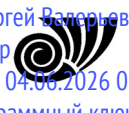


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 04.06.2026 09:22:35
Уникальный программный ключ:
891934b8c2cf7b6350cbe51cdda306e877fe163



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»			
Версия документа - 1	стр. 1 из 2	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Фонд оценочных средств
для промежуточной аттестации**

по дисциплине

Нечеткие модели и их приложения

Направление подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
*Методы математического моделирования
в ракетно-космической технике*

Присваиваемая квалификация
магистр

Форма обучения
очная

Миасс 2026 г.

01.04.02 Прикладная математика и информатика, Методы математического моделирования в ракетно-космической технике, Нечеткие модели и их приложения, 2026, очная

Фонд оценочных средств одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом Миасского филиала ФГБОУ ВО "ЧелГУ"

Протокол заседания № 8 от 24.02.2026

Председатель Ученого совета
Миасского филиала ФГБОУ ВО
"ЧелГУ"

согласовано

Т.В. Малькова

Заседанием кафедры прикладной математики

Протокол заседания № 6 от 30.01.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

Е.В. Дутикова

Автор (составитель)

В.Ю. Гудков

Структура фонда оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27.09.2022 г. № 573-1 «Об утверждении шаблонов документов».



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 3 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств.....	4
2. Перечень формируемых компетенций.....	4
2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной.....	4
3. Содержание оценочных средств по дисциплине.....	6
3.1 Виды оценочных средств.....	6
3.2 Содержание оценочных средств.....	7
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации. 22	
4.1 Порядок проведения промежуточной аттестации.....	22
4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств.....	25
4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций..	27



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 4 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
Профиль: Методы математического моделирования в ракетно-космической
технике

Дисциплина: Нечеткие модели и их приложения

Семестры изучения: 2

Форма промежуточной аттестации: *экзамен.*

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Нечеткие модели и их приложения»
направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции и согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Формулирует основные теоретические положения в области математического моделирования ОПК-3.2. Демонстрирует умения давать содержательную интерпретацию полученных результатов при проведении анализа математических моделей ОПК-3.3. Имеет	<i>Знать</i> основные принципы нечеткого математического моделирования <i>Уметь</i> грамотно пользоваться математическими терминами, принятыми в теории нечетких множеств <i>Владеть</i> навыками практического использования математического инструментария для моделирования нечетких систем



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 5 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		практический опыт разработки и проведения анализа математических моделей при решении задач	
--	--	--	--

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Контролируемые темы/ разделы	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	Определение нечетких множеств. Множества уровня нечеткого множества. Характеристики нечеткого множества.	ОПК-3 <i>знать</i> определение объединения и пересечения нечетких множеств, дополнения, равенство, включение нечетких множеств, теорему о разложении нечеткого множества по элементарным, теорему о множествах уровня объединения, пересечения и дополнения нечетких множеств, принцип обобщения Заде, определение множества уровня, характеристики нечетких множеств, индексы нечеткости; <i>уметь</i> составлять нечеткие множества с привлечением равноправных экспертов, задавать графики функций принадлежности нечеткого множества, алгоритм построения функции принадлежности, алгоритм приближенного построения собственного вектора, анализировать нечеткие сети, производить разложение по множествам уровня, находить некоторые характеристики нечеткого множества; <i>владеть</i> методом упорядочивания последовательности нечеткого множества, методом иерархий Т. Саати, принципом обобщения Заде, навыками расчета расстояния в нечетких множествах, арифметическими действиями с нечеткими множествами.	Контрольная работа №1	Вопросы к зачету Типовые задачи
2	Нечеткие регуляторы. Методы дефаззификации. Образы нечетких множеств при нечетких бинарных	ОПК-3 <i>знать</i> арифметические действия с нечеткими множествами, свойства арифметических операций, линейность образа нечеткого множества, определение выпуклости нечеткого множества, критерий выпуклости нечетких множеств, определение бинарного отношения, свойства бинарных отношений, нечеткие бинарные отношения; <i>уметь</i> совершать арифметические операции с	Контрольная работа №2	Вопросы к зачету Типовые задачи



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 6 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	отношениях.	нечеткими множествами, определять выпуклость множества, выполнять операции срезки с числами, строить матрицу пожеланий; <i>владеть</i> методами дефазикации, принципом построения образов нечеткого множества.		
3	Выпуклость нечеткого множества. Нечеткие отношения на множестве. Лингвистическая переменная. Композиционное правило вывода.	ОПК-3 <i>знать</i> теорему принадлежности нечеткого множества, лингвистические переменные, нечеткое правило вывода, свойства импликации, свойства нечетких отображений, теорему аппроксимации, критерий Вальда, критерий Сэвиджа, критерий Лапласа, критерий «крайнего оптимизма», критерий Гурвица, критерий Ходжа-Лемана, ; <i>уметь</i> решать задачу идентификации нечетких отношений, находить значения функции принадлежности, находить высоту нечетких множеств, строить лингвистические схемы, находить верхнюю и нижнюю аппроксимацию семейства множеств, находить четкую информацию по нечетким данным, находить нечеткие регуляторы; <i>владеть</i> навыками решения задач о достижении цели, методом наложения лингвистических схем на нечеткие множества, принципом выбора стратегии в многокритериальных задачах в условиях неопределенности.	Контрольная работа №3	Вопросы к зачету Типовые задачи

3.2 Порядок проведения промежуточной аттестации и содержание оценочных средств

Тестовые задания по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения» (уровень: магистратура)

Часть 1. Открытые вопросы (10 заданий)

№	Формулировка задания
1	Дайте определение нечеткого множества и функции принадлежности. Как графически изображаются операции объединения, пересечения и дополнения нечетких множеств?
2	Сформулируйте теорему о разложении нечеткого множества по множествам уровня (α -срезам). Как с её помощью можно восстановить исходное нечеткое множество по семейству четких подмножеств?
3	Что такое принцип обобщения Заде? Как он применяется для выполнения арифметических операций над нечеткими числами?
4	Дайте определение выпуклого нечеткого множества. Сформулируйте критерий выпуклости через функцию принадлежности и приведите пример не выпуклого нечеткого множества.
5	Опишите свойства нечетких бинарных отношений. Как определяется максиминная композиция двух нечетких отношений и в каких прикладных задачах она используется?



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное
 учреждение высшего образования
 «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
 Миасский филиал
 Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
 по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
 моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1	стр. 7 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------------	------------------------	---------------

6	Что такое лингвистическая переменная? Раскройте её синтаксическую и семантическую структуры на конкретном примере (например, «Точность наведения»).
7	Сформулируйте композиционное правило вывода (CRI) Заде. Как выбирается тип импликации (Мамдани, Ларсена, Годеля) и как это влияет на результат нечеткого логического вывода?
8	Опишите архитектуру нечеткого регулятора. Какие основные блоки он содержит и какова функция каждого из них в контуре управления?
9	Перечислите основные методы дефаззификации. Сравните метод центра масс (centroid) и метод первого максимума (FOM) по точности, устойчивости и вычислительной сложности.
10	В чём заключается подход Беллмана–Заде к принятию решений в условиях нечеткой цели и нечетких ограничений? Как формулируется функция принадлежности оптимального решения?

Часть 2. Закрытые вопросы (выберите один правильный ответ) (10 заданий)

№	Формулировка задания	Варианты ответов
11	Значения функции принадлежности нечеткого множества всегда принадлежат интервалу:	а) $(-1, 1]$; б) $[0, 1]$; в) $[0, 1)$; г) R
12	Функция принадлежности пересечения двух нечетких множеств A и B вычисляется по формуле:	а) $\mu_{A \cap B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$; б) $\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$; в) $\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x)$; г) $\mu_{A \cap B}(x) = 1 - \mu_A(x)$
13	α -срезом (множеством уровня α) нечеткого множества A называется:	а) $x \vee \mu_A(x) > \alpha$; б) $x \vee \mu_A(x) = \alpha$; в) $x \vee \mu_A(x) \geq \alpha$; г) $x \vee \mu_A(x) < \alpha$
14	Нечеткое множество A называется выпуклым, если для любых $x_1, x_2 \in X$ и $\lambda \in [0, 1]$ выполняется:	а) $\mu_A(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min(\mu_A(x_1), \mu_A(x_2))$; б) $\mu_A(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \leq \max(\mu_A(x_1), \mu_A(x_2))$; в) $\mu_A(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) = \lambda \mu_A(x_1) + (1 - \lambda) \mu_A(x_2)$; г) $\mu_A(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) = \mu_A(x_1) \cdot \mu_A(x_2)$
15	Максиминная композиция двух нечетких отношений R и S определяется как:	а) $\mu_{R \circ S}(x, z) = \max_y \min(\mu_R(x, y), \mu_S(y, z))$; б) $\mu_{R \circ S}(x, z) = \min_y \max(\mu_R(x, y), \mu_S(y, z))$; в) $\mu_{R \circ S}(x, z) = \sum_y \mu_R(x, y) \cdot \mu_S(y, z)$; г) $\mu_{R \circ S}(x, z) = \max(\mu_R(x, y), \mu_S(y, z))$
16	Метод дефаззификации, наиболее устойчивый к изменению формы выходной функции принадлежности и широко применяемый в нечетких	а) Метод первого максимума (FOM); б) Метод среднего максимума (MOM); в) Метод центра масс (Centroid); г) Метод высотной дефаззификации



	контроллерах:	
17	Нечеткое отношение эквивалентности должно обладать свойствами:	а) рефлексивности, симметричности, транзитивности; б) только рефлексивности и транзитивности; в) симметричности и антисимметричности; г) только транзитивности
18	Совокупность термов (названий нечетких множеств), входящих в лингвистическую переменную, называется:	а) Терм-множеством; б) Базой правил; в) Универсумом; г) Носителем
19	В подходе Беллмана–Заде функция принадлежности решения D в условиях нечеткой цели G и нечетких ограничений C_1, C_2 определяется как:	а) $\mu_D = \mu_G + \mu_{C_1} + \mu_{C_2}$; б) $\mu_D = \min(\mu_G, \mu_{C_1}, \mu_{C_2})$; в) $\mu_D = \max(\mu_G, \mu_{C_1}, \mu_{C_2})$; г) $\mu_D = \mu_G \cdot \mu_{C_1} \cdot \mu_{C_2}$
20	Носителем нечеткого множества называется множество точек, где функция принадлежности:	а) равна 1; б) строго больше 0; в) равна 0; г) максимальна

Часть 3. Задания на соответствие (5 заданий)

№	Задание
2 1	Установите соответствие между характеристикой нечеткого множества и её определением: А) Ядро (Core) — 1) Множество точек, где $\mu(x)=1$ Б) Носитель (Support) — 2) Множество точек, где $\mu(x)>0$ В) Высота (Height) — 3) $\mu(x)$ по всему универсуму Г) Индекс нечеткости — 4) Мера «размытости» множества, например, расстояние до ближайшего четкого множества
2 2	Установите соответствие между методом дефаззификации и его особенностью: А) Центроид (Center of Gravity) — 1) Вычисляет центр тяжести площади под кривой принадлежности Б) Первый максимум (FOM) — 2) Выбирает наименьшее значение аргумента, где $\mu(x)$ достигает максимума В) Средний максимум (MOM) — 3) Усредняет все аргументы, где $\mu(x)$ достигает максимума Г) Взвешенный центр масс — 4) Использует дискретные выходные значения правил с весами, равными степеням активации
2 3	Установите соответствие между операцией над нечеткими множествами и формулой для функций принадлежности: А) Объединение — 1) $\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$ Б) Пересечение — 2) $\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$ В) Дополнение — 3) $\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное
 учреждение высшего образования
 «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
 Миасский филиал
 Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
 по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
 моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 9 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	Г) Дизъюнктивная сумма — 4) $\mu(x) = \max(\min(\mu_A, 1 - \mu_B), \min(\mu_B, 1 - \mu_A))$
2 4	Установите соответствие между блоком нечеткого регулятора и его назначением: А) Фаззификация — 1) Преобразование четких входных данных в степени принадлежности лингвистическим термам Б) База правил — 2) Совокупность нечетких условий вида «ЕСЛИ ... ТО ...» В) Блок вывода — 3) Агрегирование результатов срабатывания правил и формирование нечеткого выходного множества Г) Дефаззификация — 4) Преобразование результирующего нечеткого множества в четкое управляющее воздействие
2 5	Установите соответствие между типом нечеткого отношения и его определяющим свойством: А) Рефлексивное — 1) $\mu_R(x, x) = 1$ для всех x Б) Симметричное — 2) $\mu_R(x, y) = \mu_R(y, x)$ для всех x, y В) Транзитивное — 3) $\mu_R(x, z) \geq \max_y \min(\mu_R(x, y), \mu_R(y, z))$ Г) Отношение эквивалентности — 4) Рефлексивное, симметричное и транзитивное одновременно

Ключи к тесту и критерии оценивания

№ задания	Верный ответ	Критерии оценивания
1	Нечеткое множество: пара (X, μ_A) , где $\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$. Графически: объединение — огибающая сверху, пересечение — нижняя огибающая, дополнение — симметрия относительно $y=0.5$.	2 балла: точное определение + корректное графическое пояснение; 1 балл: определение без графиков/с ошибками в интерпретации; 0 баллов: неверно
2	Теорема: $A = \bigcap_{\alpha \in [0, 1]} \alpha \cdot A_\alpha$, где $A_\alpha = \{x \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$. Восстановление: $\mu_A(x) = \bigwedge_{\alpha \in [0, 1]} \alpha \vee x \in A_\alpha$.	2 балла: формулировка теоремы + формула восстановления; 1 балл: только формулировка/без формулы; 0 баллов: неверно
3	Принцип обобщения: если $y = f(x)$, то $\mu_B(y) \stackrel{\square}{\leq} \mu_A(x)$ (или $\mu_B(y) \leq \min(\mu_A(x), \mu_y(f(x)))$). Применяется для сложения, умножения нечетких чисел через α -срезы или прямое вычисление.	2 балла: формулировка принципа + пример применения; 1 балл: только формулировка/без примера; 0 баллов: неверно
4	Выпуклое: $\mu_A(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min(\mu_A(x_1), \mu_A(x_2))$. Критерий: все α -срезы выпуклы. Пример не выпуклого: функция принадлежности с двумя горбами (бимодальное множество).	2 балла: определение + критерий + пример; 1 балл: только определение/без примера; 0 баллов: неверно



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 10 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

5	Свойства: рефлексивность, симметричность, транзитивность, антисимметричность. Композиция: $(R \circ S)(x, z) = \max_y \min(\mu_R(x, y), \mu_S(y, z))$. Применяется в нечетком выводе, анализе систем, распознавании образов.	2 балла: свойства + формула композиции + область применения; 1 балл: частично; 0 баллов: неверно
6	Лингвистическая переменная: (N, T, X, G, M) . Синтаксис: имя N , терм-множество T . Семантика: универсум X , грамматика G , семантика M (функции принадлежности термов). Пример: «Точность» = {низкая, средняя, высокая} на X .	2 балла: структура + пример; 1 балл: только структура/без примера; 0 баллов: неверно
7	CRI: $\mu_B(y) \overset{\square}{\dot{>}} x \min(\mu_A(x), \mu_{A \rightarrow B}(x, y))$. Выбор импликации зависит от семантики правила: Мамдани (\min) для аппроксимации, Ларсена (\cdot) для сглаживания, Годеля для логической точности. Влияет на форму выходного множества.	2 балла: формула + сравнение импликаций + влияние; 1 балл: только формула/без сравнения; 0 баллов: неверно
8	Блоки: 1) Фаззификатор (вход \rightarrow степени принадлежности); 2) База правил (продукционные правила); 3) Блок нечеткого вывода (агрегация, активация, композиция); 4) Дефаззификатор (выходное нечеткое множество \rightarrow четкое управление).	2 балла: все 4 блока + функции; 1 балл: 2–3 блока/без функций; 0 баллов: неверно
9	Методы: центроид, FOM, MOM, высотный, взвешенный центр масс. Центроид: точен, устойчив, требует интегрирования (вычислительно дороже). FOM: быстр, но неустойчив к малым изменениям формы, игнорирует большую часть множества.	2 балла: перечень + сравнение по точности и сложности; 1 балл: только перечень/без сравнения; 0 баллов: неверно
10	Подход Беллмана–Заде: цель G и ограничения C_i объединяются пересечением: $\mu_D(x) = \min(\mu_G(x), \mu_{C_1}(x), \dots, \mu_{C_m}(x))$. Оптимальное решение: $x^{\square} = \arg \max_x \mu_D(x)$. Отражает принцип «наихудшего звена» в условиях неопределенности.	2 балла: формулировка + формула + интерпретация; 1 балл: только формула/без интерпретации; 0 баллов: неверно
11	б) $[0, 1]$	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
12	б) $\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
13	в) $x \vee \mu_A(x) \geq \alpha$	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 11 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		баллов: неверно
14	а) $\mu_A(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min(\mu_A(x_1), \mu_A(x_2))$	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
15	а) $\mu_{R \circ S}(x, z) = \max_y \min(\mu_R(x, y), \mu_S(y, z))$	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
16	в) Метод центра масс (Centroid)	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
17	а) рефлексивности, симметричности, транзитивности	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
18	а) Терм-множеством	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
19	б) $\mu_D = \min(\mu_G, \mu_{C_1}, \mu_{C_2})$	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
20	б) строго больше 0	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
21	А-1, Б-2, В-3, Г-4	2 балла: все верно; 1 балл: 1 ошибка; 0 баллов: ≥ 2 ошибок
22	А-1, Б-2, В-3, Г-4	2 балла: все верно; 1 балл: 1 ошибка; 0 баллов: ≥ 2 ошибок
23	А-1, Б-2, В-3, Г-4	2 балла: все верно; 1 балл: 1 ошибка; 0 баллов: ≥ 2 ошибок
24	А-1, Б-2, В-3, Г-4	2 балла: все верно; 1 балл: 1 ошибка; 0 баллов: ≥ 2 ошибок
25	А-1, Б-2, В-3, Г-4	2 балла: все верно; 1 балл: 1 ошибка; 0 баллов: ≥ 2 ошибок

Шкала оценивания

Сумма баллов	Оценка	Уровень освоения компетенций
36–40	Отлично (5)	Продвинутый
28–35	Хорошо (4)	Базовый
20–27	Удовлетворительно (3)	Пороговый
0–19	Неудовлетворительно (2)	Компетенции не сформированы

Контрольная работа №1 «Определение нечетких множеств. Множества уровня нечеткого множества. Характеристики нечеткого множества.»



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 12 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

III вариант

Задача 1.

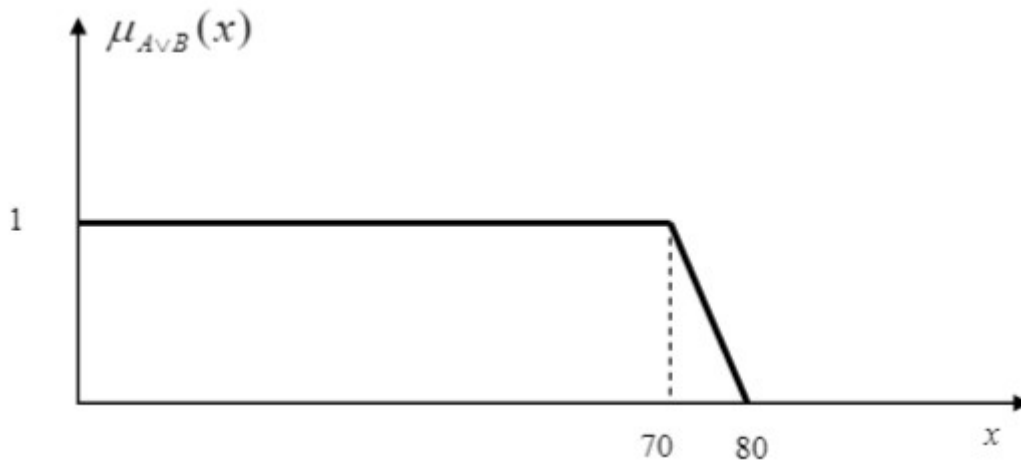
Пусть имеется универсальное множество $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$. Привлечено $N = 10$ экспертов. Пусть значения x_i для рассматриваемых явлений A и B набрали соответственно $N_1 = 4, N_2 = 6, N_3 = 3, N_4 = 1, N_5 = 5; M_1 = 7, M_2 = 5, M_3 = 1, M_4 = 2, M_5 = 7$. Построить нечеткие множества и найти их пересечение.

Ответ: $A \cap B = \{(x_1|0,4), (x_2|0,5), (x_3|0,1), (x_4|0,1), (x_5|0,5)\}$

Задача 2.

Считаем, что до 14 лет и после 80 лет человек заведомо не является трудоспособным, а от 16 до 70 лет он заведомо является трудоспособным. Считаем, что до 25 лет человек заведомо является молодым, а после 35 лет заведомо таким не является. Найти функции принадлежности и нарисовать график объединения этих функций.

Ответ:



Задача 3.

Дана ранжировка элементов от эксперта

$$x_2 < x_4 \ll x_1 \leq x_3 \approx x_5$$

Найти расстояние между x_4 и x_5

Ответ:

1,75

Задача 4.

Найти индекс согласованности, при помощи функции принадлежности, если матрица B имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 1 & 5 & 6 & 7 \\ 1/5 & 1 & 4 & 6 \\ 1/6 & 1/4 & 1 & 4 \\ 1/7 & 1/6 & 1/4 & 1 \end{pmatrix}$$

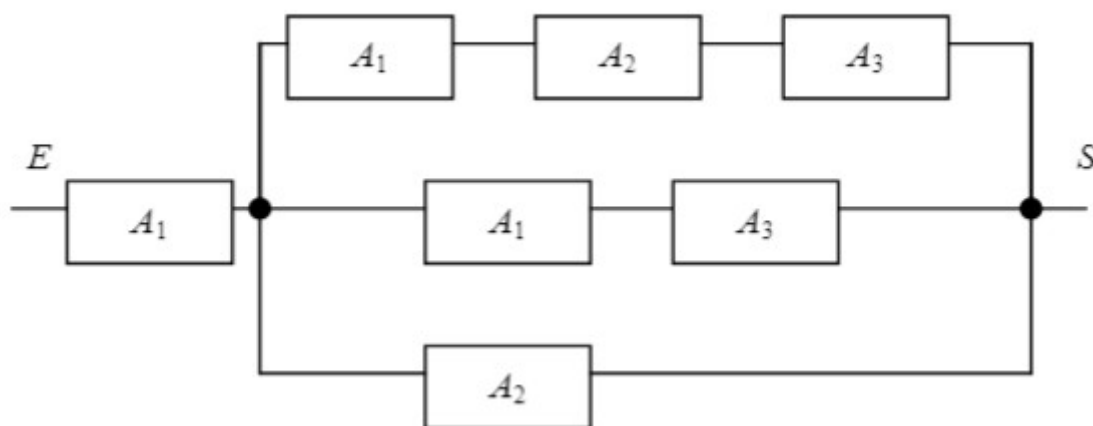
Ответ:

$\zeta = 0,16$



Задача 5.

Упростить сеть нечетких элементов и выразить ее ключ через алгебру логики.



Ответ:

$$K = A_1 \wedge (A_2 \vee A_3).$$

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Порядок проведения и содержание оценочных средств для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Во время зачета студент отвечает на два вопроса из выбранного случайным образом билета. Во время выполнения можно использовать справочные материалы. Время подготовки к ответу – 20 минут.

Оценочные средства для промежуточной аттестации представлены базой вопросов к зачету.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 14 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

4.1.1 База вопросов к зачету

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов/ правильный ответ/план ответа	Код контролируемой компетенции
1	Определение нечеткого множества. Построение нечетких множеств с привлечением группы нечетких экспертов. Графический метод	Определение функции принадлежности, перечислить операции нечетких множеств и изобразить их графически.	ОПК-3
2	Нечеткие числа.	Определение разности нечеткого множества, определение дизъюнктивной суммы.	ОПК-3
3	Метод упорядочивания последовательности принимаемых значений.	Определение предпочтений, пример вычисления расстояния в универсальном множестве	ОПК-3
4	Метод Саати максимального собственного значения.	Привести алгоритм построения функции принадлежности.	ОПК-3
5	Метод парных соотношений.	Привести алгоритм построения матрицы парных сравнений.	ОПК-3
6	Свойства операций объединения, пересечения, дополнения нечетких множеств. Анализ сетей нечетких элементов.	Перечислить операции с нечеткими множествами, привести определения верхней и нижней грани элементов, нарисовать элементарную сеть из двух нечетких элементов	ОПК-3
7	Множества уровня нечетких множеств и их свойства. Теорема о разложении нечеткого множества по множествам уровня.	Определение элементарного множества, привести теорему о элементарных множествах, теорему о множествах уровня.	ОПК-3
8	Подход Беллмана – Заде для определения решения в задачи о достижении нечеткой цели при нечетких ограничениях.	Привести теорему о компакте с доказательством. Определение верхней и нижней аппроксимации.	ОПК-3
9	Нечеткие бинарные	Изобразить и объяснить сеть нечетких	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 15 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	отношения. Нечеткие отношения эквивалентности и разбиение на классы эквивалентности.	бинарных соотношений. Описать все возможные подходы разрешения этих сетей. Определение множества образа в бинарном соотношении. Описание классов эквивалентности.	
10	Образ нечеткого множества при нечетком бинарном отношении. Отношения уровня α Свойства нечеткого образа при нечетком бинарном отношении.	Определение нечеткого соотношения в нечетком множестве, определение множества уровня при нечетком бинарном соотношении, теорема о нечетком образце.	ОПК-3
11	Максиминная композиция нечетких отношений. Образ нечеткого множества при заданном отображении универсального множества.	Теорема о операции \max - \min с доказательством. Определение композиции нечеткого множества.	ОПК-3
12	Подпрямой и надпрямой образ нечеткого множества при нечетком бинарном отношении и их свойства	Определения подпрямого и надпрямого образа нечеткого множества, изобразить графы этих образов.	ОПК-3
13	Прообраз нечеткого множества при заданном отображении универсального множества.	Определение прообраза нечеткого множества, теоремы о функции принадлежности.	ОПК-3
14	Арифметические действия с нечеткими множествами. Характеристики нечеткого множества (ядро, носитель, высота, поперечные точки).	Определения суммы и произведения нечеткого множества. Привести список характеристик нечеткого множества.	ОПК-3
15	Выпуклые нечеткие множества.	Определение выпуклости нечеткого множества. Отображение множества во	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 16 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	Индекс нечеткости и расстояние между нечеткими множествами.	множество.	
16	Композиционное правило вывода. Способы задания импликации: Гodelя, Мамдани, Ларсена, Лукасевича. Нечеткая модель вывода.	Привести все способы задания импликации, привести теорему о локальных правилах вывода.	ОПК-3
17	Непротиворечивые нечеткие высказывания.	Определение нечеткого логического вывода.	ОПК-3
18	Устойчивые нечеткие модели. Достаточные условия нечеткой модели.	Определение нечеткой модели. Теорема о достаточных условиях нечеткой модели.	ОПК-3
19	Нечеткие регуляторы как пример системы нечеткого управления.	Определение нечеткого регулятора. Теорема о непрерывной функции на прямоугольнике.	ОПК-3
20	Методы дефазификации.	Привести методы: центра масс, первого максимума, высотной дефазификации, среднего максимума, взвешенного центра масс,	ОПК-3

4.1.2 Образец билета к зачету:

**ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики**

Направление «Прикладная математика и информатика»

Дисциплина «Нечёткие модели и их приложения»

Билет №1

1. Метод упорядочивания последовательности принимаемых значений.
2. Прообраз нечеткого множества при заданном отображении универсального множества.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 17 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Преподаватель
Зав. кафедрой прикладной математики

В.Ю. Гудков
Е.В. Дутикова

4.2 Критерии оценивания компетенций в ходе промежуточной аттестации

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания	
		Зачтено	Не зачтено
ОПК-3	<p><i>Знает</i> основные принципы нечеткого математического моделирования;</p> <p><i>Умеет</i> грамотно пользоваться математическими терминами, принятыми в теории нечетких множеств;</p> <p><i>Владеет</i> практическим использованием математического инструментария для моделирования нечетких систем.</p>	<p><i>Знает</i> основные принципы нечеткого математического моделирования;</p> <p><i>Умеет</i> грамотно пользоваться математическими терминами, принятыми в теории нечетких множеств;</p> <p><i>Владеет</i> практическим использованием математического инструментария для моделирования нечетких систем.</p>	<p><i>Не знает</i> основные принципы нечеткого математического моделирования;</p> <p><i>Не умеет</i> грамотно пользоваться математическими терминами, принятыми в теории нечетких множеств;</p> <p><i>Не владеет</i> практическим использованием математического инструментария для моделирования нечетких систем.</p>

4.3 Критерии оценивания экзамена

Письменный и письменно-устный ответ магистранта по вопросам дисциплины оценивается положительно с выставлением:

– оценки «отлично» в случае, если магистрант глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, решает соответствующие задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 18 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; показана совокупность осознанных знаний об объекте изучения, доказательно раскрыты основные положения (свободно оперирует понятиями, терминами, персоналиями и др.); в ответе прослеживается чёткая структура, выстроенная в логической последовательности; ответ изложен литературным грамотным языком и носит самостоятельный характер.

– оценки «хорошо» в случае, если ответ магистранта соответствует указанным выше критериям, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; были допущены неточности в определении понятий, персоналий, терминов, дат и др, допущенные ошибки исправляются магистрантом после дополнительных вопросов преподавателя.

– оценки «удовлетворительно» в случае, если магистрант обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения; в ответе не присутствуют доказательные выводы; сформированность умений показана слабо. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

Оценка «не удовлетворительно» за письменный и письменно-устный ответ магистранта по вопросам дисциплины выставляется в случаях, когда:

– магистрант имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Нечеткие модели и их приложения»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 19 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровень освоения компетенций	Оценка
Продвинутый	отлично
Базовый	хорошо
Пороговый	удовлетворительно
компетенции не сформированы	Не удовлетворительно

Уровни формирования компетенций:

1. Пороговый уровень:

- предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание базовых терминов, основных понятий и методов математического моделирования нечетких задач;

- студент способен давать ответы на теоретические вопросы дисциплины, использовать базовые термины; знает операции в нечетких множествах; умеет составлять нечеткие множества с привлечением равноправных экспертов; знает критерии подобия; владеет базовыми приемами построения бинарных нечетких отношений.

2. Базовый уровень:

- предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: формируется понимание определений и знания методов разрешения нечетких ситуаций;

- студент способен решать более сложные задачи математического моделирования нечетких задач, умеет применять основные положения теории.

3. Продвинутый уровень:

- предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: формируется знание системы терминов, межпредметные связи; глубокое понимание теории подобия;

- студент способен использовать систему научных понятий нечетких моделей, самостоятельно решать задачи математического моделирования многокритериальных задач в условиях неопределенности.