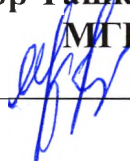


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНЫХ
ОТНОШЕНИЙ (УНИВЕРСИТЕТ) МИНИСТЕРСТВА ИНОСТРАННЫХ ДЕЛ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ**

УТВЕРЖДАЮ

**Директор Ташкентского филиала
МГИМО МИД России**


М.Т. Бакоев

«31» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

ТЕОРИЯ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ И НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Направление подготовки

38.03.05 Бизнес-информатика

Направленность (профиль) подготовки

Анализ и моделирование социально-экономических процессов

Квалификация – бакалавр

Форма обучения - очная

Ташкент – 2021

Рабочая программа по дисциплине «Теория нечетких множеств и нечеткой логики» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования МГИМО МИД России по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика».

Автор программы: Громов А.Н., старший преподаватель.

Библиотекарь:  С.К. Атаханова

Содержание

	стр.
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	7
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	7
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	13
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	22
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)	23
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	24
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	24
11. Иные сведения и (или) материалы	24
12. Лист регистрации внесенных изменений	25

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

Цель: овладение системой базовых знаний по теории и прикладным методам нечёткой логики, которые создают основу для изучения дисциплин профессионального цикла, формирование современного стиля научного мышления на примерах формализации, анализа и исследования прикладных задач с помощью аппарата нечетких множеств и лингвистических переменных.

Задачи:

1. Ознакомление с историей возникновения и становления теории нечёткой логики. Формирование представлений о предмете изучения дисциплины, его месте среди других наук и связях с другими методами исследований.
2. Ознакомление с основными разделами дисциплины: нечеткие множества, лингвистические переменные, функции принадлежности.
3. Формирование базовых представлений о теоретических и практических задачах нечёткой логики и их использовании для моделирования искусственного интеллекта, социальных, экономических, технических и биологических процессов.

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими навыками по дисциплине «Теория нечетких множеств и нечеткой логики»:

Коды компетенции	Содержание компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.2: Разрабатывает варианты решения проблемной ситуации на основе критического анализа доступных источников информации	Знания: - понимать цели и задачи философского знания в контексте ее связи с другими областями духовной культуры общества; -особенности исторических этапов развития философии. Умения: - применять методологические принципы в изучаемых науках с учетом специфики последних; - логически и аксиологически обосновывать свои выводы и заключения в сферах научного и мировоззренческого знания. Навыки: - владеть навыками сбора эмпирического материала, его анализа, синтеза; обобщения и абстрагирования с целью получения необходимого для теоретической работы знания; - владеть приемами рационального логического мышления, способами получения объективного знания в соответствии с законами и правилами формальной логики.

		ИУК-1.3: Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор	Знания: <ul style="list-style-type: none"> - ведущие философские школы и течения; - основы философии управления. Умения: <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно давать оценку наиболее важным явлениям в области науки, экономической, социальной, культурной и идеологической сферах современной жизни. Навыки: <ul style="list-style-type: none"> - владеть методами научного исследования: диалектическим, историческим, системным, сравнительным и др., позволяющими формировать и обосновывать теоретические знания; - владеть навыками рефлексии, самооценки, самоконтроля.
		ИУК-1.4: Применяет виды, методы и концепции системного анализа при выработке плана действий в проблемных ситуациях	Знания: <ul style="list-style-type: none"> - виды, методы и концепции системного анализа. Умения: <ul style="list-style-type: none"> - применять виды, методы и концепции системного анализа при выработке плана действий в проблемных ситуациях. Навыки: <ul style="list-style-type: none"> - способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; - способен применять системный подход для решения поставленных задач.
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИУК-2.1: Понимает базовые принципы постановки задач и выработки решений	Знания: <ul style="list-style-type: none"> - язык и методы теории множеств, теории графов, теории автоматов; - основные типы алгебр и теоретические основы математического моделирования, основные модели алгебры логики и их использование в приложениях; - методики использования алгоритмов на графах при решении задач практического программирования; - основные методы комбинаторики и их приложения к анализу сложности алгоритмов, базовые алгоритмы генерирования основных комбинаторных объектов; - аксиоматический и конструктивистский подход к получению нового знания; - алгебраический подход к построению логики высказываний (булевы алгебры) и основные модели алгебры логики; - основные аспекты формального описания языка и общую схему построения формализованного языка; - основные направления расширения классической логики, области их приложения, основные понятия нечеткой логики; - логическую основу методов доказательства математических утверждений. Умения: <ul style="list-style-type: none"> - применять математические методы и ин-

			<p>струментальные средства для исследования объектов профессиональной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять аппарат теории множеств, исследовать бинарные отношения и алгебраические операции на заданные свойства; - выполнять операции над множествами; - доказывать теоретико-множественные тождества; - проводить логический анализ предложений; - записывать логическую форму выражения на языке логики высказываний; - применять аппарат теории графов для решения прикладных задач; - представлять математические объекты в компьютерных программах; - основные понятия теории алгоритмов, свойства алгоритма, способы описания алгоритмов, возможные уточнения понятия алгоритма, машины Тьюринга; - определять число комбинаторных объектов заданного класса; - использовать стандартные шаблоны доказательств и логический вывод в учебе и практической деятельности. <p>Навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - владеть навыками решения задач дискретной математики; - владеть комбинаторным, теоретико-множественным подходами к постановке и решению задач; - владеть основными методами доказательства математических утверждений; - владеть основными и достаточно универсальными методами решения типовых задач математической логики; - владеть простейшими средствами для записи алгоритмов; - владеть общепринятой в математике терминологией и обозначениями для сокращения записей.
ПК-1	Способен анализировать результаты технологических исследований в области управления ИТ-системами и ИТ-продуктами	ИПК-1.1: Понимает теорию исследований, основы информационных технологий	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теорию исследований; - основы информационных технологий. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понимать теорию исследований и основы информационных технологий. <p>Навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способен анализировать результаты технологических исследований в области управления ИТ-системами и ИТ-продуктами.
		ИПК-1.2: Демонстрирует навыки постановки задач технологического исследования, его координирования и оценивания в области ИТ-систем междуна-	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теорию исследований; основы информационных технологий. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ставить задачи. <p>Навыки:</p>

		родного бизнеса	<ul style="list-style-type: none"> - владеть навыками постановки задачи на технологические исследования; - владеть навыками заказа технологических исследований; - владеть навыками координирования технологических исследований; - способен анализировать результаты технологических исследований в области ИТ-систем международного бизнеса.
ПК-5	Способен разрабатывать бизнес-планы и стратегии развития международных компаний в области продажи ИТ-продуктов	ИПК-5.1: Понимает теорию стратегического управления	Знания: - теорию стратегического управления. Умения: - понимать теорию стратегического управления. Навыки: - владеть навыками разработки стратегии развития и управления ИТ-технологий и ИТ-продуктов на международных рынках.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория нечетких множеств и нечеткой логики» входит в математический и естественнонаучный цикл дисциплин (вариативную часть) Б1.В.07. Освоение дисциплины должно опираться на знания, умения и компетенции, приобретенные в процессе изучения дисциплин «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дискретная математика и математическая логика».

Дисциплина «Теория нечетких множеств и нечеткой логики» является предшествующей для дисциплин: «Математическое моделирование социально - экономических процессов», «Нейронные сети и естественные алгоритмы вычисления».

Дисциплина изучается на втором курсе в четвертом семестре.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часов.

3.1. Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий (в часах)

Вид работы	Трудоемкость	
	Академические часы	Зачетные единицы
Общая трудоемкость	72	2
Аудиторная работа, всего:	32	
Лекции	18	
Практические занятия/семинары:	18	
Самостоятельная работа:	36	
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет	

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Раздел/тема Дисциплины	Общая трудоёмкость (в часах)	Виды учебных заня- тий, включая само- стоятельную работу обучающихся и трудо- емкость (в часах)			Формы текущего контроля успе- ваемости
			аудиторные учебные заня- тия		самостоятельная рабо- та обучающихся	
		всего	лекции	практические занятия		
Раздел 1. Основы теории нечетких множеств						
1.	Тема 1. Определение нечеткого мно- жества и основные характеристики нечеткого множества.	9	2	2	5	Решение задач
2.	Тема 2. Методы построения функ- ций принадлежности.	9	2	2	5	Решение задач, контрольная работа
3.	Тема 3. Операции над нечеткими мно- жествами.	9	2	2	5	Решение задач
4.	Тема 4. Нечеткие числа.	9	2	2	5	Решение задач

№ п/п	Раздел/тема Дисциплины	Общая трудоёмкость (в часах)	Виды учебных заня- тий, включая само- стоятельную работу обучающихся и трудо- емкость (в часах)			Формы текущего контроля успе- ваемости
			аудиторные учебные заня- тия		самостоятельная рабо- та обучающихся	
		всего	лекции	практические занятия		
5.	Тема 5. Нечеткие бинарные отношения и соответствия.	8	2	2	4	Решение задач, контрольная работа
Раздел 2. Основы теории нечеткой логики						
6.	Тема 6. Лингвистические переменные.	8	2	2	4	Решение задач
7.	Тема 7. Нечеткие булевы переменные.	8	2	2	4	Решение задач, контрольная работа
8.	Тема 8. Системы нечеткого логического вывода.	12	4	4	4	Решение задач
ИТОГО:		72	18	18	36	

4.2 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам)

Тема 1. Определение нечеткого множества и основные характеристики нечеткого множества

История развития теории и приложений нечеткой математики. Примеры обычных и нечетких множеств. Определение нечеткого множества. Основные характеристики нечёткого множества: носитель, высота, ядро, точки перехода, границы нечёткого множества, множество α -уровня, ближайшее чёткое множество.

Перечень вопросов для обсуждения:

1. История зарождения и развития нечёткой математики.
2. Промышленные приложения нечёткой математики в Японии, Европе, Америке.
3. Особенности развития и применения нечёткой математики в России.
4. В чем принципиальная разница между обычным множеством и нечётким множеством.
5. Можно ли задать обычное множество как нечеткое.

6. В чем разница между описанием конечного и бесконечного нечеткого множества.
7. Какие характеристики нечетких множеств имеют смысл для обычных множеств.
8. Пример нечеткого множества с дискретным и непрерывным носителем.
9. Определение обычного множества, ближайшего к нечеткому.

Тема 2. Методы построения функций принадлежности

Функция принадлежности. Методы экспертных оценок. Прямой и косвенный методы построения функций принадлежности. Виды функций принадлежности: кусочно-линейные функции принадлежности (треугольные, трапециевидные, S-образные и Z-образные).

Перечень вопросов для обсуждения:

1. Как изменятся формулы и графики кусочно-линейных функций принадлежности, если их рассматривать на множестве N натуральных чисел? на множестве Z целых чисел?
2. К какому виду принадлежит график функции принадлежности универсума? пустого множества?
3. Примеры нечеткого множества, функции принадлежности которых не относятся к треугольным, трапециевидным, S-образным и Z-образным функциям принадлежности.

Тема 3. Операции над нечеткими множествами

Отношение включения нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами: дополнение, пересечение, объединение. Свойства операций пересечения, объединения и дополнения над обычными и нечеткими множествами. Расстояние между нечеткими множествами. Индексы нечеткости.

Перечень вопросов для обсуждения:

1. Определение основных операций над нечеткими множествами и их сравнение с аналогичными для четких множеств.
2. Сравнение свойств операций над обычными и нечеткими множествами.
3. Важнейшие логические законы, которые не выполняются над нечеткими множествами.
4. Операции умножения нечетких множеств, возведения в целую неотрицательную степень, умножение на число.
5. Формула расстояния между двумя произвольными нечеткими множествами по Хеммингу и Евклиду для дискретного и непрерывного носителя.
6. Определение подмножества нечеткого множества.
7. Определение оператора нечеткости.

Тема 4. Нечеткие числа

Определение нечеткого числа. Нормальные, унимодальные, выпуклые нечеткие числа. Алгебраические операции над нечеткими числами.

Перечень вопросов для обсуждения:

1. Понятие нечеткого числа.
2. Сравнение определения нормальных, унимодальных, выпуклых нечетких чисел с соответствующими определениями нечетких множеств. .
3. Определения алгебраических операций над нечеткими числами.
4. Нечеткий минимум и максимум нечетких чисел.
5. Сравнение двух нечетких чисел.
6. Свойства операций над нечеткими числами, которые в некоторых случаях нарушаются или выполняются всегда.
7. Различие понятий равенства для обычных и нечетких чисел.

Тема 5. Нечеткие бинарные отношения и соответствия

Определение нечёткого отношения. Бинарные нечёткие отношения. Характеристики бинарных нечётких отношений. Сравнения нечётких отношений, операции над нечёткими отношениями. Композиция нечётких бинарных отношений. Свойства бинарных нечётких отношений, заданных на множестве $X \times X$.

Перечень вопросов для обсуждения:

1. Нечеткие бинарные отношения.
2. Композиция и транзитивное замыкание нечетких бинарных отношений.
3. Свойства и виды нечетких бинарных отношений.
4. Нечеткие бинарные соответствия.
5. Способы задания нечетких и обычных бинарных отношений.
6. Декомпозиция нечеткого отношения.
7. Основные свойства нечетких бинарных отношений.
8. Типы нечетких бинарных отношений.
9. Различие и сходство нечетких бинарных отношений и соответствий.

Тема 6. Лингвистические переменные

Понятие лингвистической переменной. Синтаксическое и семантическое правила. Пример лингвистической переменной.

Перечень вопросов для обсуждения:

1. Понятие терма.
2. Понятие составной лингвистической переменной.
2. Различие и сходство семантического и синтаксического правил.
3. Определение лингвистической переменной.
4. Примеры лингвистических переменных из различных областей науки.

Тема 7. Нечеткие булевы переменные

Нечеткие булевы переменные и логические операции над ними. Анализ функции нечетких булевых переменных. Лингвистические переменные “истина” и “ложь”.

Перечень вопросов для обсуждения:

1. Понятие булевой переменной, формулы булевой алгебры, основные операции над булевыми переменными.
2. Понятие нечеткой булевой переменной.
3. Функции нечетких булевых переменных.
4. Аналитические функции нечетких булевых переменных.

Тема 8. Системы нечеткого логического вывода

Основные этапы нечёткого логического вывода. База правил нечёткого вывода. Фаззификация входных переменных. Агрегирование условий базы правил. Активация подзаключений базы правил. Аккумуляирование заключений нечётких правил.

Перечень вопросов для обсуждения:

1. Сущность и назначение систем нечёткого логического вывода.
2. Последовательность и назначение каждого этапа нечёткого логического вывода.
3. Задачи, для которых применим нечёткий логический вывод.
4. Дефаззификация.

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

Для самостоятельного изучения теоретического материала и способов решения задач рекомендуются книги из основного списка литературы.

Для практических занятий используются задачи, предложенные преподавателем.

Наименование раздела (темы) дисциплины	Кол-во часов	Форма самостоятельной работы	Формы контроля и сроки представления работ
	часы		
Раздел 1. Основы теории нечетких множеств			
Тема 1. Определение нечеткого множества и основные характеристики нечеткого множества.	5	Проработка лекционного курса. Самостоятельное освоение теоретического материала. Решение задач, предложенных преподавателем.	Решение задач
Тема 2. Методы построения функций принадлежности.	5	Углубленное изучение материала лекции №1. Решение задач, предложенных преподавателем.	Решение задач, контрольная работа
Тема 3. Операции над нечеткими множествами.	5	Проработка лекционного курса. Самостоятельное освоение теоретического материала. Решение задач, предложенных преподавателем.	Решение задач

Тема 4. Нечеткие числа.	5	Изучение материала лекции по теме 4. Решение задач, предложенных преподавателем.	Решение задач
Тема 5. Нечеткие бинарные отношения и соответствия.	4	Проработка лекционного курса. Самостоятельное освоение теоретического материала Решение задач.	Решение задач, контрольная работа
Раздел 2. Основы теории нечеткой логики			
Тема 6. Лингвистические переменные.	4	Проработка лекционного курса. Самостоятельное освоение теоретического материала.	Решение задач
Тема 7. Нечеткие булевы переменные.	4	Проработка лекционного курса. Самостоятельное освоение теоретического материала Решение задач, предложенных преподавателем.	Решение задач, контрольная работа
Тема 8. Системы нечеткого логического вывода.	4	Самостоятельное изучение теоретического материала. Решение задач, предложенных преподавателем.	Решение задач
ИТОГО:	36		

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

6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

1) Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции и ее формулировка	Индикаторы достижения компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Тема 1. Определение нечеткого множества и основные характеристики нечеткого множества.	УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации,	ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	Решение задач
2.	Тема 2. Методы построения функций принадлежности.	применять системный подход для решения поставленных задач.	ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	Решение задач, контрольная работа
3.	Тема 3. Операции над нечеткими множествами.	УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения,	ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	Решение задач
4.	Тема 4. Нечеткие числа.	исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	Решение задач
5.	Тема 5. Нечеткие бинарные отношения и соответствия.	ПК-1: Способен	ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	Решение задач, контрольная работа
6.	Тема 6. Лингвистические переменные.		ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1;	Решение задач

		анализировать результаты технологических исследований в области управления ИТ-системами и ИТ-продуктами.	ИПК-1.1; ИПК-5.1	ИПК-1.2;	
7.	Тема 7. Нечеткие булевы переменные.	ПК-5: Способен разрабатывать бизнес-планы и стратегии развития международных компаний в области продажи ИТ-продуктов	ИУК-1.2; ИУК-1.4; ИПК-1.1; ИПК-5.1	ИУК-1.3; ИУК-2.1; ИПК-1.2;	Решение задач
8.	Тема 8. Системы нечеткого логического вывода.		ИУК-1.2; ИУК-1.4; ИПК-1.1; ИПК-5.1	ИУК-1.3; ИУК-2.1; ИПК-1.2;	Решение задач

2а) Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Устный опрос	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов.	Перечень вопросов для обсуждения
2.	Решение практических заданий	Решение определённой учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.	Перечень практических заданий
3.	Контрольная работа №1 – промежуточная аттестация № 1	Решение варианта практических задач по определенной части ранее изученных тем.	Перечень вопросов для контрольной работы
4.	Контрольная работа №2 – промежуточная аттестация № 2	Решение варианта практических задач по определенной части ранее изученных тем.	Перечень вопросов для контрольной работы
5.	Контрольная работа №3 – промежуточная аттестация № 3	Решение варианта практических задач по определенной части ранее изученных тем.	Перечень вопросов для контрольной работы
6.	Зачет	Ответ на два теоретических вопроса и решение одного практического задания.	Перечень вопросов и типовых задач

2б) Описание шкал оценивания

ОБЩИЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ	А (90-100%)	Работа (письменный ответ) полностью отвечает целям/задачам обучения по данному курсу
	В (82-89%)	Работа (письменный ответ) в основном отвечает целям/задачам обучения по данному курсу

	C (75-81%)	Работа (письменный ответ) отвечает отдельным целям/задачам обучения по данному курсу, однако имеет серьезные недостатки в отношении остальных целей/задач
	D (67-74%)	Работа (письменный ответ) не отвечает большинству или всем целям/задачам обучения по данному курсу
	E (60-66%)	Работа (письменный ответ) совершенно не соответствует/противоречит целям данного курса; и/или не достигла их
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	A (90-100%)	Решены правильно все задачи с возможным недочётом в решении не более, чем одной задачи. Решение должно продемонстрировать глубокое знание теоретического материала и усвоение методов решения.
	B (82-89%)	Допускается неверное решение не более, чем одной задачи. Возможны небольшие ошибки, не приводящие к упрощению задачи.
	C (75-81%)	Решено не менее 75% предложенных задач. Возможны неверные ответы в одной или двух решенных задач из-за арифметических ошибок.
	D (67-74%)	Решено порядка 60-70% задач. Допущены арифметические ошибки в решенных задачах.
	E (60-66%)	Правильно решены 50 – 60% задач. Показаны формальные знания теоретического материала и методов решения.
УСТНЫЙ ОТВЕТ	A (90-100%)	Самостоятельное и оригинальное осмысление материала; ясное и убедительное рассуждение; мощный и убедительный анализ
	B (82-89%)	Четкость логики и анализа, некоторая оригинальность в осмыслении материала, в целом работа хорошо аргументирована и убедительна
	C (75-81%)	Удовлетворительные построение и анализ при отсутствии оригинальности или критического осмысления материала
	D (67-74%)	Логика слабая, оригинальность отсутствует и/или материал недостаточно критически осмыслен
	E (60-66%)	Логика крайне слабая, отсутствует или неадекватна выбранной теме
ОБЩИЕ УМЕНИЯ	A (90-100%)	Проявлено абсолютно уместное и точное применение широкого спектра общих умений, предусмотренных данным курсом и заданием
	B (82-89%)	Проявлено владение достаточно широким спектром соответствующих умений
	C (75-81%)	Проявлено владение удовлетворительным спек-

		тром соответствующих умений
	D (67-74%)	Использованы отдельные общие умения; они применяются слабо или неадекватно
	E (60-66%)	Работа показывает недостаточную компетентность в области общих умений; крайне слабая работа

3) *Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков в ходе проведения промежуточной аттестации*

Текущий контроль знаний студентов осуществляется в форме трех контрольных срезов знаний в виде контрольных работ на 6, 12 и 15-16 неделе обучения. Типовые варианты контрольных работ, максимальное количество процентов (баллов), получаемое студентами, за правильно выполненные задания и критерии выставления баллов приведены ниже.

Типовые варианты заданий для промежуточных контрольных срезов.

Контрольная работа №1.

1. U – множество дисциплин, изучаемых в текущем семестре. Присвойте номер каждой дисциплине и, выступая в роли эксперта, запишите нечеткие множества:

A – мне нравится эта дисциплина;

B – я не понимаю эту дисциплину;

C – мне не нравится эта дисциплина;

D – я хотел бы изучать эту дисциплину глубже.

2. $U = R + \bigcup \{0\}$ - множество неотрицательных действительных чисел. Заданы функции принадлежности нечетких множеств:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } 0 \leq x \leq 5; \\ 0 & , \text{если } x > 5 \end{cases}$$

$$\mu_B(x) = \begin{cases} e^{-\frac{x-5}{5}}, & \text{если } 5 \leq x \leq 10; \\ 0 & , \text{если } 0 \leq x < 5 \text{ или } x > 10 \end{cases}$$

$$\mu_C(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq x \leq a_1 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & \text{если } a_1 \leq x \leq a_2; \\ 1, & \text{если } x > a_2 \end{cases}; \mu_D(x) = \frac{1}{1+2x^2}, 0 \leq x < \infty$$

Для каждого нечеткого множества требуется:

1) построить график функции принадлежности;

- 2) записать разложение по множествам уровня;
- 3) записать приближенное дискретное разложение, разбив отрезок $[0,1]$ на пять частей.

Количество баллов за правильно и полностью выполненные задания:

Каждое задание – 50 баллов.

Итого: 100 баллов.

Контрольная работа №2.

1. На универсальном множестве $U = \{a, b, c, d, e, f, g\}$ заданы нечеткие множества

$$A = 0,3/b + 0,7/c + 1/d + 0,2/f + 0,6/g;$$

$$B = 0,3/a + 1/b + 0,5/c + 0,8/d + 1/e + 0,5/f + 0,6/g;$$

$$C = 1/a + 0,5/b + 0,2/d + 0,2/f + 0,9/g.$$

Требуется:

- 1) найти множества:

$$A \cap B, A \cup B, A \cap \bar{B}, (A \cup \bar{B}) \cap C, (\overline{A \cap B}) \cap \bar{C}, (A \cap \bar{A}) \cdot (B \cap \bar{B})$$

И дать геометрическую интерпретацию выполненных операций;

- 2) найти множества:

$$0,8A^2 \cup 0,5B^2 \cup 0,3C^2, 0,6(A \cdot B) \cap C^2;$$

- 3) найти множества:

$$A \wedge B, B \vee C, (A \vee C) \wedge B, (A \wedge B) \vee (A \wedge C),$$

Если операции решеточных пересечения и объединения определены по правилам:

- а) граничного произведения и граничной суммы;
- б) слабой Т-нормы и сильной Т-конормы.

Количество баллов за правильно и полностью выполненные задания:

Задания 1), 2) – 30 баллов, задание 3) – 40 баллов.

Итого: 100 баллов.

Контрольная работа №3.

1. На множестве $U = \{1, 2, 3, 4\}$ заданы бинарные отношения:

$$\Gamma_1 = 1/(1,1) + 0,8/(1,3) + 1/(2,1) + 1/(2,2) + 0,4/(2,4) + 0,7/(3,1) + \\ + 1/(3,3) + 0,6/(4,2) + 1/(4,4);$$

$$\Gamma_2 = 1/(1,2) + 0,8/(1,3) + 1/(1,4) + 1/(2,3) + 0,4/(2,4) + 0,7/(3,1) + \\ + 1/(3,2) + 0,6/(4,2) + 1/(4,3).$$

Требуется:

- 1) Построить графы отношений;
 - 2) Записать матрицы инцидентий отношений Γ_1 и Γ_2 .
 - 3) Найти матрицу инцидентий и график композиции отношений $\Gamma_1 \circ \Gamma_2$.
2. Функции нечетких булевых переменных заданы формулами:

$$f_1(x_1, x_2, x_3) = x_1 \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1 x_3}, \quad f_2(x_1, x_2, x_3) = x_1 \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1 x_3},$$

$$f_3(x_1, x_2, x_3) = \overline{x_1 x_2 x_3} \vee \overline{x_1 x_3}, \quad f_4(x_1, x_2, x_3) = \overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_1 x_2 x_3}$$

Требуется:

- 1) Упростить формулы;
- 2) Найти значения функций, если $x_1 = 0,4$, $x_2 = 0,4$, $x_3 = 0,9$.

Количество баллов за правильно и полностью выполненные задания:

Задание 1. 1), 2) – 15 баллов, задание 3) – 20 баллов.

Задание 2. 1), 2) – 25 баллов.

Итого: 100 баллов.

в) описание шкалы оценивания

- Максимальное количество баллов (М), если задание выполнено полностью и правильно;
- $M \times 0,9$ баллов, если задание выполнено полностью, но с незначительными погрешностями;
- $M \times 0,75$ баллов, задание выполнено полностью, но со значительными погрешностями;
- $M \times 0,65$ баллов, если задание выполнено не полностью, но решение шло в правильном направлении;
- $M \times 0,5$ баллов, если задание не выполнено до конца, но студент понимает суть вопроса;
- 0 баллов, задание выполнено неправильно или не выполнено.

Общий уровень текущих знаний студента за семестр (Б1 – блок 1) определяется как среднее арифметическое трех контрольных срезов, то есть

$$Б1 = \frac{KP1 + KP2 + KP3}{3}.$$

О порядке подведения итогов экзаменационной сессии.

Примерный перечень вопросов к зачету.

1. Примеры обычных и нечетких множеств.
2. История зарождения нечёткой математики.
3. Множества α – уровня.
4. Методы построения функций принадлежности.
5. Меры нечеткости множества.
6. Отношения включения нечетких множеств.
7. Операции над нечеткими множествами.

8. Определение нечеткого числа.
9. Алгебраические операции над нечёткими числами.
10. Бинарные отношения.
11. Нечеткие бинарные отношения.
12. Композиция и транзитивное замыкание нечетких бинарных отношений.
13. Свойства и виды нечетких бинарных отношений.
14. Нечеткие бинарные соответствия.
15. Понятие лингвистической переменной.
16. Синтаксические и семантические правила.
17. Булева алгебра.
18. Нечеткие булевы переменные и логические операции над ними.
19. Анализ функции нечетких булевых переменных.
20. Лингвистические переменные “истина” и “ложь”.

Примеры типовых задач

1. Пусть

$U = \{\text{понедельник, вторник, среда, четверг, пятница, суббота, воскресенье}\}.$

Выступая в роли эксперта запишите в форме $A = \sum_{i=1}^n \mu_A(u_i)/u_i, u_i \in U$ следующие нечеткие множества: A – начало недели, B – середина недели, C – конец недели, D – не начало, но и не конец недели. Есть ли среди определенных вами функций принадлежности унимодальные?

2. Пусть $U = \{0, 1, 2, \dots, 120\}$ – возможный возраст человека. Выступая в роли эксперта, постройте графики функций принадлежности следующих нечетких множеств: A – молодой, B – старый, C – очень молодой, D – не старый. Запишите эти множества в форме $A = \int_U \mu_A(u)/u$. Сравните полученные вами

графики с графиками ваших сокурсников. Если есть различия, попытайтесь объяснить причины этих различий.

3. Даны нечеткие множества:

$$A = 0,4/5 + 0,7/6 + 1/7 + 0,8/8 + 0,6/9 \text{ и}$$

$$B = 0,8/1 + S + 0,8/3 + 0,5/4.$$

Требуется:

- 1) Записать множества $CON(A), DIL(A), CON(B), DIL(B)$;
- 2) сделать два чертежа: на одном изобразить множества $A, CON(A), DIL(A)$,
на втором – множества $B, CON(B), DIL(B)$;
- 3) вычислить индексы нечетности по метрике Хемминга для всех шести множеств;
- 4) вычислить индексы нечетности по евклидовой метрике для всех шести множеств;

5) сравнить степень нечеткости множества A со степенью нечеткости множеств $CON(A), DIL(A)$, а также множества B с множествами $CON(B), DIL(B)$.

4. Пусть $U = \{a, b, c, d, e\}$ - множество молодых людей. На U задано нечеткое множество A :

$A = \text{молодой человек хорошо владеет компьютером},$

$$A = 0,8/a + 0,6/c + 0,9/d + 1/e$$

Требуется:

1) Используя операции концентрирования и растяжения, записать множества

$$B = CON(A) = \text{молодой человек очень хорошо владеет компьютером};$$

$$C = DIL(A) = \text{молодой человек не слишком хорошо владеет компьютером};$$

2) Записать множество C , используя оператор увеличения нечеткости:

$$K = \begin{pmatrix} 0,9 & 1 & 0,6 & 0 \\ 0,8 & 0,6 & 0,4 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 \\ 0,2 & 0,5 & 0,8 & 0 \\ 1 & 0,7 & 0,7 & 0 \end{pmatrix}.$$

5. Даны нечеткие числа: $a = \text{"немного больше 3"}$ и $b = \text{"примерно 3"}$, если $A = 1/4 + 0,5/5 + 0,2/6$ и $B = 0,3/1 + 0,8/2 + 1/3 + 0,8/4 + 0,3/5$. Выполнить арифметические операции и сравнить нечеткие числа с дискретными носителями.

6. Пусть $U = \{0, 1, 2, \dots, 25\}$ является носителем следующих нечетких чисел:

$a = \text{"в городе N проезд на метро стоит приблизительно 8 руб."};$

$b = \text{"проезд на маршрутке в этом городе стоит не менее 15 руб."};$

$c = \text{"мне надо проехать на метро раз пять"};$

$d = \text{"мне надо проехать на маршрутке по крайней мере раза три"}.$

Требуется:

1) Выступая в роли эксперта, запишите нечеткие числа a, b, c, d в форме объединения точечных нечетких множеств;

2) Найти $x = \text{"примерная сумма расходов на транспорт в городе N"}$;

3) Разложить нечеткие числа a, b, c, d и x по множествам α -уровня, если $\alpha \in \{0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1\}$;

4) Построить графики функций принадлежности чисел a, b, c, d и x .

7. Выступая в роли эксперта, оцените истинность и ложность следующего рекламного текста: «Здесь Вы можете приобрести товар по Вашему вкусу и очень недорого», если заказчики рекламы так оценивают достоверность высказываний:

$p =$ "Вы можете приобрести товар по вашему вкусу" $\in [0,6; 0,8)$,

$q =$ "Вы можете приобрести товар очень недорого" $\in [0,3; 0,9)$.

8. С помощью формул

$$\mu_{\text{истина}} = \frac{1}{2} \left(1 + \sin \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{2x - 1 - a_1}{1 - a_1} \right) \right), x \in [a_1, 1];$$

$$\mu_{\text{ложь}} = \frac{1}{2} \left(1 + \sin \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{1 - a_1 - 2x}{1 - a_1} \right) \right), x \in [0, 1 - a_1]$$

рассмотрите несколько значений параметра a_1 . Сформулируйте ваши заключения с помощью модифицированных термов "истина" и "ложь".

а) критерии оценивания компетенций (результатов)

Максимальная оценка 100%, в том числе:

ответ на вопрос № 1 – от 0% до 50%;

ответ на вопрос № 2 – от 0% до 50%.

б) описание шкалы оценивания

Шкала соответствия оценок		
Оценка по пятибалльной шкале	Рейтинговая оценка, %	Европейская оценка
Отлично	90-100 %	A
Хорошо	82-89 %	B
	75-81 %	C
Удовлетворительно	67-74 %	D
	60-66 %	E
Неудовлетворительно	Менее 60 %	F

4) Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе проведения промежуточной аттестации

Виды работы	Индикаторы компетенций, проверяемые в процессе выполнения данного вида работы	Доля вида работы в итоговой оценке
Аудиторная контрольная работа № 1	Тема 1, Тема 2. ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	от 0% до 20%
Аудиторная контрольная работа № 2	Тема 3, Тема 4, Тема 5. ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	от 0% до 20%

Аудиторная контрольная работа № 3	Тема 6, Тема 7. ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	от 0% до 20%
Работа на семинаре	Ответы на вопросы преподавателя по теме семинара, выполнение домашних заданий, основанных на лекционном материале. ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	от 0% до 40%
Итог	Итоговым результатом по курсу считается оценка, полученная студентом по результатам работы в семестре (выставляется на основании результатов контрольных работ и работы на семинарских занятиях). ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	от 0% до 100%
Зачет	Два устных вопроса по всему пройденному материалу. ИУК-1.2; ИУК-1.3; ИУК-1.4; ИУК-2.1; ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-5.1	от 0% до 100%

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Назаров, Д. М. Интеллектуальные системы: основы теории нечетких множеств: учебное пособие для академического бакалавриата / Д. М. Назаров, Л. К. Конышева. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 186 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07496-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/423214>
2. Горбаченко, В. И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети: учебное пособие для вузов / В. И. Горбаченко, Б. С. Ахметов, О. Ю. Кузнецова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 105 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-08359-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/444125>

б) дополнительная литература:

1. Исаев, С.В. Интеллектуальные системы : учеб. пособие / С.В. Исаев, О.С. Исаева. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. - 120 с. - ISBN 978-5-7638-3781-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032129>
2. Интеллектуальные системы : учебное пособие / А. Семенов, Н. Соловьев, Е. Чернопрудова, А. Цыганков ; Оренбургский государственный универси-

тет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2013. – 236 с.
 – Режим доступа: по подписке. –
 URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259148>

в) литература для факультативного чтения:

1. Яхьяева, Г.Э. Основы теории нечетких множеств: курс лекций / Яхьяева Г.Э. — Москва: Интуит НОУ, 2016. — 187 с. — ISBN 978-5-94774-818-5. — ,
2. Гисин, В.Б. Нечеткие множества и мягкие вычисления в экономике и финансах: учебное пособие / Гисин В.Б., Волкова Е.С. — Москва: КноРус, 2019. — 155 с. — (бакалавриат). — ISBN 978-5-406-06705-5.

д) Интернет-ресурсы, базы данных

1. ЭБС «Znaniy.com» -- www.znaniy.com
2. ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» -- www.biblioclub.ru3
3. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Контрольная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

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

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- 1) Microsoft Office, Windows
- 2) Справочная информационная система «Консультант +»
- 3) Антивирусная защита ESET NOD 32

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория для проведения занятий всех видов, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Технические средства обучения:

Мультимедиа-проектор-1шт.

LCD экран -1шт.

Монитор преподавателя- 1 шт.

Системный блок-1шт.

Комплект аудио колонок для воспроизведения аудио файла- 4 шт.

Специализированная мебель:

Доска-1шт

Стол преподавателя-1шт.

Стол студенческий одноместный-50 шт.

Стулья студенческие -50 шт.

11. Иные сведения и (или) материалы

12. Лист регистрации внесенных изменений