

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.05.2026 01:04:45
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 рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1



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 13

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. 4 из 13

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	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. 5 из 13

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	бинарных 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

Контрольная работа №1

«Определение нечетких множеств. Множества уровня нечеткого множества. Характеристики нечеткого множества.»

III вариант

Задача 1.

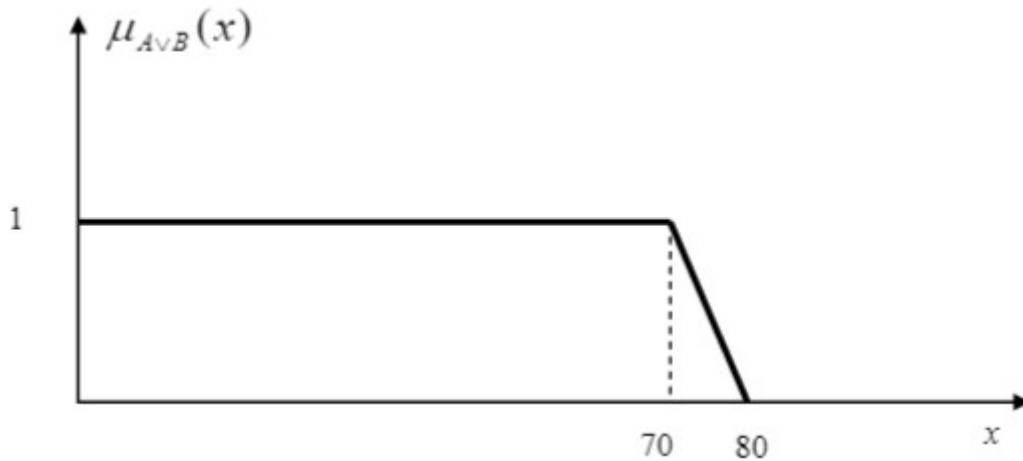
Пусть имеется универсальное множество $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$. Привлечено $N = 10$ экспертов. Пусть значения x_i для рассматриваемых явлений A и B набрали соответственно $N_1 = 4, N_2 = 6, N_3 = 3, N_4 = 1, N_5 = 5; M_1 = 7, M_2 = 5, M_3 = 1, M_4 = 2, M_5 = 7$. Построить нечеткие множества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

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

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:

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

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

$$\begin{vmatrix} 1/6 & 1/4 & 1 & 4 \end{vmatrix}$$

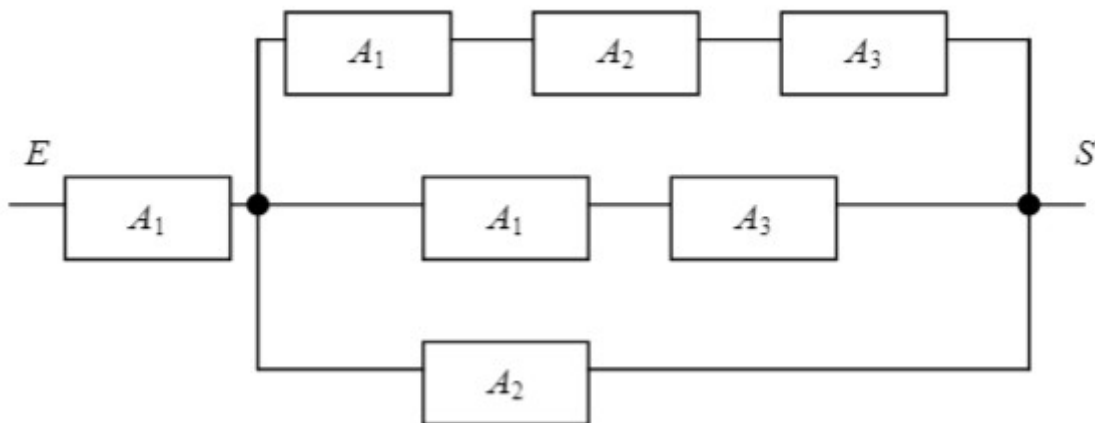
$$\begin{vmatrix} 1/7 & 1/6 & 1/4 & 1 \end{vmatrix}$$

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. 8 из 13

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 задаче о достижении нечеткой цели при нечетких ограничениях.	Привести теорему о компакте с доказательством. Определение верхней и нижней аппроксимации.	ОПК-3
9	Нечеткие бинарные отношения. Нечеткие отношения	Изобразить и объяснить сеть нечетких бинарных соотношений. Описать все возможные подходы разрешения этих	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. 9 из 13

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	эквивалентности и разбиение на классы эквивалентности.	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. Индекс нечеткости и	Определение выпуклости нечеткого множества. Отображение множества во множество.	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. 10 из 13

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	расстояние между нечеткими множествами.		
16	Композиционное правило вывода. Способы задания импликации: Гodelя, Мамдани, 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. 11 из 13

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. 12 из 13

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Дан полный, развёрнутый 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. 13 из 13

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.