


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
(подпись) Юнаев Л. П.  
ФИО  
« 31 » « 05 » 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Направление/специальность подготовки	27.05.01 Специальные организационно-технические системы
Специализация/профиль/программа подготовки	Внешнее проектирование и эффективность авиационных и ракетных организационно-технических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
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	
4	8	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	диф. зач.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

### 27.05.01 Специальные организационно-технические системы

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ  
Маслов Александр Анатольевич, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

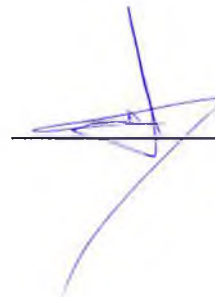
Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

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



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

## **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:

ПСК-02 — способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования специальных ОТС и их подсистем
ПСК-06 — способен обосновывать разработку функциональной структуры и выбор принципов организации технического, программного и информационного обеспечения проектирования специальных ОТС
ПСК-07 — способен проводить моделирование ракетных организационно-технических систем и оценивать эффективность их функционирования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-02**

*знания:*

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

*умения:*

*умения:*

составление моделей функционирования изделий РКТ;

*навыки:*

*навыки:*

использования современных методов разработки систем поддержки принятия решений;.

### **ПСК-06**

*знания:*

способы построения моделей поиска и принятия решений;

*умения:*

*умения:*

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

*навыки:*

*навыки:*

использования экспертных систем с интеллектуальными возможностями;.

### **ПСК-07**

*знания:*

математические зависимости, позволяющие составлять математические модели, описывающие процессы, происходящие при эксплуатации изделий РКТ;;

*умения:*

выбирать архитектуру нейронных сетей и проверять их обобщающую способность.;

*навыки:*

*навыки:*

использования современных нейро-сетевых технологий и гибридных сетей.;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 27.05.01 *Специальные организационно-технические системы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе приобретенных знаний
- ОПК-10 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ПК-91 — способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

### 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	Лекции	Практические занятия		ПСК-02	ПСК-06	ПСК-07
4	8	<b>Раздел 1. Введение.</b> Краткая история искусственного интеллекта (ИИ). Основные направления исследований в области ИИ. Программное обеспечение систем ИИ. Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод. Интеллектуальные роботы. Машинное зрение. Обучение и самообучение. Распознавание образов. Другие направления. Представление задач в пространстве состояний. Поиск в пространстве состояний. Дедуктивный вывод. Введение в экспертные системы (ЭС). Характеристики ЭС. Достоинства ЭС. Место человека в ЭС. Организация ЭС. Организация знаний. Отличие ЭС от традиционных программ. Основные виды деятельности ЭС. Типы задач, решаемые ЭС.	7	1	1	0	6	8	8	8
4	8	<b>Раздел 2. Разработка экспертных систем.</b> 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. 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. 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.	12	6	2	4	6	10	10	10
4	8	<b>Раздел 3. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики.</b> 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. 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.	12	4	4	0	8	10	10	10
4	8	<b>Раздел 4. Системы нечёткого вывода.</b> Базовая архитектура систем нечёткого вывода. Нечёткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечёткого вывода. Формирование базы правил. Фаззификация. Агрегирование. Активизация. Аккумуляция. Дефаззификация. Метод центра тяжести. Метод центра площади. Метод левого/правого модального значения. Проектирование базы нечётких правил на основе численных данных. Основные алгоритмы нечёткого вывода. Алгоритм Мамдани. Алгоритм 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. Нечёткая кластеризация. Постановка задачи нечёткого кластерного анализа. Алгоритм решения задачи нечёткой кластеризации методом нечётких с-средних. Пример решения задачи в командном режиме и с использованием графического интерфейса. Решение задачи определения числа кластеров для нечёткой кластеризации. 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. Примеры разработки систем нечёткого вывода. Разработка систем нечёткого вывода Мамдани, Сугено и системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS), на основе численных данных.	20	12	6	6	8	10	10	10
4	8	<b>Раздел 5. Генетические алгоритмы.</b> Основные понятия	10	6	4	2	4	8	8	8

		генетических алгоритмов. Классический генетический алгоритм. Иллюстрация выполнения классического генетического алгоритма. Кодирование параметров задачи в генетическом алгоритме. Основная теорема о генетических алгоритмах. Модификации классического генетического алгоритма. Методы селекции. Особые процедуры репродукции. Генетические операторы. Методы кодирования. Масштабирование функции приспособленности. Генетические алгоритмы для многокритериальной оптимизации.								
4	8	<b>Раздел 6. Модель нейрона.</b> 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	2	2	0	4	8	8	8
4	8	<b>Раздел 7. Персептроны и линейные сети.</b> Архитектура персептрона. Модель персептрона. Процедуры настройки параметров. Разделяющая линия. Ограничение линейной делимости. Преодоление ограничения линейной делимости. Обучение с учителем. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Пример использования персептрона. 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.	10	4	2	2	6	8	8	8
4	8	<b>Раздел 8. 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. 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.	18	8	4	4	10	10	10	10
4	8	<b>Раздел 9. Самоорганизующиеся нейронные сети.</b> 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.	17	9	3	6	8	8	8	8
4	8	<b>Раздел 10. Рекуррентные нейронные сети.</b> 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.	14	6	2	4	8	10	10	10
4	8	<b>Раздел 11. 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. 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.	18	10	4	6	8	10	10	10
<b>Всего за 8 семестр</b>			144	68	34	34	76	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	68	34	34	76	100	100	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Разработка экспертных систем.	Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью продукционной системы, использующей коэффициент доверия при работе с неопределенностью. Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью вероятностной реализации экспертной системы. (Байесовский подход.) Разработка базы знаний для продукционной системы, использующей интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью.	4
2	Раздел 4. Системы	Алгоритм Мамдани. Алгоритм Сугено. Примеры использования	2

	нечёткого вывода.	систем нечёткого вывода. Пример разработки системы нечёткого вывода в интерактивном режиме. Пример разработки системы нечёткого вывода в режиме командной строки. Разработка системы нечёткого вывода Мамдани и системы нечёткого вывода Сугено на основе численных данных с использованием графического интерфейса.	
3		Разработка системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS) на основе численных данных с использованием графического интерфейса. Решение задачи нечёткой кластеризации методом нечётких средних в командном режиме и с использованием графического интерфейса. Решение задачи определения числа кластеров для нечёткой кластеризации.	2
4		Разработка системы нечеткого вывода для управления движением летательного аппарата в трехмерной постановке средствами Матлаб.	2
5	Раздел 5. . Генетические алгоритмы.	Решение задач с помощью генетического алгоритма в режиме графического интерфейса и с использованием командной строки.	2
6	Раздел 7. . Персептроны и линейные сети.	Синтез персептрона. Инициализация. Обучение. Решение задачи классификации. Синтез линейной сети. Инициализация. Обучение. Построение поверхности ошибки. Геометрическая интерпретация процесса обучения.	2
7	Раздел 8. Радиальные базисные сети.	Радиальная базисная сеть с заданной ошибкой. Решение задачи аппроксимации функции. Исследование значения параметра влияния на результаты работы сети. Регрессионная сеть. Решение задачи аппроксимации функции. Исследование значения параметра влияния на результаты работы сети. Вероятностная сеть. Решение задачи классификации. Исследование значения параметра влияния на результаты работы сети.	4
8	Раздел 9. Самоорганизующиеся нейронные сети.	Одномерная карта Кохонена. Синтез сети. Обучение. Решение задачи кластеризации. Двумерная карта Кохонена. Синтез сети. Обучение. Решение задачи кластеризации.	6
9	Раздел 10. Рекуррентные нейронные сети.	Сети Элмана. Синтез сети. Обучение. Решение задачи регрессии. Сети Хопфилда. Синтез сети. Обучение. Решение задачи распознавания	4
10	Раздел 11. Применение нейронных сетей.	Решение задачи распознавания образа с использованием двухслойной нейронной сети. Выбор архитектуры сети. Обучение. Анализ работы. Решение задачи регрессии с использованием нейронной сети прямого распространения сигнала. Выбор архитектуры сети. Обучение. Анализ работы.	6
<b>Всего за 8 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. Введение.	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с историей искусственного интеллекта (ИИ). Основными направлениями исследований в области ИИ. Программным обеспечением систем ИИ. Разработкой естественно-языковых интерфейсов и машинным переводом. Интеллектуальные роботы. Машинное зрение. Обучение и самообучение. Распознавание образов.	2
2		Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Представление задач в пространстве состояний. Поиск в пространстве состояний. Дедуктивный вывод. Введение в экспертные системы (ЭС). Характеристики ЭС. Достоинства ЭС. Место человека в ЭС. Организация ЭС. Организация знаний. Отличие ЭС от	4



		традиционных программ. Основные виды деятельности ЭС. Типы задач, решаемые ЭС.	
3	Раздел 2. Разработка экспертных систем.	Подготовка к восприятию лекционного 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.	2
4		Подготовка к практическим занятиям: Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью продукционной системы, использующей коэффициент доверия при работе с неопределенностью. Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью вероятностной реализации экспертной системы. (Байесовский подход.) Разработка базы знаний для продукционной системы, использующей интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью.	4
5	Раздел 3. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики.	Подготовка к восприятию лекционного 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. 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.	4
6		Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: 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.	2
7		Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: 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.	2
8	Раздел 4. Системы нечёткого вывода.	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Базовая архитектура систем нечёткого вывода. Нечёткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечёткого вывода. Формирование базы правил. Фаззификация. Агрегирование. Активизация. Аккумуляция. Дефаззификация. Метод центра тяжести. Метод центра площади. Метод левого/правого модального значения. Проектирование базы нечётких правил на основе численных данных.	2
9		Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Примеры разработки систем нечёткого вывода. Разработка систем нечёткого вывода Мамдани, Сугено и системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS), на основе численных данных.	2

10		Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Разработка системы нечеткого вывода для управления движением летательного аппарата в трехмерной постановке средствами Матлаб.	2
11		Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Основные алгоритмы нечёткого вывода. Алгоритм Мамдани. Алгоритм Сугено. Примеры использования систем нечёткого вывода. Пример разработки системы нечёткого вывода в интерактивном режиме. Пример разработки системы нечёткого вывода в режиме командной строки.	2
12	Раздел 5. . Генетические алгоритмы.	Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Решение задач с помощью генетического алгоритма в режиме графического интерфейса и с использованием командной строки.	4
13	Раздел 6. Модель нейрона.	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: 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	4
14	Раздел 7. . Персептроны и линейные сети.	Подготовка к практическому занятию: Синтез персептрона. Инициализация. Обучение. Решение задачи классификации. Синтез линейной сети. Инициализация. Обучение. Построение поверхности ошибки. Геометрическая интерпретация процесса обучения.	6
15	Раздел 8. Радиальные базисные сети.	Подготовка к практическому занятию: Радиальная базисная сеть с заданной ошибкой. Решение задачи аппроксимации функции. Исследование значения параметра влияния на результаты работы сети. Регрессионная сеть. Решение задачи аппроксимации функции. Исследование значения параметра влияния на результаты работы сети. Вероятностная сеть. Решение задачи классификации. Исследование значения параметра влияния на результаты работы сети.	10
16	Раздел 9. Самоорганизующиеся нейронные сети.	Подготовка к практическому занятию: Одномерная карта Кохонена. Синтез сети. Обучение. Решение задачи кластеризации. Подготовка к практическому занятию: Двумерная карта Кохонена. Синтез сети. Обучение. Решение задачи кластеризации.	8
17	Раздел 10. Рекуррентные нейронные сети.	Подготовка к практическому занятию: Сети Элмана. Синтез сети. Обучение. Решение задачи регрессии. Сети Хопфилда. Синтез сети. Обучение. Решение задачи распознавания.	8
18	Раздел 11. Применение нейронных сетей.	Подготовка к практическому занятию: Решение задачи распознавания образа с использованием двухслойной нейронной сети. Выбор архитектуры сети. Обучение. Анализ работы. Решение задачи регрессии с использованием нейронной сети прямого распространения сигнала. Выбор архитектуры сети. Обучение. Анализ работы.	8
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>76</b>

#### 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
8	ТекК	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	ДР	ТекК		Отч. по ПЗ	ДР	ТекК	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	ДР	Вопр.Диф.Зач. диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- 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;
- 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. . Нейронные сети в Matlab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 38 экз.
2. . Системы искусственного интеллекта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 50 экз.
3. А. А. Маслов. . Генетический алгоритм в MATLAB. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 30 экз.
4. А. Пегат. . Нечёткое моделирование и управление. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 19 экз.
5. С. Д. Штовба. . Проектирование нечётких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия-Телеком, 2007, 30 экз.
6. Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. . Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2001, 20 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. MATLAB 6. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002, 2 экз.

### 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;
2. <https://lib-bkm.ru/13784> <https://yadi.sk/d/77pH8hv13UDost>.

### 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;
2. Microsoft Windows.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Windows.

### **6.3. 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 **ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 27.05.01 *Специальные организационно-технические системы*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-02 способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования специальных ОТС и их подсистем;

ПСК-06 способен обосновывать разработку функциональной структуры и выбор принципов организации технического, программного и информационного обеспечения проектирования специальных ОТС;

ПСК-07 способен проводить моделирование ракетных организационно-технических систем и оценивать эффективность их функционирования.

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;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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.
Раздел 1. Введение.		
Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с историей искусственного интеллекта (ИИ). Основными направлениями исследований в области ИИ. Программным обеспечением систем ИИ. Разработкой естественно-языковых интерфейсов и машинным переводом. Интеллектуальные роботы. Машинное зрение. Обучение и самообучение. Распознавание образов.	Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. . Базы знаний интеллектуальных систем: СПб.: Питер, 2001 (1)	2
Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Представление задач в пространстве состояний. Поиск в пространстве состояний. Дедуктивный вывод. Введение в экспертные системы (ЭС). Характеристики ЭС. Достоинства ЭС. Место человека в ЭС. Организация ЭС. Организация знаний. Отличие ЭС от традиционных программ. Основные виды деятельности ЭС. Типы задач, решаемые ЭС.		4
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Разработка экспертных систем.		
Подготовка к восприятию лекционного 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 (2) С. Д. Штовба. . Проектирование нечётких систем средствами MATLAB: М.: Горячая линия-Телеком, 2007 (1) . Системы искусственного интеллекта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3)	2
Подготовка к практическим занятиям: Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью продукционной системы, использующей коэффициент доверия при работе с неопределенностью. Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью вероятностной реализации экспертной системы. (Байесовский подход.) Разработка базы знаний для продукционной системы, использующей интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью.		4
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики.		

Подготовка к восприятию лекционного 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. 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.	А. Пегат. . Нечёткое моделирование и управление: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 (2)	4
Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: 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.		2
Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: 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.		2
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Системы нечёткого вывода.		
Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Базовая архитектура систем нечёткого вывода. Нечёткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечёткого вывода. Формирование базы правил. Фаззификация. Агрегирование. Активизация. Аккумуляция. Дефаззификация. Метод центра тяжести. Метод центра площади. Метод левого/правого модального значения. Проектирование базы нечётких правил на основе численных данных.	А. Пегат. . Нечёткое моделирование и управление: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 (3,4)	2
Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Примеры разработки систем нечёткого вывода. Разработка систем нечёткого вывода Мамдани, Сугено и системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS), на основе численных данных.		2
Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Разработка системы нечеткого вывода для управления движением летательного аппарата в трехмерной постановке средствами Матлаб.		2
Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Основные алгоритмы нечёткого вывода. Алгоритм Мамдани. Алгоритм Сугено. Примеры использования систем нечёткого вывода. Пример разработки системы нечёткого вывода в интерактивном режиме. Пример разработки системы нечёткого вывода в режиме командной строки.		2
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. . Генетические алгоритмы.		
Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Решение задач с помощью генетического	А. А. Маслов. . Генетический алгоритм в	4



алгоритма в режиме графического интерфейса и с использованием командной строки.	МАТЛАВ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1-10)	
Итого по разделу 5		4
<b>Раздел 6. Модель нейрона.</b>		
Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: 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	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1) В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. МАТЛАВ 6: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 (2)	4
Итого по разделу 6		4
<b>Раздел 7. . Персептроны и линейные сети.</b>		
Подготовка к практическому занятию: Синтез персептрона. Инициализация. Обучение. Решение задачи классификации. Синтез линейной сети. Инициализация. Обучение. Построение поверхности ошибки. Геометрическая интерпретация процесса обучения.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (15) В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. МАТЛАВ 6: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 (4)	6
Итого по разделу 7		6
<b>Раздел 8. Радиальные базисные сети.</b>		
Подготовка к практическому занятию: Радиальная базисная сеть с заданной ошибкой. Решение задачи аппроксимации функции. Исследование значения параметра влияния на результаты работы сети. Регрессионная сеть. Решение задачи аппроксимации функции. Исследование значения параметра влияния на результаты работы сети. Вероятностная сеть. Решение задачи классификации. Исследование значения параметра влияния на результаты работы сети.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (5) В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. МАТЛАВ 6: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 (6)	10
Итого по разделу 8		10
<b>Раздел 9. Самоорганизующиеся нейронные сети.</b>		
Подготовка к практическому занятию: Одномерная карта Кохонена. Синтез сети. Обучение. Решение задачи кластеризации. Подготовка к практическому занятию: Двумерная карта Кохонена. Синтез сети. Обучение. Решение задачи кластеризации.	В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. МАТЛАВ 6: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 (7) . Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (6)	8

Итого по разделу 9		8
<b>Раздел 10. Рекуррентные нейронные сети.</b>		
Подготовка к практическому занятию: Сети Элмана. Синтез сети. Обучение. Решение задачи регрессии. Сети Хопфилда. Синтез сети. Обучение. Решение задачи распознавания.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2, 3, 7, 15) В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. МАТЛАБ 6: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 (8)	8
Итого по разделу 10		8
<b>Раздел 11. Применение нейронных сетей.</b>		
Подготовка к практическому занятию: Решение задачи распознавания образа с использованием двухслойной нейронной сети. Выбор архитектуры сети. Обучение. Анализ работы. Решение задачи регрессии с использованием нейронной сети прямого распространения сигнала. Выбор архитектуры сети. Обучение. Анализ работы.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2) В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. МАТЛАБ 6: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 (9)	8
Итого по разделу 11		8

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- 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- 2

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. Функция принадлежности?
2. Нечёткое множество?
3. Нечёткое высказывание?
4. Нечёткая переменная?
5. Операции с нечёткими множествами.
6. Операции с нечёткими высказываниями.
7. Лингвистическая переменная.
8. Как поступить, если одно высказывание получено разными путями?
9. Нечёткая величина.
10. Нечёткие числа и интервалы.

11. Что такое левый и правый коэффициенты нечёткости?
12. Что означает аббревиатура ТНЧ и ТНИ?
13. Что такое L-R функция?
14. Типы функций принадлежности.
15. Области применимости различных типов?

#### Раздел 4

1. Системы нечёткого вывода.
2. Фаззификация.
3. Агрегирование.
4. Активизация.
5. Аккумуляция.
6. Дефаззификация.
7. Пояснить структуру созданной базы знаний.
8. Пояснить перечень входных и выходных переменных в системе нечёткого вывода.
9. Пояснить состав терм-множеств.
10. Пояснить характеристики, тип и количество использованных функций принадлежности.
11. Как оценивалась адекватность работы системы нечёткого вывода?
12. Сравнить результаты работы систем нечёткого вывода Мамдани и Сугено при решении одной задачи.
13. Что такое - система нейро-нечёткого вывода?
14. Какие проблемы помогает решить этот подход?
15. Этапы разработки системы нейро-нечёткого вывода.
16. Для чего в системах нейро-нечёткого вывода используются алгоритмы обучения нейронных сетей?
17. Нечёткая кластеризация?
18. Отличие от обычной кластеризации.
19. Понятие об алгоритме субтрактивной кластеризации.
20. С помощью каких параметров можно повлиять на число предполагаемых кластеров?

#### Раздел 5

1. Классический генетический алгоритм.
2. Хромосома.
3. Популяция.
4. Генотип.
5. Фенотип.
6. Лocus.
7. Аллель.
8. Функция приспособленности.
9. Генетические операторы.
10. Скрещивание и мутация.
11. Виды скрещивания.
12. Кодирование.
13. Колесо рулетки.
14. Основная теорема.
15. Схема.
16. Порядок и охват схемы.
17. Строительные блоки.

#### Раздел 6

1. Архитектура простого нейрона?
2. Вес и смещение?
3. Функция активации?
4. Типы функций активации?
5. Архитектура нейрона с векторным входом?
6. Что такое нейронная сеть?
7. Архитектура нейронной сети?
8. Размер весовой матрицы первого слоя?
9. Размер весовой матрицы промежуточного слоя?
10. Что значит обучить нейронную сеть?
11. Технология решения задачи с использованием нейронной сети?
12. Что такое - инициализация параметров сети?
13. Что такое - настраиваемые параметры сети?
14. Возможности нейронных сетей?
15. Области применения нейронных сетей?

## Раздел 7

1. Архитектура персептрона?
2. Разделяющая линия?
3. Линейно-разделимые задачи.
4. Ограничения возможностей персептрона.
5. Преодоление ограничений персептрона.

## Раздел 7

1. Архитектура линейной сети?
2. Поверхность ошибок.
3. Геометрическая интерпретация процесса обучения сети.
4. Технология обучения «с учителем»?

## Раздел 8

1. Радиальный базисный нейрон?
2. Радиальная базисная функция?
3. Архитектура радиальной базисной сети.
4. Итерационная процедура формирования радиальной базисной сети.
5. Как формируется матрица весов первого слоя радиальной базисной сети с нулевой ошибкой?
6. Что такое - параметр чувствительности радиального базисного нейрона?
7. На что влияет параметр чувствительности радиального базисного нейрона?
8. Архитектура регрессионной нейронной сети.
9. Архитектура вероятностной нейронной сети.
10. Как формируется матрица весов первого слоя вероятностной сети?
11. Как формируется матрица весов второго слоя вероятностной сети?
12. Как определяется функция плотности распределения вероятности?

## Раздел 9

1. Почему некоторые сети названы самоорганизующимися?
2. Архитектура сети Кохонена.
3. Что такое кластеризация входных векторов?
4. Технология обучения «без учителя».
5. Что такое центр кластера?
6. Как определить центры кластеров?
7. Архитектура LVQ-сети.

## Раздел 10

1. Что такое рекуррентная нейронная сеть?
2. Архитектура сети Элмана.
3. Архитектура сети Хопфилда.
4. Начальное состояние сети Хопфилда.
5. Аттракторы.
6. Как определить весовую матрицу сети Хопфилда?
7. Технология обновления состояния нейрона в сети Хопфилда.
8. Особенности работы сети Хопфилда.

## Раздел 11

1. Переобучение нейронной сети.
  2. Контрольное и тестирующее множества.
  3. Диагностика явления переобучения сети.
  4. Устранение переобучения.
  5. Недообучение сети.
  6. Диагностика недообучения.
  7. Исправление ситуации при недообучении.
  8. Основная идея алгоритма обратного распространения ошибки.
  9. Масштабирование данных.
- Задаются вопросы по соответствующему разделу. 70% правильных ответов, - контроль пройден.

### **Отчет по практическому заданию**

Отчет должен содержать: титульный лист, постановку задачи, полученные результаты с комментариями, поясняющими процесс решения задачи.

Защита отчета - в форме беседы, по результатам которой отчет либо принимается, либо отправляется на доработку.

## Вопросы к дифференцированному зачету

Первый список вопросов, выносимых на зачёт.

1. 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.

Второй список вопросов, выносимых на зачёт.

1. Статические нейронные сети. Определение. Примеры.
2. Динамические нейронные сети. Определение. Примеры.
3. Примающаяся 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.
9. Технология обучения «с учителем».
10. Архитектура радиальной базисной сети. Способы формирования сети. Пример использования.
11. Выбор параметра чувствительности радиального базисного нейрона. Пример.
12. Архитектура регрессионной нейронной сети. Пример использования.
13. Архитектура вероятностной нейронной сети. Пример использования.
14. Архитектура сети Кохонена. Пример использования.
15. Топология карты Кохонена.
16. Технология обучения «без учителя».
17. Архитектура LVQ-сети. Пример использования.
18. Архитектура сети Элмана. Пример использования.
19. Архитектура сети Хопфилда. Пример использования.
20. Архитектура «классической» сети Хопфилда. Особенности работы.
21. Технология обновления состояния нейрона в сети Хопфилда.
22. Переобучение нейронной сети. Контрольное и тестирующее множества.
23. Диагностика явления переобучения сети. Устранение переобучения.
24. Недообучение сети. Диагностика недообучения. Исправление ситуации при недообучении.
25. Алгоритм обратного распространения ошибки.
26. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных.
27. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети.
28. Пример анализа при решении задачи регрессии.
29. Решение задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети.
30. Обучающее множество для решения задачи распознавания символов.
31. Архитектура нейронной сети для решения задачи распознавания символов.
32. Регуляризация. Назначение.
33. Способы улучшения обобщающей способности нейронной сети.
34. Структура объекта «нейронная сеть» в Matlab.

### **Дифференцированный зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

К сдаче дифф. зачета допускаются студенты при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины. Задаются два вопроса: по одному из каждого списка, приведенных выше.

По результатам ответов выставляется оценка.

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

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

При ответе только на один вопрос - "удовлетворительно".

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	Лекции	Практические занятия		ПСК-02	ПСК-06	ПСК-07	
4	8	Раздел 1. Введение.	7	1	1	0	6	8	8	8	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 2. Разработка экспертных систем.	12	6	2	4	6	10	10	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 3. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики.	12	4	4	0	8	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 4. Системы нечёткого вывода.	20	12	6	6	8	10	10	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 5. . Генетические алгоритмы.	10	6	4	2	4	8	8	8	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 6. Модель нейрона.	6	2	2	0	4	8	8	8	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 7. . Персептроны и линейные сети.	10	4	2	2	6	8	8	8	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 8. Радиальные базисные сети.	18	8	4	4	10	10	10	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 9. Самоорганизующиеся нейронные сети.	17	9	3	6	8	8	8	8	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 10. Рекуррентные нейронные сети.	14	6	2	4	8	10	10	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 11. Применение нейронных сетей.	18	10	4	6	8	10	10	10	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 8 семестр			144	68	34	34	76	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	100	