наличием обратной связи. 6.3 Сети Хопфилда. Архитектура сети. Особенности функционирования. Аттракторы. Объем памяти сети. Определение матрицы весов из обучающих данных. Пример использования сети.	26	6	6	20	20	20
5	10	<b>Раздел 7. Применение нейронных сетей.</b> Проблема пере- и недообучения нейронных сетей. Диагностика и исправление. Контрольное и тестирующие множества. Алгоритм обратного распространения ошибки. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети. Пример анализа при решении задачи регрессии. 7.2 Детальное рассмотрение решения задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети. Формат матрицы входов и целевой матрицы. Выбор числа нейронов по слоям. Этапы процесса обучения сети. Оценка качества работы сети. 7.3 Архитектура сверточных нейронных сетей. Применение для решения задачи классификации.	36	6	6	30	20	20
<b>Всего за 10 семестр</b>			144	34	34	110	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	34	34	110	100	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Разработка экспертных систем.	Байесовский подход. Машина логического вывода и база знаний. Теорема Байеса. Неопределенность, заключенная в реакции человека. Косвенная цепочка рассуждений. Подход с ценами свидетельств. Выработка заключения. Интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью в базах знаний. Надежность утверждений. Комбинирование свидетельств. Противоречия. Правила со сложными условиями. Условия со сложными сравнениями. Пример вывода. Использование рассмотренных методов работы с неопределенностью на примерах решения конкретных задач из области ракетостроения.	2
2	Раздел 2. Основы теории нечетких множеств и нечеткой логики. Системы нечеткого вывода.	Нечеткие рассуждения в системах ИИ. Основные понятия теории нечетких множеств. Определение нечеткого множества. Основные характеристики нечетких множеств. Основные типы функций принадлежности. 2.2. Операции над нечеткими множествами. Равенство и доминирование нечетких множеств. Операции пересечения, объединения и разности. Альтернативные операции пересечения и объединения нечетких множеств. Некоторые дополнительные операции над нечеткими множествами. 2.3. Нечеткие отношения и способы их задания. Основные характеристики нечетких отношений. Операции над нечеткими отношениями. Композиция бинарных нечетких отношений. Нечеткое отображение. 2.4. Нечеткая и лингвистическая переменные. Определения. Примеры. Нечеткие величины, числа и интервалы. Операции над нечеткими числами и интервалами. Нечеткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Операции над ними. Треугольные нечеткие числа и трапециевидные интервалы. Композиция нечеткого множества и нечеткого отношения. 2.5. Основы нечеткой логики. Понятие нечеткого высказывания. Основные логические операции с нечеткими высказываниями. Логическое отрицание, конъюнкция, дизъюнкция нечетких высказываний. Нечеткая импликация. Принятие решений в нечеткой среде. Алгоритм Мамдани. Алгоритмы: Сугено, Цукамото, Ларсена. Примеры использования систем нечеткого вывода. Пример разработки системы нечеткого вывода в интерактивном режиме. Пример разработки системы нечеткого вывода в режиме командной строки. 2.6. Основы нечетких нейронных сетей. Общая характеристика ANFIS – адаптивных систем нейро-нечеткого вывода. Понятие нейронной сети и основные ее характеристики. Гибридная сеть как адаптивная система нейро-нечеткого вывода. 2.7. Примеры разработки систем нечеткого вывода. Разработка систем нечеткого вывода Мамдани, Сугено и системы нейро-нечеткого вывода (ANFIS), на основе численных данных.	4
3	Раздел 3. Модель нейрона и	Модель нейрона. Простой нейрон. Структура и функционирование одиночного нейрона. Функция активации.	6

	архитектура сети. Персептроны. Линейные сети.	Единичная с жёстким ограничением, сигмоидальная и линейная функции активации. Нейрон с векторным входом. Архитектура нейронных сетей. Однослойные сети. Многослойные сети. Сети с прямой передачей сигнала. Возможности и области применения нейронных сетей. Технология решения задачи с использованием нейронной сети. Выбор архитектуры. Инициализация параметров. Обучение сети. Использование сети. 3.2 Архитектура персептрона. Модель персептрона. Процедуры настройки параметров. Разделяющая линия. Ограничение линейной разделимости. Преодоление ограничения линейной разделимости. Обучение с учителем. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Пример использования персептрона. 3.3 Архитектура линейной сети. Создание модели линейной сети. Обучение линейной сети. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Поверхность ошибок. Построение поверхности ошибок. Ограничения возможностей линейной сети. Пример использования линейной сети.	
4	Раздел 4. Радиальные базисные сети.	Модель нейрона и архитектура сети. Функция активации радиального базисного нейрона. Параметр чувствительности нейрона. Создание сети. Радиальная базисная сеть с нулевой ошибкой. Итерационная процедура формирования сети. Пример использования сети. Исследование влияния параметра чувствительности нейрона на результаты работы сети. Формирование матрицы весов первого слоя. Рекомендации по выбору параметра чувствительности нейронов сети.	2
5		Регрессионная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Пример использования. Вероятностная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Формирование матрицы весов второго слоя. Цена ошибки классификации. Априорная вероятность. Функция плотности распределения вероятности. Метод Парцена. Пример использования сети.	2
6	Раздел 5. Самоорганизующиеся нейронные сети.	Слой Кохонена. Архитектура сети. Особенности функционирования сети. Технология обучения без учителя. Пример использования. Карта Кохонена. Архитектура сети. Особенности. Топология карты. Прямоугольная, гексагональная сетки и сетка со случайным расположением узлов. Функции для расчёта расстояний между узлами сетки. Понятие окрестности нейрона-победителя. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Связь координат центров кластеров в пространстве входов с матрицей весов. Пример использования одномерной карты Кохонена. Пример использования двумерной карты Кохонена. LVQ-сети. Архитектура сети. Особенности. Создание сети. Пример использования сети для решения линейно-неразделимой задачи.	6
7	Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети.	Сети Элмана. Архитектура сети. Наличие обратной связи. Пример решения задачи с использованием сети Элмана. Проблемы с обучением сети, вызванные наличием обратной связи. Сети Хопфилда. Архитектура сети. Особенности функционирования. Аттракторы. Объём памяти сети. Определение матрицы весов из обучающих данных. Пример использования сети.	6
8	Раздел 7. Применение нейронных сетей.	Проблема пере- и недообучения нейронных сетей. Диагностика и исправление. Контрольное и тестирующие множества. Алгоритм обратного распространения ошибки. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети. Пример анализа при решении задачи регрессии. Детальное рассмотрение решения задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети. Формат матрицы входов и целевой матрицы. Выбор числа нейронов по слоям.	6



	Этапы процесса обучения сети. Оценка качества работы сети. Архитектура сверточных нейронных сетей. Применение для решения задачи классификации.	
<b>Всего за 10 семестр</b>		<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Разработка экспертных систем.	Подготовка к восприятию материала, связанного с изложением следующих вопросов: Классификация систем, основанных на знаниях. Применимость, возможность, оправданность и разумность ЭС. Построение ЭС. Уровни разработки ЭС. Выбор инструментального средства построения ЭС. Приобретение знаний от экспертов. Беседы с экспертом. Взаимодействие пользователя с системой принятия решений.	5
2		Подготовка к практическим занятиям: Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью продукционной системы, использующей коэффициент доверия при работе с неопределенностью Подготовка к практическим занятиям : Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью вероятностной реализации экспертной системы. (Байесовский подход.) Подготовка к практическим занятиям : Разработка базы знаний для продукционной системы, использующей интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью.	5
3	Раздел 2. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики. Системы нечёткого вывода.	Подготовка к восприятию материала, связанного с изложением следующих вопросов: Нечёткие рассуждения в системах ИИ. Основные понятия теории нечётких множеств. Определение нечёткого множества. Основные характеристики нечётких множеств. Основные типы функций принадлежности. Операции над нечёткими множествами. Равенство и доминирование нечётких множеств. Операции пересечения, объединения и разности. Альтернативные операции пересечения и объединения нечётких множеств. Некоторые дополнительные операции над нечёткими множествами. Нечёткие отношения и способы их задания. Основные характеристики нечётких отношений. Операции над нечёткими отношениями. Композиция бинарных нечётких отношений. Нечёткое отображение. Нечёткая и лингвистическая переменные. Определения. Примеры. Нечёткие величины, числа и интервалы. Операции над нечёткими числами и интервалами. Нечёткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Операции над ними. Треугольные нечёткие числа и трапециевидные интервалы. Композиция нечёткого множества и нечёткого отношения.	4
4		Подготовка к практическим занятиям: Основы нечёткой логики. Понятие нечёткого высказывания. Основные логические операции с нечёткими высказываниями. Логическое отрицание, конъюнкция, дизъюнкция нечётких высказываний. Нечёткая импликация. Принятие решений в нечёткой среде. Алгоритм Мамдани. Алгоритмы: Сугено, Цукамото, Ларсена. Примеры использования систем нечёткого вывода. Пример разработки системы нечёткого вывода в интерактивном режиме. Пример разработки системы нечёткого вывода в режиме командной строки. Основы нечётких нейронных сетей. Общая характеристика ANFIS – адаптивных систем нейро-нечёткого вывода. Понятие нейронной сети и основные её характеристики. Гибридная сеть как адаптивная система нейро-нечёткого вывода. Разработка систем нечёткого вывода Мамдани, Сугено и системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS), на основе численных данных.	6
5	Раздел 3. Модель	Подготовка к восприятию материала, связанного с изложением	8

	нейрона и архитектура сети. Персептроны. Линейные сети.	следующих вопросов: Простой нейрон. Структура и функционирование одиночного нейрона. Функция активации. Единичная с жёстким ограничением, сигмоидальная и линейная функции активации. Нейрон с векторным входом. Архитектура нейронных сетей. Однослойные сети. Многослойные сети. Сети с прямой передачей сигнала. Возможности и области применения нейронных сетей. Технология решения задачи с использованием нейронной сети. Выбор архитектуры. Инициализация параметров. Обучение сети. Использование сети.	
6		Подготовка к восприятию материала, связанного с изложением следующих вопросов: Архитектура персептрона. Модель персептрона. Процедуры настройки параметров. Разделяющая линия. Ограничение линейной разделимости. Преодоление ограничения линейной разделимости. Обучение с учителем. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Пример использования персептрона. 3.3 Архитектура линейной сети. Создание модели линейной сети. Обучение линейной сети. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Поверхность ошибок. Построение поверхности ошибок. Ограничения возможностей линейной сети. Пример использования линейной сети.	9
7	Раздел 4. Радиальные базисные сети.	Подготовка к восприятию материала, связанного с изложением следующих вопросов: Модель нейрона и архитектура сети. Функция активации радиального базисного нейрона. Параметр чувствительности нейрона. Создание сети. Радиальная базисная сеть с нулевой ошибкой. Итерационная процедура формирования сети. Пример использования сети. Исследование влияния параметра чувствительности нейрона на результаты работы сети. Формирование матрицы весов первого слоя. Рекомендации по выбору параметра чувствительности нейронов сети.	6
8		Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Регрессионная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Пример использования. Вероятностная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Формирование матрицы весов второго слоя. Цена ошибки классификации. Априорная вероятность. Функция плотности распределения вероятности. Метод Парцена. Пример использования сети.	7
9	Раздел 5. Самоорганизующиеся нейронные сети.	Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Слой Кохонена. Архитектура сети. Особенности функционирования сети. Технология обучения без учителя. Пример использования. Карта Кохонена. Архитектура сети. Особенности. Топология карты. Прямоугольная, гексагональная сетки и сетка со случайным расположением узлов. Функции для расчёта расстояний между узлами сетки. Понятие окрестности нейрона-победителя. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Связь координат центров кластеров в пространстве входов с матрицей весов. Пример использования одномерной карты Кохонена. Пример использования двумерной карты Кохонена. LVQ-сети. Архитектура сети. Особенности. Создание сети. Пример использования сети для решения линейно-неразделимой задачи.	10
10	Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети.	Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Сети Элмана. Архитектура сети. Наличие обратной связи. Пример решения задачи с использованием сети Элмана. Проблемы с обучением сети, вызванные наличием обратной связи. Сети Хопфилда. Архитектура сети. Особенности функционирования. Аттракторы. Объём памяти сети. Определение матрицы весов из обучающих данных. Пример использования сети.	20

11	Раздел 7. Применение нейронных сетей.	Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Проблема пере- и недообучения нейронных сетей. Диагностика и исправление. Контрольное и тестирующие множества. Алгоритм обратного распространения ошибки. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети. Пример анализа при решении задачи регрессии. Детальное рассмотрение решения задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети. Формат матрицы входов и целевой матрицы. Выбор числа нейронов по слоям. Этапы процесса обучения сети. Оценка качества работы сети. Архитектура сверточных нейронных сетей. Применение для решения задачи классификации.	30
<b>Всего за 10 семестр</b>			110

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Разработка базы знаний в форме правил для решения поставленной задачи	1 - 3	4
Этап 2. Написание функции синтеза системы нечеткого вывода, работающей по алгоритму Мамдани	4 - 7	3
Этап 3. Проведение пробных расчётов	8 - 11	3
Этап 4. Корректировка функции синтеза и проведение окончательных расчетов	12 - 15	5
Этап 5. Оформление пояснительной записки и защита курсовой работы	16 - 17	3
<b>Всего за 10 семестр</b>		18

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10			ТекК		Отч. по ПЗ	ДР	ТекК			ДР	Отч. по ПЗ	ТекК			Отч. по ПЗ	ДР	КР, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- КР – курсовая работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Мягкие вычисления в задачах управления и принятия решений. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
2. . Нейронные сети в Matlab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 38 экз.
3. . Системы искусственного интеллекта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 50 экз.
4. А. Пегат. . Нечёткое моделирование и управление. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 19 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html> — Читать бесплатно книгу "Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH" - Леоненков Александр.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Практические занятия:**

1. Matlab 2015a SP1.

### **6.2. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ПК-1.5 Способен вести поиск и внедрение перспективных технических решений и технологий при проектировании ракет и космических аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с использованием систем искусственного интеллекта в инженерной деятельности.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**110 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 110 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Разработка экспертных систем.</b>		
Подготовка к восприятию материала, связанного с изложением следующих вопросов: Классификация систем, основанных на знаниях. Применимость, возможность, оправданность и разумность ЭС. Построение ЭС. Уровни разработки ЭС. Выбор инструментального средства построения ЭС. Приобретение знаний от экспертов. Беседы с экспертом. Взаимодействие пользователя с системой принятия решений.	А. Пегат. . Нечёткое моделирование и управление: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012	5
Подготовка к практическим занятиям: Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью продукционной системы, использующей коэффициент доверия при работе с неопределенностью Подготовка к практическим занятиям : Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью вероятностной реализации экспертной системы. (Байесовский подход.) Подготовка к практическим занятиям : Разработка базы знаний для продукционной системы, использующей интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью.	(1,2) . Системы искусственного интеллекта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1,5)	5
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики. Системы нечёткого вывода.</b>		
Подготовка к восприятию материала, связанного с изложением следующих вопросов: Нечёткие рассуждения в системах ИИ. Основные понятия теории нечётких множеств. Определение нечёткого множества. Основные характеристики нечётких множеств. Основные типы функций принадлежности. Операции над нечёткими множествами. Равенство и доминирование нечётких множеств. Операции пересечения, объединения и разности. Альтернативные операции пересечения и объединения нечётких множеств. Некоторые дополнительные операции над нечёткими множествами. Нечёткие отношения и способы их задания. Основные характеристики нечётких отношений. Операции над нечёткими отношениями. Композиция бинарных нечётких отношений. Нечёткое отображение. Нечёткая и лингвистическая переменные. Определения. Примеры. Нечёткие величины, числа и интервалы. Операции над нечёткими числами и интервалами. Нечёткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Операции над ними. Треугольные нечёткие числа и трапециевидные интервалы. Композиция нечёткого множества и нечёткого отношения.	А. Пегат. . Нечёткое моделирование и управление: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 (5,7) . Системы искусственного интеллекта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1,6) . Мягкие вычисления в задачах управления и принятия решений: СПб.:	4
Подготовка к практическим занятиям: Основы нечёткой логики. Понятие нечёткого высказывания. Основные логические операции с нечёткими высказываниями. Логическое отрицание, конъюнкция, дизъюнкция нечётких высказываний. Нечёткая импликация. Принятие решений в нечёткой среде. Алгоритм Мамдани. Алгоритмы: Сугено,		6



Цукамото, Ларсена. Примеры использования систем нечёткого вывода. Пример разработки системы нечёткого вывода в интерактивном режиме. Пример разработки системы нечёткого вывода в режиме командной строки. Основы нечётких нейронных сетей. Общая характеристика ANFIS – адаптивных систем нейро-нечёткого вывода. Понятие нейронной сети и основные её характеристики. Гибридная сеть как адаптивная система нейро-нечёткого вывода. Разработка систем нечёткого вывода Мамдани, Сугено и системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS), на основе численных данных.	Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1)	
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Модель нейрона и архитектура сети. Персептроны. Линейные сети.		
Подготовка к восприятию материала, связанного с изложением следующих вопросов: Простой нейрон. Структура и функционирование одиночного нейрона. Функция активации. Единичная с жёстким ограничением, сигмоидальная и линейная функции активации. Нейрон с векторным входом. Архитектура нейронных сетей. Однослойные сети. Многослойные сети. Сети с прямой передачей сигнала. Возможности и области применения нейронных сетей. Технология решения задачи с использованием нейронной сети. Выбор архитектуры. Инициализация параметров. Обучение сети. Использование сети.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (4,5)	8
Подготовка к восприятию материала, связанного с изложением следующих вопросов: Архитектура персептрона. Модель персептрона. Процедуры настройки параметров. Разделяющая линия. Ограничение линейной разделимости. Преодоление ограничения линейной разделимости. Обучение с учителем. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Пример использования персептрона. 3.3 Архитектура линейной сети. Создание модели линейной сети. Обучение линейной сети. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Поверхность ошибок. Построение поверхности ошибок. Ограничения возможностей линейной сети. Пример использования линейной сети.		9
Итого по разделу 3		17
Раздел 4. Радиальные базисные сети.		
Подготовка к восприятию материала, связанного с изложением следующих вопросов: Модель нейрона и архитектура сети. Функция активации радиального базисного нейрона. Параметр чувствительности нейрона. Создание сети. Радиальная базисная сеть с нулевой ошибкой. Итерационная процедура формирования сети. Пример использования сети. Исследование влияния параметра чувствительности нейрона на результаты работы сети. Формирование матрицы весов первого слоя. Рекомендации по выбору параметра чувствительности нейронов сети.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (7,8)	6
Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Регрессионная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Пример использования. Вероятностная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Формирование матрицы весов второго слоя. Цена ошибки классификации. Априорная вероятность. Функция плотности распределения вероятности. Метод Парцена. Пример использования сети.		7
Итого по разделу 4		13
Раздел 5. Самоорганизующиеся нейронные сети.		
Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Слой Кохонена. Архитектура сети. Особенности функционирования сети. Технология обучения без учителя. Пример использования. Карта Кохонена. Архитектура сети. Особенности. Топология карты. Прямоугольная, гексагональная сетки и сетка со случайным расположением узлов. Функции для расчёта расстояний между узлами сетки. Понятие окрестности нейрона-победителя.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (9)	10



Геометрическая интерпретация процесса обучения. Связь координат центров кластеров в пространстве входов с матрицей весов. Пример использования одномерной карты Кохонена. Пример использования двумерной карты Кохонена. LVQ-сети. Архитектура сети. Особенности. Создание сети. Пример использования сети для решения линейно-неразделимой задачи.		
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети.</b>		
Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Сети Элмана. Архитектура сети. Наличие обратной связи. Пример решения задачи с использованием сети Элмана. Проблемы с обучением сети, вызванные наличием обратной связи. Сети Хопфилда. Архитектура сети. Особенности функционирования. Аттракторы. Объем памяти сети. Определение матрицы весов из обучающих данных. Пример использования сети.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (10)	20
Итого по разделу 6		20
<b>Раздел 7. Применение нейронных сетей.</b>		
Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Проблема пере- и недообучения нейронных сетей. Диагностика и исправление. Контрольное и тестирующие множества. Алгоритм обратного распространения ошибки. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети. Пример анализа при решении задачи регрессии. Детальное рассмотрение решения задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети. Формат матрицы входов и целевой матрицы. Выбор числа нейронов по слоям. Этапы процесса обучения сети. Оценка качества работы сети. Архитектура сверточных нейронных сетей. Применение для решения задачи классификации.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (11)	30
Итого по разделу 7		30

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы для текущего контроля

##### Раздел 1

1. Что такое - правило?
2. Что такое - продукционная система?
3. Эвристика?
4. База знаний?
5. Что значит - выполнить правило?
6. Прямая цепочка рассуждений?
7. Обратная цепочка рассуждений?
8. Как получить характеристики констатирующей части правила?
9. Неформализованная задача?
10. Коэффициент доверия?
11. Степень принадлежности?
12. Возможности Байесовского подхода.
13. Косвенная цепочка рассуждений.
14. Цена свидетельства.
15. Физический смысл цены.
16. Технология Байесовского алгоритма.
17. Критерии принятия решения в Байесовском алгоритме.
18. Как смоделирована возможность дать нечёткий ответ?
19. Что такое  $P_{Hmax}$  и  $P_{Hmin}$ ?
20. Что такое верхний и нижний пороги?
21. Что такое  $t(A)$  и  $f(A)$  в интервальном подходе при работе с неопределённостью?
22. Как количественно оценить понятия: «неопределённость» и «недоверие»?
23. Что такое полная неопределённость и полное недоверие?
24. Сила правила.
25. Как получить характеристики констатирующей части правила в интервальном подходе?
26. Зависимые и независимые высказывания.
27. Противоречие.
28. Причины появления противоречия.

##### Раздел 3

1. Статические нейронные сети. Определение. Примеры.
2. Динамические нейронные сети. Определение. Примеры.
3. Прямая линия задержки. Определение. Назначение.
4. Архитектура персептрона. Пример использования.
5. Преодоление ограничений персептрона.
6. Архитектура линейной сети. Пример использования.
7. Что такое линейно-отделимая задача?
8. Поверхность ошибок. Геометрическая интерпретация процесса обучения сети.

##### Раздел 5

1. Технология обучения «с учителем».
2. Архитектура радиальной базисной сети. Способы формирования сети. Пример использования.
3. Выбор параметра чувствительности радиального базисного нейрона. Пример.
4. Архитектура регрессионной нейронной сети. Пример использования.
5. Архитектура вероятностной нейронной сети. Пример использования.
6. Архитектура сети Кохонена. Пример использования.
7. Топология карты Кохонена.
8. Технология обучения «без учителя».
9. Архитектура LVQ-сети. Пример использования.
10. Архитектура сети Элмана. Пример использования.
11. Архитектура сети Хопфилда. Пример использования.
12. Архитектура «классической» сети Хопфилда. Особенности работы.
13. Технология обновления состояния нейрона в сети Хопфилда.

#### Раздел 6

1. Переобучение нейронной сети. Контрольное и тестирующее множества.
2. Диагностика явления переобучения сети. Устранение переобучения.
3. Недообучение сети. Диагностика недообучения. Исправление ситуации при недообучении.
4. Алгоритм обратного распространения ошибки.
5. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных.
6. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети.
7. Пример анализа при решении задачи регрессии.
8. Решение задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети.
9. Обучающее множество для решения задачи распознавания символов.
10. Архитектура нейронной сети для решения задачи распознавания символов.
11. Регуляризация. Назначение.
12. Способы улучшения обобщающей способности нейронной сети.
13. Архитектура сверточной нейронной сети.

Правильный ответ на 7 вопросов из 10, заданных из соответствующего раздела, - контроль пройден.

#### **Отчет по практическому заданию**

Отчет должен содержать: титульный лист, постановку задачи, описание метода решения и комментарии по проделанной работе и полученным результатам.

Защита - в форме беседы, по результатам которой, отчет либо принимается, либо отправляется на доработку. Комплект практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

#### **Курсовая работа**

Темы курсовых работ входят в состав УМК дисциплины.

Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ.

Защита - в форме беседы, по результатам которой, выставляется оценка.

Студент полностью выполнил задание, отлично владеет материалом и получил хорошие численные значения ключевых параметров, нет замечаний по оформлению записки: оценка "отлично".

Неуверенно отвечает на вопросы, численные значения - можно бы и получше, но выполнил в полном объеме: "хорошо".

Не в полном объеме выполнено задание, замечания по оформлению, неполные ответы:

"удовлетворительно".

Не владеет материалом или записка не по форме: защита не состоялась.

#### **Вопросы к дифференцированному зачету**

.Нечеткая переменная. Пример. Лингвистическая переменная. Пример.

2. Нечеткое множество. Носитель нечеткого множества.
3. Интервальный подход к работе с неопределенностью. Сила правил. Противоречие.
4. Основные типы функций принадлежности. Назначение.
5. Вероятностный подход к реализации экспертной системы. Постановка задачи.
6. Основные характеристики нечетких множеств.
7. Байесовский подход. Реализация неопределенности, заключенной в реакции человека.
8. Операции пересечения, объединения и разности нечетких множеств.
9. Байесовский подход. Цена свидетельства. Определение, расчет.
10. Обратная цепочка рассуждений.
11. Композиция нечёткого множества и нечёткого отношения.
12. Обход бинарного дерева.
13. Нечеткие отношения. Способы задания нечетких отношений. Пример.
14. Байесовский подход.
15. Композиция бинарных нечетких отношений. Пример.

16. Нечеткие отображения. Нечеткая функция.
17. Нечеткие высказывания, нечеткие правила, нечеткий вывод. Определения. Примеры.
18. Основные этапы нечеткого вывода.
19. Типы функций принадлежности. Назначение.
20. Операции над нечёткими множествами.
21. Двухсвязный циклический список. Операция исключения элемента по его адресу.
22. Нечёткие величины, числа и интервалы. (L-R)-функция. ТНЧ и ТНИ. Понятие об арифметических операциях.
23. Представление деревьев в виде бинарных.
24. Процедура дефаззификации. Назначение. Технология.
25. Нечёткие высказывания. Основные логические операции с ними.
26. Байесовский подход. Цена свидетельства. Определение, расчёт.
27. Системы нечёткого вывода. Нечёткие высказывания. Типы высказываний. Примеры. Преобразования высказываний разных типов.
28. Фаззификация. Пример.
29. Термы лингвистической переменной. Пример.
30. Агрегирование. Пример.
31. Алгоритм нечёткого вывода Мамдани. Этапы. Технология.
32. Прохождение леса. Пример.
33. Способы дефаззификации.
34. Стеки, очереди и деки. Пример операции включения в стек.
35. Связь между нечётким отношением и нечётким правилом. Пример.
36. Алгоритм нечеткого вывода Сугено.
37. Сравнить результаты работы систем нечёткого вывода Мамдани и Сугено при решении одной задачи.
38. Что такое - система нейро-нечёткого вывода?
39. Какие проблемы помогает решить нейро-нечеткий подход?
40. Этапы разработки системы нейро-нечёткого вывода.
41. Для чего в системах нейро-нечёткого вывода используются алгоритмы обучения нейронных сетей?
42. Нечёткая кластеризация?
43. Отличие нечеткой кластеризации от обычной.
44. Какие факторы учитывает целевая функция при кластеризации методом нечетких с-средних?
45. Понятие об алгоритме субтрактивной кластеризации.
46. С помощью каких параметров можно повлиять на число предполагаемых кластеров?
47. Классический генетический алгоритм.
48. Хромосома.
49. Популяция.
50. Генотип.
51. Фенотип.
52. Локус.
53. Аллель.
54. Функция приспособленности.
55. Генетические операторы.
56. Скрещивание и мутация.
57. Виды скрещивания.
58. Кодирование.
59. Колесо рулетки.
60. Основная теорема.
61. Схема.
62. Порядок и охват схемы.
63. Строительные блоки.
64. Статические нейронные сети. Определение. Примеры.
65. Динамические нейронные сети. Определение. Примеры.
66. Примыкающая линия задержки. Определение. Назначение.
67. Архитектура персептрона. Пример использования.
68. Преодоление ограничений персептрона.
69. Архитектура линейной сети. Пример использования.
70. Что такое линейно-отделимая задача?
71. Поверхность ошибок. Геометрическая интерпретация процесса обучения сети.
72. Технология обучения «с учителем».
73. Архитектура радиальной базисной сети. Способы формирования сети. Пример использования.
74. Выбор параметра чувствительности радиального базисного нейрона. Пример.
75. Архитектура регрессионной нейронной сети. Пример использования.

76. Архитектура вероятностной нейронной сети. Пример использования.
77. Архитектура сети Кохонена. Пример использования.
78. Топология карты Кохонена.
79. Технология обучения «без учителя».
80. Архитектура LVQ-сети. Пример использования.
81. Архитектура сети Элмана. Пример использования.
82. Архитектура сети Хопфилда. Пример использования.
83. Архитектура «классической» сети Хопфилда. Особенности работы.
84. Технология обновления состояния нейрона в сети Хопфилда.
85. Переобучение нейронной сети. Контрольное и тестирующее множества.
86. Диагностика явления переобучения сети. Устранение переобучения.
87. Недообучение сети. Диагностика недообучения. Исправление ситуации при недообучении.
88. Алгоритм обратного распространения ошибки.
90. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных.
91. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети.
92. Пример анализа при решении задачи регрессии.
93. Решение задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети.
94. Обучающее множество для решения задачи распознавания символов.
95. Архитектура нейронной сети для решения задачи распознавания символов.
96. Регуляризация. Назначение.
97. Способы улучшения обобщающей способности нейронной сети.
98. Архитектура сверточной нейронной сети.

#### **Дифференцированный зачет**

К сдаче дифф. зачета допускаются студенты при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины. При сдаче зачета задаются два вопроса из приведенного списка. Оценка выставляется по результатам ответов.

При правильном, полном ответе на оба вопроса - оценка: "зачтено-отлично".

При неполном ответе на один из вопросов - "зачтено-хорошо".

При неполном ответе на оба вопроса - "зачтено-удовлетворительно".

При неполном ответе только на один вопрос - "не зачтено".

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		УК-1	ПК-1.5	
5	10	Раздел 1. Разработка экспертных систем.	12	2	2	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	10	Раздел 2. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики. Системы нечёткого вывода.	14	4	4	10	10	10	Отчет по практическому заданию, Курсовая работа
5	10	Раздел 3. Модель нейрона и архитектура сети. Персептроны. Линейные сети.	23	6	6	17	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	10	Раздел 4. Радиальные базисные сети.	17	4	4	13	20	20	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 5. Самоорганизующиеся нейронные сети.	16	6	6	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	10	Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети.	26	6	6	20	20	20	Вопросы для текущего контроля
5	10	Раздел 7. Применение нейронных сетей.	36	6	6	30	20	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 10 семестр			144	34	34	110	100	100	
Всего по дисциплине			144	34	34	110	100	100	

**Оценочные материалы по дисциплине МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ  
УПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

**УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между операторами и их назначением:

1. Conv2D

2. Pooling

3. Flatten

А - формирует из матрицы вектор

Б - создает сверточный слой

В - уменьшает размер карты признаков

Г - обучает нейронную сеть

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что происходит с вероятностью выживания схемы при мутации, если увеличивается порядок схемы?

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что происходит с вероятностью выживания схемы при скрещивании, если увеличивается охват схемы?

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Завершите фразы соответствующими фрагментами:

1. Настраиваемыми параметрами систем нечеткого вывода являются ...

2. Настраиваемыми параметрами нейронных сетей являются ...

3. В ходе обучения нейронной сети определяют ...

А - значения функции потерь

Б - характеристики функций принадлежности и веса правил

В - веса и смещения нейронов

Г - число слоев

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Степень принадлежности объединению нечетких множеств равна ...

1) максимуму степеней принадлежности пересекаемых множеств.

2) минимуму степеней принадлежности пересекаемых множеств.

3) разности степеней принадлежности пересекаемых множеств.

4) сумме степеней минус их произведение

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность операторов, формирующих сверточную нейронную сеть с одним сверточным слоем и одним полносвязным:

1) Dense

2) Conv2D

- 3) Flatten
- 4) MaxPooling2D

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность операторов, обеспечивающих создание, обучение и проверку работы сверточной нейронной сети:

- 1) model.compile(...)
- 2) model = keras.Sequential(...)
- 3) model.evaluate(...)
- 4) model.fit(...)

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Терм-множество лингвистической переменной — это ...

- 1) множество её значений.
- 2) область её определения
- 3) множество модификаторов
- 4) множество правил с её участием

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Пересечение нечеткого множества и его дополнения ...

- 1) образует универсальное множество
- 2) является пустым множеством
- 3) не является пустым множеством
- 4) определяется максимумом функции принадлежности

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Объединение нечеткого множества и его дополнения ...

- 1) образует универсальное множество
- 2) является пустым множеством
- 3) не дает универсального множества
- 4) определяется минимумом функции принадлежности

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между методами и их назначением:

- 1. Compile
- 2. fit
- 3. evaluate

А - обучает нейронную сеть

Б - проводит вычисление с помощью нейронной сети



В - завершает формирование архитектуры сети

Г - масштабирует входные данные

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прямая цепочка рассуждений ...

1) анализирует констатирующую часть правила

2) анализирует условную часть правила

3) просматривает правила выборочно

4) просматривает весь список правил полностью

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Обратная цепочка рассуждений ...

1) анализирует констатирующую часть правила

2) анализирует условную часть правила

3) просматривает правила выборочно

4) просматривает весь список правил полностью

№ 14 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между фразами:

1. ANFIS это

2. Завершающий этап при решении задачи с помощью нейронной сети это

3. Архитектура нейронной сети это

А - проверка обобщающей способности нейронной сети

Б - адаптивная система нейро-нечеткого вывода

В - определение числа слоев, количества нейронов и функции активации по слоям, наличия/отсутствия обратных связей.

Г - проверка на тестирующем множестве

**ПК-1.5 - Способен вести поиск и внедрение перспективных технических решений и технологий при проектировании ракет и космических аппаратов**

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Для характеристики неопределенности типа "среднее значение", "находится в интервале", "похож на объект"...

следует использовать функции принадлежности:

1) Z - образные

2) S - образные

3) П - образные

4) монотонные

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что происходит с вероятностью выживания схемы при мутации, если уменьшается порядок

схемы?

- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
В технологии ANFIS система нечеткого вывода настраивается с помощью...

ЗАВЕРШИТЕ ФРАЗУ

- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между фразами:

1. с помощью Z-образной функции принадлежности
2. с помощью S-образной функции принадлежности
3. с помощью П-образной функции принадлежности

А - характеризуется высокая степень проявления признака

Б - характеризуется низкая степень проявления признака

В - характеризуется сходство с данным объектом

Г - характеризуется отличие от объекта

- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность решения задачи с помощью нейронной сети:

- 1) Инициализация параметров
- 2) Выбор архитектуры
- 3) Проверка обобщающей способности
- 4) Обучение

- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между фразами:

1. Численное значение цены свидетельства в Байесовском подходе характеризует
2. Численное значение функции принадлежности характеризует
3. Возведение функции принадлежности в квадрат характеризует

А - рост степени уверенности

Б - значение степени уверенности

В - влияние при решении задачи

Г - вероятность истинности

- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность этапов нечеткого вывода:

1. Дефазификация
2. Фазификация
3. Формирование базы правил
4. Агрегирование
5. Аккумуляирование
6. Активизация

- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответа

Для характеристики высокой степени проявления качественного или количественного признака следует использовать функции принадлежности:

- 1) Z - образные
- 2) S - образные
- 3) П - образные
- 4) монотонно-убывающие

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Для характеристики слабой степени проявления качественного или количественного признака следует использовать функции принадлежности:

- 1) Z - образные
- 2) S - образные
- 3) П - образные
- 4) монотонно-возрастающие

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите подходящие функции принадлежности для нечеткого множества: "действительное число около нуля":

- 1) Z - образная
- 2) S - образная
- 3) треугольная с модой, равной нулю
- 4) кривая Гаусса

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите подходящие функции принадлежности для термина: "средняя скорость", если диапазон скоростей от 0 до 100:

- 1) Z - образная
- 2) S - образная
- 3) треугольная с модой, равной 50
- 4) кривая Гаусса с модой 50

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите преимущества сверточных нейронных сетей при анализе изображений:

- 1) не требуется обучающее множество
- 2) не нужно "вручную" формировать вектор признаков
- 3) не наступает переобучение
- 4) в сверточных слоях выявляются пространственные особенности изображения

