Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» Магистерская программа «Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем» Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.5 «Нечеткий анализ и моделирование»



Приложение Л.РПД Б1.В.ОД.2

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЧЕТКИЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (*специальность*): 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки (*магистерская программа*): «Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем»

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года

Смоленск – 2016 г.



1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к научноисследовательской, проектной деятельности по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- ОК-1 «способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень»;
- ОК-2 «способность понимать роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники, иметь представление о связанных с ними современных социальных и этических проблемах, понимать ценность научной рациональности и ее исторических типов»;
- ОК-7 «способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности»;
- ОПК-1 «способность воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе, в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте»;
- ОПК-2 «культура мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных»;
- ПК-1 «знание основ философии и методологии науки»:
- ПК-4 «владение существующими методами и алгоритмами решения задач распознавания и обработки данных»;
- ПК-7 «применение перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий»;
- ПК-12 «способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации».

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

• роль принципов системности и универсальности в процессе познания, основные источники научно-технической информации в области нечеткого анализа и моделирования систем и процессов (ОК-1);



- основные подходы и методы анализа, а также принцип рациональности (в его развитии) современных взаимосвязанных социальных и этических проблем (ОК-2);
- основные способы получения и использования знаний и умений в области нечеткого анализа и моделирования систем и процессов (ОК-7);
- модели и методы формализации, приобретения и использования знаний в области нечеткого анализа и моделирования систем и процессов (ОПК-1);
- основные способы рассуждений и высказываний, основанные на анализе и интерпретации данных (в том числе, неполных) из разных предметных областей (ОПК-2);
- основные методы и подходы философии и методологии научных исследований (ПК-1);
- методы и алгоритмы решения задач обработки, анализа и моделирования данных, представленных нечеткими множествами, числами и отношениями (ПК-4);
- методы исследования систем и решения задач анализа и моделирования систем и процессов на основе знания современных тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий (ПК-7);
- методы и технологии решения задач формализации, анализа и моделирования различных объектов, включая объекты автоматизации (ПК-12).

Уметь:

- осваивать новые методы нечеткого анализа и моделирования систем и процессов (ОК-1);
- применять основные подходы и методы анализа современных взаимосвязанных социальных и этических проблем в своих исследованиях (ОК-2)
- приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, смежных с областью нечеткого анализа и моделирования систем и процессов (ОК-7);
- применять модели и методы структурирования, приобретения и использования знаний в области нечеткого анализа и моделирования систем и процессов (ОПК-1);
- применять основные методы и подходы философии и методологии научных исследований (ПК-1);
- применять методы и алгоритмы решения задач обработки данных, представленных нечеткими множествами, числами и отношениями (ПК-4);
- применять методы исследования систем и решения задач анализа и моделирования систем и процессов на основе знания современных тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий (ПК-7);
- использовать методы и технологии решения задач формализации, анализа и моделирования различных объектов, включая объекты автоматизации (ПК-12).

Владеть:

- навыками освоения новых методов нечеткого анализа и моделирования систем и процессов (ОК-1);
- навыками применения подходов и методов анализа современных взаимосвязанных социальных и этических проблем в своих исследованиях (ОК-2);



- приемами и навыками приобретения с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, смежных с областью нечеткого анализа и моделирования систем и процессов (ОК-7);
- навыками применения моделей и методов структурирования, приобретения и использования знаний в области нечеткого анализа и моделирования систем и процессов (ОПК-1);
- приемами и навыками применения основных методов и подходов философии и методологии научных исследований (ПК-1);
- применять методы и алгоритмы решения задач обработки данных, представленных нечеткими множествами, числами и отношениями (ПК-4);
- навыками применения методов исследования систем и решения задач анализа и моделирования систем и процессов на основе знания современных тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий (ПК-7);
- навыками использования методов и технологий решения задач формализации, анализа и моделирования различных объектов, включая объекты автоматизации (ПК-12).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части Б1.В, обязательным дисциплинам (ОД) образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем» направления «Информатика и вычислительная техника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Информатика и вычислительная техника» дисциплина «Нечеткий анализ и моделирование» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в период бакалаврской подготовки.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б1.Б.2 «Вычислительные системы»;
- Б1.Б.4 «Программное обеспечение автоматизированных систем»;
- Б1.В.ОД.3 «Моделирование автоматизированных систем»;
- Б1.В.ДВ.1.1 «Проектное управление в информационной сфере» или Б1.В.ДВ.1.2 «Методы распознавания образов»;
- Б1.В.ДВ.2.1 «Современные технологии информационных сетей» или Б1.В.ДВ.2.2 «Архитектура вычислительных систем»;
- Б1.В.ДВ.3.1 «Цифровая обработка сигналов» или Б1.В.ДВ.3.2 «Методы анализа временных рядов».
- Б1.В.ДВ.4.1 «Планирование научного эксперимента» или Б1.В.ДВ.4.2 «Прикладные методы анализа данных».
 - Б2.Н.1 «Научно-исследовательская работа»;
- Б2.П.1 «Практика по получению первичных профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе педагогическая практика)»
 - Б2.П.2 «Преддипломная практика»;
 - Б3 «Государственная итоговая аттестация».



3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	
Часть цикла:	Вариативная, обязательная	Семестр
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.5	
Часов (всего) по учебному плану:	216	1 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах	6	1 семестр
(3ET)		
Лекции (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	1 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	1 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	1.0, 36	1 семестр
Объем самостоятельной работы	3.0, 108	1 семестр
по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)		
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1.0, 36	1 семестр

Самостоятельная работа студентов

Самостоятсявная работа студентов				
Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час			
Изучение материалов лекций (лк)	0.5, 18			
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5, 18			
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	0.5, 18			
(лаб)				
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	0.5, 18			
Выполнение курсового проекта (работы)				
Самостоятельное изучение дополнительных материалов	1.0, 36			
дисциплины (СРС)				
Подготовка к контрольным работам	-			
Подготовка к тестированию	-			
Подготовка к зачету	-			
Bcero:	3.0, 108			
Подготовка к экзамену	1.0, 36			



4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)					
			лк	пр	лаб	CPC	Экз.	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Классификация систем и нечетких моделей	20	2	2	4	12		
2	Тема 2. Основы теории нечетких множеств	20	2	2	4	12		
3	Тема 3. Основы нечеткой арифметики	20	2	2	4	12		
4	Тема 4. Основы теории нечетких отношений	20	2	2	4	12		
5	Тема 5. Основы нечеткого логического вывода	20	2	2	4	12		
6	Тема 6. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей	20	2	2	4	12		
7	Тема 7. Нечеткие нейронные продукционные сети	20	2	2	4	12		
8	Тема 8. Нейронные нечеткие сети	20	2	2	4	12		
9	Тема 9. Нечеткие модели с представлением на основе графов	20	2	2	4	12		
	Экзамен	36					36	
	всего по видам учебных занятий	216	18	18	36	108	36	

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Классификация систем и нечетких моделей

Лекция 1.

Понятие системы. Классификация и характеристика систем. Понятие и определения системы (2 часа).

Практическое занятие 1.

Классификация систем. Классификация моделей систем (2 часа).

Самостоятельная работа 1.



Изучение материалов лекций (3 часа), подготовка к практическим занятиям (3 часа), подготовка к лабораторной работе (3 часа).

Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины: Области применения и классификация нечетких моделей (3 часа).

Лабораторная работа 1.

Работа с FIS-структурами в рамках Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB.

Ознакомление с редактором FIS на демонстрационном примере, часть 1 (4 часа).

Текущий контроль.

Устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

Тема 2. Основы теории нечетких множеств

Лекция 2.

Основные понятия и определения теории множеств. Определение и обозначение множества. Основные операции над множествами. Свойства операций над множествами.

Основные понятия и определения теории нечетких множеств. Определение и обозначение нечеткого множества. Способы задания нечетких множеств. Основные характеристики нечетких множеств (2 часа).

Практическое занятие 2.

Стандартные операции над нечеткими множествами. Свойства стандартных операций над нечеткими множествами (2 часа).

Самостоятельная работа 2.

Изучение материалов лекций (3 часа), подготовка к практическим занятиям (3 часа), подготовка к лабораторной работе (3 часа).

Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины: Расширенные операции над нечеткими множествами. Операции пересечения нечетких множеств. Операции объединения нечетких множеств (3 часа).

Лабораторная работа 2.

Работа с FIS-структурами в рамках Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB.

Ознакомление с редактором FIS на демонстрационном примере, часть 2 (4 часа).

Текущий контроль.

Устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

Тема 3. Основы нечеткой арифметики

Лекция 3.

Определение и характеристики нечетких чисел. Операции над нечеткими числами на основе интервального метода. Операции над нечеткими числами на основе принципа нечеткого обобщения Л. Заде. (2 часа).

Практическое занятие 3.

Нечеткие треугольные числа. Нечеткие трапецеидальные числа (2 часа).

Самостоятельная работа 3.

Изучение материалов лекций (3 часа), подготовка к практическим занятиям (3 часа), подготовка к лабораторной работе (3 часа).

Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины: Нечеткие числа (L-R)-типа. Ранжирование и сравнение нечетких чисел (3 часа).

Лабораторная работа 3.



Работа с FIS-структурами в рамках Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB.

Вычисление результата логического вывода, часть 1 (4 часа).

Текущий контроль.

Устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

Тема 4. Основы теории нечетких отношений

Лекция 4.

Определения, типы и способы представления нечетких отношений. Типы нечетких отношений. Способы представления нечетких отношений. Основные понятия. Операции над нечеткими отношениями. Свойства нечетких унарных отношений.

(2 часа).

Практическое занятие 4.

Разновидности нечетких унарных отношений (эквивалентности, неэквивалентности, сходства, различия, предпорядка, порядка. Нечеткие морфизмы между нечеткими отношениями. «Распространение» нечеткости нечеткого множества с использованием бинарных отношений (2 часа).

Самостоятельная работа 4.

Изучение материалов лекций (3 часа), подготовка к практическим занятиям (3 часа), подготовка к лабораторной работе (3 часа).

Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины:

Обобщение нечеткого множества с использованием четкого бинарного отношения.

Обобщение нечеткого множества с использованием нечеткого бинарного отношения. Нечеткие графы и гиперграфы (3 часа).

Лабораторная работа 4.

Работа с FIS-структурами в рамках Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB. Вычисление результата логического вывода, часть 2 (4 часа).

Текущий контроль.

Устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

Тема 5. Основы нечеткого логического вывода

Лекция 5.

Нечеткие продукционные модели. Определение, компоненты нечетких продукционных моделей. Схемы нечеткого вывода. Создание базы нечетких продукционных правил. Введение нечеткости. Агрегирование степеней истинности нечетких высказываний предпосылок по каждому правилу. Активизация заключений правил. Аккумулирование активизированных заключений правил Приведение к четкости. Параметрическая оптимизация конечной базы нечетких правил (2 часа).

Практическое занятие 5.

Алгоритмы прямого нечеткого продукционного вывода (Мамдани, Ларсена, Цукамото, Сугэно 0-го порядка, Такаги—Сугэно). Аппроксимационные свойства нечетких продукционных моделей и алгоритмов вывода на их основе (2 часа).

Самостоятельная работа 5.

Изучение материалов лекций (3 часа), подготовка к практическим занятиям (3 часа), подготовка к лабораторной работе (3 часа).



Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины:

Введение в нечеткие реляционные модели. Понятие нечетких реляционных моделей Реляционное представление нечеткого вывода с использованием отдельных правил.

Реляционное представление нечеткого вывода с использованием базы правил. Подобие нечетких реляционных и продукционных моделей. Введение в обратный нечеткий вывод (3 часа).

Лабораторная работа 5.

Построение нечеткой продукционной модели средствами Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB, часть 1 (4 часа).

Текущий контроль.

Устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

Тема 6. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей

Лекция 6.

Сопоставление интеллектуальных технологий (моделей). Основные направления развития нечетких технологий. Основные направления развития нейросетевых технологий (2 часа).

Практическое занятие 6.

Основные направления развития технологий эволюционного моделирования Методы гибридизации интеллектуальных технологий (моделей) (2 часа).

Самостоятельная работа 6.

Изучение материалов лекций (3 часа), подготовка к практическим занятиям (3 часа), подготовка к лабораторной работе (3 часа).

Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины:

Гибридизация интеллектуальных технологий с функциональным замещением. Гибридизация интеллектуальных технологий с взаимодействием (3 часа).

Лабораторная работа 6.

Построение нечеткой продукционной модели средствами Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB, часть 2 (4 часа).

Текущий контроль.

Устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

Тема 7. Нечеткие нейронные продукционные сети

Лекция 7.

Классификация нечетких нейронных продукционных моделей. Нечеткие нейронные продукционные сети с параметрической оптимизацией правил на основе алгоритмов обучения. Нечеткие нейронные продукционные сети типа ANFIS (Adaptive

Network-based Fuzzy Inference System) (2 часа).

Практическое занятие 7.

Нечеткая нейронная продукционная сеть Ванга-Менделя. Нечеткая нейронная продукционная сеть Такаги-Сугэно-Канга. Нечеткие нейронные продукционные сети с реализаций компонентов на основе нейросетевой технологии (2 часа).

Самостоятельная работа 7.

Изучение материалов лекций (3 часа), подготовка к практическим занятиям (3 часа), подготовка к лабораторной работе (3 часа).

Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины:



Построение функций принадлежности предпосылок и заключений нечетких продукционных правил. Формирование предпосылок нечетких продукционных правил. Формирование заключений нечетких продукционных правил. Разбиение пространств входных переменных и формирование многомерных функций принадлежности предпосылок (3 часа).

Лабораторная работа 7.

Обучение нечеткой продукционной модели с использованием ANFIS-модели средствами Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB, часть 1 (4 часа).

Текущий контроль.

Устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

Тема 8. Нейронные нечеткие сети

Лекция 8.

Классификация нейронных нечетких моделей. Нейронные нечеткие сети с введением нечеткости в структуру. Нейронные нечеткие сети с наделением нейронов нечеткостью.

Нейронные нечеткие сети на основе нейронов, реализующих нечеткие операции. Нейроны, реализующие нечеткие операции (2 часа).

Практическое занятие 8.

Разновидности нейронных нечетких сетей на основе нейронов, реализующих нечеткие операции: нейро-нечеткие классификаторы; нейронные нечеткие сети для деревьев классификации; нейронные нечеткие сети для композиционных правил вывода; нейронные нечеткие сети для извлечения правил из данных (2 часа).

Самостоятельная работа 8.

Изучение материалов лекций (3 часа), подготовка к практическим занятиям (3 часа), подготовка к лабораторной работе (3 часа).

Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины:

Обучение нейронных нечетких сетей. Обучение нейронных нечетких сетей с нечеткими входами и выходами и четкими весами. Обучение нейронных нечетких сетей с нечеткими входами, выходами и весами. Использование нечетких продукционных сетей в нейронных сетях (3 часа).

Лабораторная работа 8.

Обучение нечеткой продукционной модели с использованием ANFIS-модели средствами Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB, часть 2 (4 часа).

Текущий контроль.

Устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

Тема 9. Проблемно-ориентированные нечеткие модели

Лекция 9.

Типы проблемно-ориентированных нечетких моделей. Нечеткие оценочные модели. Нечеткие байесовские сети (2 часа).

Практическое занятие 8.

Нечеткие сети Петри. Нечеткие ситуационные сети (2 часа).

Самостоятельная работа 8.

Изучение материалов лекций (3 часа), подготовка к практическим занятиям (3 часа), подготовка к лабораторной работе (3 часа).



Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины:

Нечеткие когнитивные карты (3 часа).

Лабораторная работа 9.

Анализ аппроксимационных свойств нечеткой продукционной модели средствами Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB (4 часа).

Расчетно-графическая работа.

Анализ и описание системы/процесса, анализ внутренних и внешних связей системы/процесса, анализ тенденций развития системы/процесса. Построение и анализ нечеткой модели системы/процесса (18 часов самостоятельной работы студента).

Текущий контроль.

Устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы студентов», утвержденным заместителем директора филиала ФБГОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске в 2014 г.

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: демонстрационные слайды лекций по дисциплине, методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, выполнению расчетно-графической работы (см. Приложение 1).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: общекультурные ОК-1, ОК-2, ОК-7; общепрофессиональные ОПК-1, ОПК-2; профессиональные ПК-1, ПК-4, ПК-7, ПК-12.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

- 1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
- 2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
- 3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, выполнения расчетно-графической работы, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.



6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 90% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 70% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 50% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлено различными видами оценочных средств.

Общая оценка сформированности компетенций определяется на этапе промежуточной аттестации.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «удовлетворительно» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже порогового.

Оценка «хорошо» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже продвинутого.

Оценка «отлично» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на эталонном уровне.

Критерии оценивания для экзамена в устной форме (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.



Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

<u>В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка экзамена</u> по дисциплине за 1 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

- 1. Определение, обозначение, способы задания и примеры нечетких множеств.
- 2. Основные характеристики нечетких множеств (носитель нечеткого множества, высота нечеткого множества, нормальное и субнормальное нечеткое множество, унимодальное нечеткое множество, точка перехода нечеткого множества, ядро нечеткого множества, синглтон).
- 3. Нечеткое множество n-типа. Множество α -уровня. Модуль нечеткого множества (скалярная мощность, относительная мощность).
- 4. Стандартные операции над нечеткими множествами, их определения (равенство; включение; строгое включение; дополнение; пересечение; объединение; разность; дизъюнктивная сумма; четкое множество, ближайшее к нечеткому множеству; декартово произведение нечетких множеств).
- 5. Свойства стандартных операций над нечеткими множествами (инволютивность, коммутативность, ассоциативность, дистрибутивность, идемпотентность, поглощение, тождественность, закон де Моргана, эквивалентность, симметричная разностная формула).
 - 6. Расширенные операции над нечеткими множествами:



- операции дополнения нечеткого множества (стандартное нечеткое дополнение, нечеткое дополнение Ягера);
- операции пересечения нечетких множеств (стандартное нечеткое пересечение, нечеткое пересечение Ягера, алгебраическая произведение, граничное произведение, драстическое произведение, λ-сумма).
- операции объединения нечетких множеств (стандартное нечеткое объединение, нечеткое объединение Ягера, алгебраическая сумма, граничная сумма, драстическая сумма, λ-сумма).
- 7. Операции определения сходства/различия между нечеткими множествами (нечеткая разность, дизъюнктивная сумма, ограниченная разность, несвязная сумма), определения, примеры.
- 8. Расстояние между нечеткими множествами (нечеткое хэммингово расстояние, относительное хэммингово расстояние, нечеткое эвклидово расстояние, относительное эвклидово расстояние, нечеткое расстояние Минковского).
- 9. Дополнительные операции над нечеткими множествами (умножение на число, возведение в степень, концентрирование, растяжение, выпуклая комбинация).
- 10. Операции t- и s-норм над нечеткими множествами, определения, свойства, примеры.
 - 11. Показатели размытости нечетких множеств, их классификация, примеры.
- 12. Определение и характеристики нечетких чисел (интервал α -уровня нечеткого числа, носитель, унимодальное нечеткое число, толерантное нечеткое число, нечеткий нуль, нечеткое положительное и отрицательное число).
 - 13. Декомпозиция нечеткого числа.
- 14. Операции над нечеткими числами на основе интервального метода. Принцип нечеткого обобщения Л. Заде. Операции над нечеткими числами на основе принципа нечеткого обобщения Л. Заде.
 - 15. Треугольные нечеткие числа (определение, операции).
 - 16. Трапецеидальные нечеткие числа (определение, операции).
 - 17. Нечеткие числа (L-R)-типа (определение, операции).
- 18. Определения и основные понятия нечетких отношений. Способы представления унарных и бинарных нечетких отношений. Отношение α -уровня нечеткого отношения.
 - 19. Декомпозиция, проекция и цилиндрическое продолжение нечеткого отношения.
- 20. Операции над нечеткими отношениями (объединение; пересечение; алгебраическое произведение; алгебраическая сумма; дополнение; дизъюнктивная сумма; инверсия; четкое отношение, ближайшее к нечеткому отношению; композиция, разновидности композиций).
- 21. Свойства нечетких унарных отношений (рефлексивность, симметричность, транзитивность). Транзитивное замыкание нечетких унарных отношений.
 - 22. Нечеткое отношение эквивалентности (определение, примеры).
 - 23. Нечеткое отношение сходства (определение, примеры).
- 24. Нечеткое отношение предпорядка (определение, примеры). Нечеткое отношение порядка (определение, примеры).
 - 25. Нечеткий гомоморфизм между нечеткими унарными отношениями.
 - 26. Нечеткие графы. Разновидности нечетких графов, их характеристики.
- 27. Определение нечеткой продукционной модели. Компоненты нечетких продукционных моделей.
- 28. Прямой нечеткий вывод: правило «нечеткий модус поненс», этапы. Обратный нечеткий вывод: правило «нечеткий модус толенс», этапы.



- 29. Классы операций нечеткой импликации. Критерии оценки нечеткой импликации.
 - 30. Основные задачи создания базы нечетких продукционных правил.
- 31. Формирование нечетких (простых и составных) высказываний в предпосылках и заключениях правил.
 - 32. Классификация лингвистических продукционных правил.
- 33. Классификация нечетких продукционных правил с заключениями в виде четких значений или функций.
- 34. Типы структур базы нечетких продукционных правил (SISO-, MISO-, MIMO-структуры).
 - 35. Способы деления пространства предпосылок нечетких продукционных правил.
 - 36. Каскадное соединение баз нечетких продукционных правил.
 - 37. Обеспечение полноты и непротиворечивости базы нечетких правил.
- 38. Основные компоненты нечетких продукционных моделей. Введение нечеткости. Агрегирование степени истинности предпосылок правил, основные операции. Активизация заключений правил, основные операции. Аккумулирование активизированных заключений правил. Приведение к четкости, классификация методов дефаззификации. Параметрическая оптимизация конечной базы нечетких правил.
- 39. Алгоритмы нечеткого вывода: Мамдани, Ларсена, Цукамото, Такаги-Сугено. Аппроксимационные свойства нечетких продукционных моделей.
- 40. Определение нечетких нейронных продукционных сетей. Классификация способов интеграции нечетких продукционных моделей с нейронными сетями.
- 41. Нечеткие нейронные продукционные сети типа ANFIS (описание, структура, обучение).
- 42. Нечеткая нейронная продукционная сеть Ванга-Менделя (описание, структура, обучение).
- 43. Нечеткая нейронная продукционная сеть Такаги-Сугено-Канга (описание, структура, обучение).
- 44. Построение функций принадлежности предпосылок и заключений нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей. Формирование предпосылок нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей. Формирование заключений нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей.
- 45. Разбиение пространств входных переменных и формирование многомерных функций принадлежности предпосылок на основе нейронных сетей.
- 46. Определение нечетких нейронных продукционных сетей. Классификация способов интеграции нечетких продукционных моделей с нейронными сетями.
- 47. Нечеткие нейронные продукционные сети типа ANFIS (описание, структура, обучение).
- 48. Нечеткая нейронная продукционная сеть Ванга-Менделя (описание, структура, обучение).
- 49. Нечеткая нейронная продукционная сеть Такаги-Сугено-Канга (описание, структура, обучение).
- 50. Построение функций принадлежности предпосылок и заключений нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей. Формирование предпосылок нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей. Формирование заключений нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей.
- 51. Разбиение пространств входных переменных и формирование многомерных функций принадлежности предпосылок на основе нейронных сетей.



- 52. Определение нейронных нечетких сетей. Способы введения нечеткости в компоненты нейронных сетей.
- 53. Нейронные нечеткие сети с введением нечеткости в структуру нейронных сетей. Нечеткий многослойный персептрон.
- 54. Нейронные нечеткие сети на основе нечетких нейронов. Обычная (regular) нейронная нечеткая сеть. Нечеткие нейроны Квана и Кэи.
- 55. Нейронные нечеткие сети на основе нейронов, реализующих нечеткие операции. Определение. Примеры нейронов, реализующих нечеткие операции.
 - 56. Гибридный нейро-нечеткий классификатор.
 - 57. Деревья классификации на основе гибридных нейронных нечетких сетей.
- 58. Гибридные нейронные нечеткие сети для реализации композиционных правил вывода.
- 59. Гибридные нейронные нечеткие сети для извлечения нечетких правил из ланных.
 - 60. Нечеткая ассоциативная память Б. Коско.
 - 61. Алгоритм постепенно возрастающего разбиения.
- 62. Обучение нейронных нечетких сетей. Классификация подходов к обучению нейронных нечетких сетей.
- 63. Обучение нейронных нечетких сетей на основе алгоритма с обратным распространением ошибки.
- 64. Обучение нейронных нечетких сетей с нечеткими входами и выходами и четкими весовыми коэффициентами.
- 65. Использование нечетких продукционных сетей в нейронных сетях. CANFISсеть.
- 66. Знаковые когнитивные карты (определение, построение, решаемые задачи, развитие знаковых когнитивных карт). Нечеткие когнитивные карты Б. Коско (определение, построение, модель динамики, решаемые задачи).
- 67. Нечеткие когнитивные карты В. Силова (определение, построение, системные характеристики, решаемые задачи).
- 68. Нечеткие сети Петри. Определение. Классификация. Задачи, решаемые с использованием нечетких сетей Петри.
- 69. Нечеткие байесовские сети (определение, способы введения нечеткости в байесовские сети, нечеткое байесово правило).
- 70. Нечеткие ситуационные сети. Определение. Представление нечеткой ситуации. Задачи, решаемые с использованием нечетких ситуационных сетей.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по изучению дисциплины «Нечеткий анализ и моделирование», в которые входят методические рекомендации к выполнению практических и лабораторных работ и методических указаний по самостоятельной работе (приложение 1 к настоящей РПД).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины



Основная литература

- 1. Борисов В.В., Федулов А.С., Зернов М.М. Основы нечеткой математики. Часть 1. Основы теории нечетких множеств. Учебное пособие по дисциплине «Нечеткие модели и сети» [Текст]: учебное пособие. Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2013. 72 с. (100 экз.)
- 2. Борисов В.В., Федулов А.С., Зернов М.М. Основы нечеткой математики. Часть 2. Основы нечеткой арифметики. Учебное пособие по дисциплине «Нечеткие модели и сети» [Текст]: учебное пособие. Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2013. 52 с. (100 экз.)
- 3. Борисов В.В., Федулов А.С., Зернов М.М. Основы нечеткой математики. Часть 3. Основы теории нечетких отношений. Учебное пособие по дисциплине «Нечеткие модели и сети» [Текст]: учебное пособие. Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2013. 84 с. (100 экз.)
- 4. Борисов В.В., Федулов А.С., Зернов М.М. Основы нечеткой математики. Часть 4. Основы нечеткого логического вывода. Учебное пособие по дисциплине «Нечеткие модели и сети» [Текст]: учебное пособие. Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2014. 102 с. (100 экз.)
- 5. Борисов В.В., Федулов А.С., Зернов М.М. Основы теории нечетких множеств. Серия «Основы нечеткой математики». Книга 1. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия—Телеком, 2014. 88 с. (2 экз.)
- 6. Борисов В.В., Федулов А.С., Зернов М.М. Основы нечеткой арифметики. Серия «Основы нечеткой математики». Книга 2. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия–Телеком, 2014. 98 с. (2 экз.)
- 7. Борисов В.В., Федулов А.С., Зернов М.М. Основы теории нечетких отношений. Серия «Основы нечеткой математики». Книга 3. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия—Телеком, 2014. 86 с. (2 экз.)
- 8. Борисов В.В., Федулов А.С., Зернов М.М. Основы нечеткого логического вывода. Серия «Основы нечеткой математики». Книга 4. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия—Телеком, 2014. 122 с. (2 экз.)
- 9. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечеткие модели и сети. 2-е изд. стереотип. М.: Горячая линия Телеком, 2012. 284 с. (2 экз.)

Дополнительная литература

- 1. Федулов А.С., Борисов В.В., Зернов М.М., Методические указания к лабораторным работам по курсу «Нечеткие модели и сети». Смоленск: РИО филиала ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске, 2009. 72 с. (50 экз.)
- 2. Федулов А.С., Борисов В.В., Зернов М.М., Методические указания к расчетному заданию по курсу «Нечеткие модели и сети». Смоленск: РИО филиала ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске, 2009. 63 с. (50 экз.)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

- 1. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://sh083.informika.ru);
- 2. ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com;
- 3. ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» http://biblioclub.ru.
- 4. http://www.intuit.ru
- 5. http://matlab.exponenta.ru



9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции раз в две недели, практические занятия раз в две недели и лабораторные работы раз в две недели. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время лекции студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратится за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание *практических занятий* фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении — пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы



(графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется отметка о выполнении практического занятия.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила к оформлению работы;

контрольные вопросы и задания;

список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.



Выполнению лабораторных работ может предшествовать проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы может быть предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к экзамену в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольку типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и являются неотъемлемой частью программы.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении **практических** и **лабораторных работ** предусматривается использование персональных компьютеров, оснащенных необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

программы общего назначения: Microsoft Office (Word, Excel), MatLab; а также открытым программным обеспечением: эконометрический пакет программ Gretl.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия и лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в компьютерных классах, оснащенных необходимым комплектом программного обеспечения.

Автор

д-р техн. наук, профессор

Зав. кафедрой ВТ

д-р техн. наук, профессор

В.В. Борисов

А.С. Федулов

Программа одобрена на заседании кафедры ВТ 31 августа 2016 года, протокол № 01.



	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ									
Ном ер изме нени я	изме ненн ых	заме ненн ых	страни нов ых	анну лиро ванн ых	Всего стран иц в докум енте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введения изменения	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	