

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 15 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Нечеткая математика и принятие решений
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления)

Направленность: Математическая кибернетика
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: ознакомление с основами нечеткой математики и теории принятия решений.
Задачи учебной дисциплины:
изучение основ нечеткой математики;
формирование умения принимать решение в условиях неопределенности;
формирование навыков применения методов теории принятия решения при реализации проектной деятельности.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Нечеткое множество. Нечеткая логика. Нечеткий алгоритм.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-1ПК-1.4	Знает основные понятия из рассматриваемых разделов нечеткой математики и методы статистических расчетов	Знает методики осуществления статистических расчетов	Контрольная работа
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера, относящиеся к разделам рассматриваемой теории, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий.	Умеет производить статистические расчеты на основе соответствующих математических и технических средств	Дифференцированный зачет
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	Владеет математическим аппаратом теории нечетких множеств, методами доказательства утверждений в этих областях. Владеет методами математической статистики для анализа данных.	Владеет навыками анализа данных на основе методов математической статистики	Контрольная работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Основы нечеткой математики	10	0	16	40
Тема 1. Нечеткие множества. Определение нечеткого множества. Способы задания, основные характеристики, мощность нечеткого множества. Операции над нечеткими множествами и их свойства. Показатели размытости нечетких множеств. Тема 2. Нечеткие отношения. Типы нечетких отношений. Способы представления нечетких отношений. Нечеткие отношения эквивалентности, неэквивалентности, сходства, различия, предпорядка, порядка. Тема 3. Нечеткая логика. Операции Заде и метрические алгебры Клини. Операция отрицания. Инволютивные, сжимающие и разжимающие на $[0,1]$, биективные отрицания. Операции конъюнкции и дизъюнкции.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы теории принятия решений	8	0	18	50
<p>Тема 4. Нечеткие алгоритмы. Алгоритмы нечеткого управления. Алгоритм Мамдани, Цукамото, Сугено.</p> <p>Тема 5. Принятие решений в условиях неопределенности. Трехзначные парные сравнения. Вариантные сектора. Требования к методике фиксации обоснования проектных решений. Метод анализа иерархий. Виды и источники несогласованности матрицы парных сравнений. Алгоритм оценки уровня согласования матрицы парных сравнений по Саати.</p> <p>Тема 6. Принятие экспертных решений. Противоречие в разделении ролей экспертов и ЛПР. Метод Дельфи. Достоинства и недостатки метода.</p> <p>Тема 7. Групповое принятие решений. Способы выбора из набора альтернативных решений. Диктатура, жеребьевка, голосование. Достоинства и недостатки.</p> <p>Тема 5. Принятие решений в условиях неопределенности. Трехзначные парные сравнения Область применения метода. Определение приоритетов при простейшем варианте парных сравнений. Контроль правильности матрицы парных сравнений для трехзначных парных сравнений. Вариантные сектора. Сопоставление вариантных секторов с трехзначными парными сравнениями. Требования к методике фиксации обоснования проектных решений. Структура вариантного сектора. Определение приоритетов с помощью вариантного сектора. Метод анализа иерархий (МАИ). Область применения метода. Применение МАИ для трехуровневой иерархии. Виды и источники несогласованности матрицы парных сравнений. Алгоритм оценки уровня согласования матрицы парных сравнений по Саати. Применение МАИ для многоуровневой иерархии.</p> <p>Тема 5. Принятие экспертных решений. Экстраполяционный подход к прогнозированию. Противоречие в разделении ролей экспертов и ЛПР. Эффект привязки. Покер планирования. Метод Дельфи. Область применения метода. Достоинства и недостатки метода. Базовые принципы и их обеспечение. Требования к анкете. Первый тур. Второй тур, представление результатов. Третий и последующие туры.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 6. Групповое принятие решений. Способы выбора из набора альтернативных решений. Диктатура, жеребьевка, голосование. Достоинства и недостатки.				
ИТОГО по 1-му семестру	18	0	34	90
ИТОГО по дисциплине	18	0	34	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Нечеткие множества. Функции принадлежности. Примеры.
2	Операции над нечеткими множествами.
3	Нечеткий оператор
4	Нечеткие отношения
5	Нечеткая логика
6	Нечеткие числа
7	Лингвистическая переменная
8	Нечеткое управление
9	Примеры алгоритмов нечеткого управления
10	Принятие решений

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Гостев В. И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления / В. И. Гостев. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011.	6
2	Дорогов В. Г. Введение в методы и алгоритмы принятия решений : учебное пособие для вузов / В. Г. Дорогов, Я. О. Теплова. - Москва: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2018.	4
3	Пегат А. Нечеткое моделирование и управление : учебное издание : пер. с англ. / А. Пегат. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2017.	4
4	Хижняков Ю. Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого управления в системах реального времени : учебное пособие / Ю. Н. Хижняков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	15
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Зак Ю. А. Принятие решений в условиях нечетких размытых данных. Fuzzy-технологии / Ю. А. Зак. - Москва: Либроком, 2013.	1
2	Круглов В. В. Интеллектуальные информационные системы: Компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода : учебное пособие для вузов / В. В. Круглов, М. И. Дли. - Москва: Физматлит, 2002.	2
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		

1	Гостев В. И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления / В. И. Гостев. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011.	6
2	Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами Matlab / С. Д. Штовба. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2007.	10

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Д. Ю. Муромцев Методы оптимизации и принятие проектных решений : Учебное пособие для магистрантов по направлению 11.04.03 / Д. Ю. Муромцев, В. Н. Шамкин. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.	http://www.iprbookshop.ru/63866.html	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Хижняков Ю. Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого управления в системах реального времени : учебное пособие / Ю. Н. Хижняков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3611	сеть Интернет; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Д. С. Шмаков Алгебра нечётких чисел и её применение в инженерной практике : Препринт № 1-2013 / Д. С. Шмаков, В. В. Адищев. - Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2013.	http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks87417	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	И.А. Седых Нечеткие задачи в математическом моделировании : учебно-методическое пособие. - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.	http://elib.pstu.ru/Record/RUBC78518	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Экран, проектор, ноутбук.	1
Практическое занятие	Экран, проектор, ноутбук.	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 2 раздела учебного модуля. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий, теоретического опроса, расчетно-графических и контрольных работ, защиты рефератов и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточная аттестация
	С	ТО	КР	КЗ	Диф. зачет
Усвоенные умения					
З.1 знать основные понятия нечеткой математики;	С1				ТВ
З.2 знать методы принятия решений		ТО1			ТВ
З.3 знать алгоритм нечеткого управления	С2				ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь выполнять действия над нечеткими множествами;			КР1		ПЗ
У.2 уметь применять методы принятия решений;				КЗ1	ПЗ
У.3 уметь применять алгоритм нечеткого управления.				КЗ2	ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 владеть навыками принятия и обоснования решений				КЗ1	ПЗ
В.2. владеть навыками применения алгоритма нечеткого управления.				КЗ2	ПЗ

С – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *КЗ* – кейс-задача (индивидуальное задание); *КР* – рубежный контроль в форме контрольных работ по практическим занятиям; *ТВ* – теоретический вопрос; *ПЗ* – практическое задание; *КЗ* – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме выполнения кейс-заданий и рубежной контрольной работы (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Кейс-задачи

КЗ1: Применение метода Дельфи принятия решений.

КЗ1 выполняется группой студентов совместно и состоит из следующих этапов.

1. По предложению студентов выбирается тема исследования. Например, прогноз развития ИТ-отрасли Пермского края до 2050 года. Студенты пишут эссе на выбранную тему. По своему эссе каждый студент составляет опросник.

2. Далее студенты получают все опросники. Они анализируют получившийся список вопросов, производят отбор наиболее часто встречающихся вопросов. Выделяют наиболее важные вопросы. Если необходимо, вопросы дробят на более мелкие. Преподаватель проверяет и корректирует работу студентов. В результате получается один опросник.

3. Далее студенты выступают в качестве экспертов и заполняют опросник. Затем студенты выступают в качестве аналитиков и проводят обработку результатов. На этом этапе может измениться форма вопроса, могут добавиться новые, может измениться группировка по важности. Преподаватель вновь корректирует работу студентов. Проводится обсуждение проделанной работы.

4. Предыдущий этап повторяется 2 или 3 раза до тех пор, пока не будет

выработано общее решение.

5. В заключении студенты пишут эссе, содержащее ответы на вопросы о достоинствах и недостатках метода, его применимости, трудоемкости. Формулируют результаты, которых удалось добиться. Определяют, насколько изменились статистические характеристики и почему. Формулируют, насколько изменились их собственные оценки в ходе работы и почему. Формулируют свои предложения по улучшению процедуры исследования.

КЗ2: Алгоритм Мамдани и его применение.

Работа выполняется индивидуально и состоит из следующих этапов.

1. Студенты выбирают объект нечеткого управления. Создают нечеткую базу знаний. Выбирают входные параметры и после применения алгоритма нечеткого управления получают выходные параметры.

2. Студенты пишут отчет о проделанной работе. В отчете перечисляются этапы алгоритма Мамдани нечеткого управления и фиксируются результаты применения каждого этапа к выбранным входным данным.

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланирована 1 рубежная контрольная работы (КР) после освоения студентами первого учебного модуля дисциплины.

Типовые задания КР:

1. На универсальном множестве $U = \{a, b, c, d, e, f, g\}$ заданы нечеткие множества $A = \frac{0,3}{b} + \frac{0,7}{c} + \frac{1}{d} + \frac{0,2}{f} + \frac{0,6}{g}$, $B = \frac{0,3}{a} + \frac{1}{b} + \frac{0,5}{c} + \frac{0,8}{d} + \frac{1}{e} + \frac{0,5}{f} + \frac{0,6}{g}$.

Найдите множества $A \cap B$, $A \cap \bar{B}$, $A \cup B$ и дайте геометрическую интерпретацию выполненных операций.

2. Пусть $U = \{a, b, c, d, e\}$ – множество студентов. На U задано нечеткое множество $A = \{\text{студент хорошо освоил изучаемый предмет}\}$,

$A = \frac{0,8}{a} + \frac{0,6}{c} + \frac{0,9}{d} + \frac{1}{e}$. Используя операции концентрирования и растяжения,

запишите множества $B = \{\text{студент очень хорошо освоил изучаемый предмет}\}$ и $C = \{\text{студент не слишком хорошо освоил изучаемый предмет}\}$.

3. При анализе продаж четырех различных магазинов было отмечено, что магазин А обеспечивает уровень продаж в течение месяца на сумму от 40 до 100 тыс. руб. в зависимости от спроса, но с наибольшей вероятностью можно ожидать сумму продаж от 50 до 70 тыс. руб.; магазин В надежно обеспечивает высокий уровень продаж на сумму 100-110 тыс. руб. в месяц; магазин С ненадежен и обеспечивает уровень продаж не более 20 тыс. руб. в месяц; расходы на магазин D составят около 50-100 тыс. руб., но наиболее вероятно выплата 80 тыс. руб. Постройте графики функций принадлежности для каждого множества. Определите сумму всех доходов от продаж.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС магистерской программы.

Результаты защиты рубежной контрольной работы по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Нечеткое множество. Носитель. Дискретный и непрерывный носитель.
2. Методы построения функций принадлежности.
3. Меры нечеткости множеств.
4. Отношение включения нечетких множеств.
5. Норма и конорма.
6. Нечеткие числа. Операции над нечеткими числами.
7. Нечеткая переменная. Лингвистическая переменная.
8. Трехзначные парные сравнения: область применения метода.

9. Метод Дельфи: за счет чего происходит улучшение оценки.
10. Алгоритмы нечеткого управления.
11. Алгоритмы Мамдани, Цукамото, Ларсена, Сугено, их особенности.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:

1. Сформулируйте понятие множества α -уровня и запишите формулу разложения нечеткого множества по множествам уровня.

2. Пусть $A = \{a, b, c, d\}$ – члены одной семьи. На множестве A задано отношение хФу: « x внешне похож на y ». Задайте график отношения Φ . Постройте график отношения и запишите матрицу инцидентности.

3. Выступая в роли эксперта, оцените истинность и ложность следующего рекламного текста: «Здесь вы можете приобрести товары по вашему вкусу и очень недорого», если заказчики рекламы так оценивают достоверность ее высказываний: $p(A) \in [0,6; 0,8)$, $p(B) \in [0,3; 0,9)$, где A = «Вы можете приобрести товар по вашему вкусу», B = «Вы можете приобрести товар очень недорого».

4. Сопоставление метода анализа иерархий и метода вариантных секторов.

5. При покупке дома сопоставляются 8 критериев: размер дома, удобство маршрутов общественного транспорта, окрестности, время постройки, двор, оборудование, общее состояние, финансовые условия. Полученная при этом матрица парных сравнений имеет следующий вид:

	Размер	Транспорт	Окрест	Время	Двор	Оборуд	Общ. сост	Финансы
Размер	1:1	5:1	3:1	7:1	6:1	6:1	1:3	1:4
Транспорт	1:5	1:1	1:3	5:1	3:1	3:1	1:5	1:7
Окрест	1:3	3:1	1:1	6:1	3:1	4:1	6:1	1:5
Время	1:7	1:5	1:6	1:1	1:3	1:4	1:7	1:8
Двор	6:1	1:3	1:3	3:1	1:1	1:2	1:5	1:6
Оборуд	1:6	1:3	1:4	4:1	2:1	1:1	1:5	1:6
Общ. сост	3:1	5:1	1:6	7:1	5:1	5:1	1:1	1:2
Финансы	4:1	7:1	5:1	8:1	6:1	6:1	2:1	1:1

Оцените согласованность матрицы парных сравнений.

6. Выберите место работы, используя метод анализа иерархий.

7. Постройте нечеткую базу правил для управления кондиционером воздуха в помещении. Кондиционер будет стабилизировать комфортную температуру воздуха в помещении. В качестве входных параметров рассмотрите имеющуюся температуру и скорость изменения температуры.

8. Имеются следующие эвристические правила регулирования температуры воды:

L1. Если вода горячая, то следует повернуть вентиль крана горячей воды на большой угол вправо.

L2. Если вода не очень горячая, то следует повернуть вентиль крана горячей воды на небольшой угол вправо.

L3. Если вода теплая, то оставить вентиль крана горячей воды без воздействия.

L4. Если вода прохладная, то следует повернуть вентиль крана горячей воды на небольшой угол влево.

L5. Если вода холодная, то следует повернуть вентиль крана горячей воды на большой угол влево.

Определите лингвистические переменные. Постройте по эвристическим правилам базу нечетких лингвистических правил. Проверьте с помощью алгоритма Мамдани, на какой угол надо повернуть вентиль крана горячей воды, если температура воды 55°C .

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.