

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Утверждено на заседании  
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 30.08.2021 № 2-8/2022

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)**

*название дисциплины*

для направления подготовки

**09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

образовательная программа

**Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики**

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2022 г.**

### **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины **«Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)»** и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **Цели и задачи фонда оценочных средств**

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине **«Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)»** решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

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

1.1. В результате освоения ОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий	З- Знать: современные информационные технологии и инструментальные средства разработки комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования. У- Уметь: анализировать технические характеристики зарубежных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования, выбирать и применять современные информационные технологии и инструментальные средства разработки комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования с целью адаптации данных комплексов к нуждам отечественных предприятий. В- Владеть: навыками адаптации зарубежных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий..
СПК-1	Способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментарий в области интеллектуального анализа данных.	З-Знать методы научных исследований и инструментарий в области аналитики данных. У- Уметь осуществлять выбор средств создания и ведения баз знаний. В-Владеть современными программными средствами в области анализа больших данных..

### 1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП магистратуры

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД, раздел 6).

### 1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации</b>
<b>Текущая аттестация</b>			
1.	Раздел 1. Введение в теорию нечет-ких множеств	ПК-1	КТ № 1: Контрольная работа
2.	Раздел 2. Применение теории нечетких множеств	ПК-1, СПК-1	КТ № 2: Контрольная работа
<b>Промежуточная аттестация</b>			
	Раздел 1. Введение в теорию нечет-ких множеств. Раздел 2. Применение теории нечетких множеств.	ПК-1, СПК-1	Экзамен

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
<b>Высокий</b> <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
<b>Продвинутый</b> <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
<b>Пороговый</b> <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно/ Зачтено
<b>Ниже порогового</b>	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	<b>высокий</b>	<b>высокий</b>
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	<b>продвинутый</b>	<b>продвинутый</b>
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	<b>пороговый</b>	<b>пороговый</b>
ниже порогового	<b>пороговый</b>	<b>ниже порогового</b>
	<b>ниже порогового</b>	-

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

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр (для семестров 16 недель):
  - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя (обязательно)	Балл	
		Минимум*	Максимум**
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>1-4</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
<i>Контрольная Работа</i>		18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>5-16</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
<i>Контрольная Работа</i>		18	30

<b>Промежуточная аттестация</b>	-	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>Экзамен</b>	-	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Каждая их перечисленных выше процедур оценивания знаний, умений и навыков считается сданной при получении за нее балла, составляющего не менее 60% процентов от максимального за данное контрольное мероприятие.

Уровни освоения знаний, умений и навыков (в % от максимального балла):

< 60% - неудовлетворительный;

60% - 69% - удовлетворительный;

70% - 89% - хороший;

90% - 100% - отличный.

За несвоевременную сдачу любого из указанных в таблице оценочных средств оценка может быть снижена от 1 до 3 баллов.

#### **4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков**

##### **4.1 Комплект экзаменационных билетов по дисциплине**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Fuzzy sets: definition and standard operations with fuzzy sets. Examples.  
Нечеткие множества: стандартные операции с нечеткими множествами, нечеткие отношения. Примеры.
2. FMCDА: FTOPSIS models.  
FMCDА: метод FTOPSIS.

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

1. Fuzzy Numbers (FNs): definition; alfa-cuts; basic FNs;  
Нечеткие числа (НЧ): определение, альфа-срезы, базовые типы НЧ..
2. FMCDА: FMAVT models.

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3**

1. Functions of FN: Extension principle; Arithmetic functions with TrFNs and TpFNs.  
Функции от НЧ: Принцип расширения; Арифметические операции над базовыми НЧ..
2. From MCDA to FMCDA: a general approach  
От МКАР к НМКАР: общий подход.

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4**

1. Functions of FN; Standard Fuzzy Arithmetic; Examples.  
Функции от НЧ: Стандартная нечетка арифметика, примеры..
2. Linguistic Variables: definition, examples.  
Лингвистические переменные: определение, примеры.

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

1. Functions of FNs: Dependent variables; Transformation Methods; Examples.  
Функции от НЧ: Зависимые переменные, методы трансформации, примеры.
2. Linguistic Variables: Fuzzy modifiers (qualifiers, quantifiers); examples.  
Лингвистические переменные: нечеткие модификаторы; примеры.

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6**

1. Reduced Transformation Method, Algorithm; Examples  
Упрощенный Метод Трансформации, Алгоритм, примеры..
2. Fuzzy sets: definition and standard operations with fuzzy sets. Examples.  
Нечеткие множества: стандартные операции с нечеткими множествами, нечеткие отношения. Примеры.

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

1. General Transformation Method, Algorithm, Examples.  
Общий Метод Трансформации, Алгоритм, примеры..
2. A granulation of information. Examples  
Гранулирование информации. Примеры

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8**

1. Ranking of FNs: Axioms/Requirements for Ranking Methods.  
Ранжирование НЧ: Аксиомы/Требования к методам ранжирования.
2. Intelligent Systems, Fuzzy Intelligent Systems: basic notions; Examples.  
Интеллектуальные системы, Нечеткие Интеллектуальные системы: основные понятия,  
Примеры

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9**

1. Ranking of FNs: the main classes of ranking methods. Ranking methods CI (Y1) and IM (Y2). Properties: compliance with the axioms for ranking FNs.  
Ранжирование НЧ: Основные классы методов ранжирования. Методы ранжирования CI (Y1) и IM (Y2). Соответствие аксиомам ранжирования НЧ.
2. Fuzzy sets: definition and standard operations with fuzzy sets. Examples.  
Нечеткие множества: стандартные операции с нечеткими множествами. Примеры.

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10**

1. Fuzzy Preference Relations: definition; Yuan's FPR. Properties: compliance with the axioms for ranking FNs.  
Нечеткие отношения предпочтения: определение; НОП Юаня (Y). Соответствие аксиомам ранжирования НЧ.
2. Neural Networks (NNs) and FNNs: schemes; examples of applications.  
Нейронные Сети (НС) и Нечеткие НС: схемы, примеры использования.

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11**

1. Fuzzy Multicriteria Decision Analysis (FMCDА): Input data and output values; Generalized criterion; ranking alternatives, FMAVT models.  
Нечеткий МКАР (FMCDА): Входные данные и выходные величины; Обобщенный критерий; ранжирование альтернатив, примеры.
2. Genetic Algorithms (GAs): basic operators; examples.  
Генетические Алгоритмы (ГА): основные операторы, примеры.

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	<u>090401 «Информатика и вычислительная техника»</u>
Программа	<u>Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики</u>
Дисциплина	<u>Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)</u>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12**

1. FMCDА: FTOPSIS model.  
FMCDА: модель FMAVT.
2. Standard fuzzy arithmetic, implementation, examples.  
Стандартная нечеткая арифметика, реализация, примеры.

Составитель \_\_\_\_\_ Б.И. Яцало  
(подпись)

Руководитель направления  
090401 \_\_\_\_\_ С.О. Старков  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

## Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 28-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 24-27	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

## 4.2 Список экзаменационных вопросов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	090401 «Информатика и вычислительная техника»
Программа	Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики
Дисциплина	Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)

### ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Fuzzy sets: definition and standard operations with fuzzy sets; fuzzy relations. Examples.  
Нечеткие множества: стандартные операции с нечеткими множествами, нечеткие отношения. Примеры.
2. Fuzzy Numbers (FNs): definition;  $\alpha$ -cuts; basic FNs;  
Нечеткие числа (НЧ): определение, альфа-срезы, базовые типы НЧ.
3. Functions of FNs: Extension principle; Arithmetic functions with TrFNs and TrFNs.  
Функции от НЧ: Принцип расширения; Арифметические операции над базовыми НЧ.
4. Functions of FNs; Standard Fuzzy Arithmetic; Examples.  
Функции от НЧ: Стандартная нечеткая арифметика, примеры.
5. Functions of FNs: Dependent variables; Transformation Methods; Examples.  
Функции от НЧ: Зависимые переменные, методы трансформации, примеры.
6. Reduced Transformation Method, Algorithm; Examples  
Упрощенный Метод Трансформации, Алгоритм, примеры.
7. General Transformation Method, Algorithm, Examples.  
Общий Метод Трансформации, Алгоритм, примеры.
8. Ranking of FNs: Axioms/Requirements for Ranking Methods.  
Ранжирование НЧ: Аксиомы/Требования к методам ранжирования.
9. Ranking of FNs: the main classes of ranking methods. Ranking methods CI (Y1) and IM (Y2). Properties: compliance with the axioms for ranking FNs.  
Ранжирование НЧ: Основные классы методов ранжирования. Методы ранжирования CI (Y1) и IM (Y2). Соответствие аксиомам ранжирования НЧ.
10. Fuzzy Preference Relations: definition; Yuan's FPR. Properties: compliance with the axioms for ranking FNs.  
Нечеткие отношения предпочтения: определение; НОП Юаня (Y). Соответствие аксиомам ранжирования НЧ.
11. Fuzzy Multicriteria Decision Analysis (FMCD): Input data and output values; Generalized criterion; ranking alternatives. Examples.  
Нечеткий МКАР (FMCD): Входные данные и выходные величины; Обобщенный критерий; ранжирование альтернатив, примеры.
12. FMCD: FMAVT method.  
FMCD: метод FMAVT.
13. FMCD: FTOPSIS method.  
FMCD: метод FTOPSIS.
14. Fuzzy Logic: logic variables, the properties of Operators in Fuzzy Expressions (Lukasiewicz's Definition).  
Нечеткая логика: логические переменные, свойства операторов нечетких выражений (определение Лукашевича).
15. Tautology: modus ponens, modus tollens. Examples.  
Тавтология: модус поненс, модус толленс. Примеры.
16. Linguistic Variables: definition, examples.  
Лингвистические переменные: определение, примеры.
17. Linguistic Variables: Fuzzy modifiers (qualifiers, quantifiers); examples.  
Лингвистические переменные: нечеткие модификаторы; примеры.
18. Fuzzy Expressions: Fuzzy Truth Qualifier (Baldwin's approach); Example.  
Нечеткие выражения: оценка степени доверия/истинности (Baldwin's подход), примеры.
19. Computing with Words: General Schemes; Semantics of fuzzy sets (three interpretations).  
Вычисления со словами: Общие схемы; Семантика нечетких множеств (интерпретации).

20. Intelligent Systems, Fuzzy Intelligent Systems: basic notions; Examples.  
Интеллектуальные системы, Нечеткие Интеллектуальные системы: основные понятия, Примеры.
21. Soft Computing: basic notions.  
Мягкие вычисления: основные понятия.
22. Neural Networks (NNs) and FNNs: schemes; examples of applications.  
Нейронные Сети (НС) и Нечеткие НС: схемы, примеры использования.
23. Genetic Algorithms (GAs): basic operators; examples.  
Генетические Алгоритмы (ГА): основные операторы, примеры.
24. Genetic Algorithms (GAs) and FGAs: key notions, examples of the use.  
Генетические Алгоритмы (ГА) и Нечеткие ГА: базовые понятия, примеры.

## 4.4 Комплект заданий для контрольных работ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отделение Интеллектуальных кибернетических систем**

Направление	090401 «Информатика и вычислительная техника»
Программа	Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики
Дисциплина	Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы (ВНИС)

### Комплект заданий для контрольной работы №1

Нечеткие множества и операции над ними. Понятие нечеткого числа.

#### Вариант 1.

1. Приведите пример нечеткого множества, состоящего из рациональных точек в  $(0,1)$ .
2. Для нечетких множеств  $A = \{(2, 0.12), (3, 0.2), (4, 0.5), (5, 0.9)\}$  и  $B = \{(0, 0.2), (1, 0.9), (3, 0.7), (4, 0.8), (5, 1), (6, 0.9)\}$  найти нечеткое множество  $D = A \cup B$
3. Для нечетких множеств  $A = \{(1, 0.1), (2, 0.2), (4, 0.4), (5, 0.5)\}$  и  $B = \{(0, 0.1), (1, 0.9), (3, 0.5), (4, 0.6), (5, 1), (6, 0.6)\}$  найти манхэттенское расстояние между ними
4. Для универсальных множеств  $A = \{a_1, a_2, a_3\}$  и  $B = \{b_1, b_2\}$  построить пример бинарного нечеткого отношения  $R$  на  $A \times B$  с использованием матричного представления.
5. Приведите примеры нечетких чисел с непрерывной и кусочно-непрерывной функциями принадлежности. Укажите значения функций принадлежности в точках разрыва.

#### Вариант 2.

1. Напишите уравнение функции принадлежности треугольной формы нечеткого множества  $A = (1, 2, 5)$ .
2. Для нечетких множеств  $A = \{(1, 0.1), (2, 0.2), (4, 0.3), (5, 0.6)\}$  и  $B = \{(0, 0.1), (1, 0.8), (3, 0.5), (4, 0.6), (5, 1), (6, 0.8)\}$  определить дополнения к каждому из них.:
3. Для нечетких множеств  $A = \{(0, 0.1), (1, 0.2), (2, 0.2), (4, 0.4), (5, 0.9)\}$  и  $B = \{(0, 0.2), (1, 1), (3, 0.5), (4, 0.8), (5, 1), (6, 0.1)\}$  найти манхэттенское расстояние между ними.
4. Для множества  $A = \{a_1, \dots, a_9\}$  построить пример бинарного нечеткого отношения  $R$  на Декартовом квадрате  $A \times A$  с использованием представления на графах.
5. Докажите, что нечеткое число с непрерывной или кусочно-непрерывной функцией принадлежности является нечетким числом с полунепрерывной сверху функцией принадлежности.

#### Вариант 3.

1. Напишите уравнение функции принадлежности трапециевидной формы нечеткого множества  $A = (1, 4, 5, 8)$ .
2. Для нечетких множеств  $A = \{(2, 0.12), (3, 0.2), (4, 0.5), (5, 0.9)\}$  и  $B = \{(0, 0.2), (1, 0.9), (3, 0.7), (4, 0.8), (5, 1), (6, 0.9)\}$  найти нечеткое множество  $D = \bar{A} \cup \bar{B}$ .
3. Для нечетких множеств  $A = \{(0, 0.1), (1, 0.2), (2, 0.2), (4, 0.4), (5, 0.9)\}$  и  $B = \{(0, 0.2), (1, 1), (3, 0.5), (4, 0.8), (5, 1), (6, 0.1)\}$  найти расстояние между ними в метрике Чебышева.
4. Построить пример бинарных нечетких отношений  $R_1$  и  $R_2$  на универсальном множестве  $X \times Y$ , где  $X$  и  $Y$  - дискретные множества из четырех элементов каждый, обладающих свойствами один ко многим и многие ко одному.
5. Приведите примеры нечетких чисел с полунепрерывными сверху функциями принадлежности. Обратите внимание на значение функций принадлежности в точках разрыва.

#### Вариант 4.

1. Напишите уравнение функции принадлежности треугольной формы нечеткого множества  $A = (a, b, c)$ ,  $a < b < c$ .
2. Для нечетких множеств  $A = \{(2, 0.12), (3, 0.2), (4, 0.5), (5, 0.9)\}$  и  $B = \{(0, 0.2), (1, 0.9), (3, 0.7), (4, 0.8), (5, 1), (6, 0.9)\}$  найти нечеткое множество  $D = \bar{A} \cap B$ .
3. Для нечетких множеств  $A = \{(1, 0.1), (2, 0.2), (4, 0.4), (5, 0.5)\}$  и  $B = \{(0, 0.1), (1, 0.9), (3, 0.5), (4, 0.6), (5, 1), (6, 0.6)\}$  найти расстояние между ними в метрике Чебышева.
4. Приведите пример нечеткого отношения на Декартовом квадрате  $X \times X$  являющегося рефлексивным; антирефлексивным; симметричным; антисимметричным; совершенно антисимметричным; транзитивным.
5. Пусть  $Z$  - нечеткое число. Докажите следующее утверждение: функция принадлежности  $Z(x)$  может иметь не больше одной точки, в которой она является строго полунепрерывной сверху.

#### Вариант 5.

1. Напишите уравнение функции принадлежности трапециевидной формы нечеткого множества  $A = (a, b, c, d)$ ,  $a < b < c < d$ .
2. Задайте конечные нечеткие множества  $A$  и  $B$  и определите их алгебраическую сумму.
3. Выберите два непрерывных нечетких множества  $A$  и  $B$  и найдите расстояние между ними в метрике Минковского для  $p = 2$
4. Задайте нечеткое отношение  $R$  на декартовом квадрате  $X \times X$ , где дискретное множество  $X$  состоит из трех элементов. Вычислите композицию  $R^2 = R \circ R$  с использованием  $t$ -нормы логического произведения.
5. Задайте нечеткое число  $Z$  с полунепрерывной сверху функцией принадлежности и укажите его  $\alpha$ -срезы

#### Вариант 6.

1. Нарисуйте нечеткое множество  $A$  с носителем  $\text{supp}(A) = [-3, 3]$  и функцией принадлежности  $A(x) = 1/(1 + |x|)$ . Определите высоту и ядро нечеткого множества  $A$ .
2. Задайте непрерывные нечеткие множества  $A$  и  $B$  и определите их алгебраическое произведение.
3. Выберите два непрерывных нечетких множества  $A$  и  $B$  и найдите расстояние между ними в метрике Минковского для  $p = 1$  и  $p = \infty$ .
4. Задайте нечеткое отношение  $R$  на декартовом квадрате  $X \times X$ , где дискретное множество  $X$  состоит из трех элементов. Вычислите композицию  $R^2 = R \circ R$  с использованием  $t$ -нормы алгебраического произведения.
5. Определите функцию принадлежности трапециевидного нечеткого числа  $Z = (a, b, c, d)$ ,  $a < b < c < d$ .

#### Вариант 7.

1. Для нечеткого множества  $A$ :  $\text{supp}(A) = [-3, 3]$  с функцией принадлежности  $A(x) = 1/(1 + |x|)$ , определите  $\alpha$ -срезы для  $\alpha = 0.5, 0.1, 0.05$ .
2. Для нечетких множеств  $A = \{(0, 0), (1, 0.1), (2, 0.2), (4, 0.4), (5, 0.5)\}$  и  $B = \{(0, 0.1), (1, 0.9), (3, 0.5), (4, 0.6), (5, 1), (6, 0.6)\}$  определить результат  $t$ -нормы Лукасевича.
3. Выберите два конечных нечетких множества  $A$  и  $B$  и найдите расстояние между ними в метрике Минковского для  $p = 1$  и  $p = \infty$ .
4. Для универсальных множеств  $A = \{a_1, a_2, a_3\}$  и  $B = \{b_1, b_2\}$  построить пример бинарного нечеткого отношения  $R$  на  $A \times B$  с использованием матричного представления.
5. Нарисуйте нечеткие множества  $Z = (a, a, c)$  и  $Z = (a, b, b)$ . Может ли каждое из этих множеств быть треугольным нечетким числом? Определите  $\alpha$ -срезы соответствующих нечетких множеств.

#### Вариант 8.

1. Для нечеткого множества  $A = \{(0, 0), (1, 0.1), (2, 0.2), (3, 0.3), (4, 0.4), (5, 0.5), (10, 0)\}$  определить его высоту и  $\alpha$ -срезы для  $\alpha = 0.5, 0.33, 0.2, 0.01$ .
2. Задайте два непрерывных нечетких множества  $A$  и  $B$  и определите различие между их логической и алгебраической суммами.
3. Задайте два дискретные бесконечные нечеткие множества  $A$  и  $B$  найти расстояние между ними в метрике Чебышева.
4. Для множества  $A = \{a_1, \dots, a_9\}$  построить пример бинарного нечеткого отношения  $R$  на Декартовом квадрате  $A \times A$  с использованием представления на графах.
5. Может ли у нечеткого числа  $Z = \{[A_\alpha, B_\alpha]\}$   $Z(A_0)$  и/или  $Z(B_0)$  быть положительными? Рассмотреть соответствующие  $\alpha$ -срезы.

#### Вариант 9.

1. Доказать, что для любого нечеткого множества  $A$ :  $A_\alpha \subseteq A_\beta$ ,  $\alpha > \beta$  ( $A_\alpha$ - альфа срез множества  $A$ ,  $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$ ).
2. Для нечетких множеств  $A = \{(0, 0), (1, 0.1), (2, 0.2), (4, 0.4), (5, 0.5)\}$  и  $B = \{(0, 0.1), (1, 0.9), (3, 0.5), (4, 0.6), (5, 1), (6, 0.6)\}$  определить результат  $s$ -нормы Лукасевича.
3. Задайте два непрерывные нечеткие множества в  $[-1, 1]$  и найдите расстояние между ними в метрике Чебышева.

4. Построить пример бинарных нечетких отношений  $R_1$  и  $R_2$  на универсальном множестве  $X \times Y$ , где  $X$  и  $Y$  - дискретные множества из четырех элементов каждый, обладающих свойствами один ко многим и многие ко одному.
5. Сформулируйте два различных (имеющиеся в литературе) определения нечеткого числа и покажите их неэквивалентность.

### **Вариант 10.**

1. Для нечетких множеств  $A = \{(1, 0.1), (2, 0.2), (4, 0.3), (5, 0.6)\}$  и  $B = \{(0, 0.1), (1, 0.8), (3, 0.5), (4, 0.6), (5, 1), (6, 0.8)\}$  найти нечеткое множество  $C = A \cap B$ .
2. Задайте два непрерывных нечетких множества  $A$  и  $B$  и определите различие между их логическим и алгебраическим произведениями.
3. Задайте два конечные нечеткие множества в  $[0, 10]$  и найдите расстояние между ними в метрике Чебышева.
4. Приведите пример нечеткого отношения на Декартовом квадрате  $X \times X$  являющегося рефлексивным; антирефлексивным; симметричным; антисимметричным; совершенно антисимметричным; транзитивным.
5. Докажите, что синглетон  $Z=c$  ( $c$  - действительное число) является нечетким числом.

### **Комплект заданий для контрольной работы №2**

Нечеткие числа (НЧ) и функции от НЧ. Введение в нечеткую логику.

#### **Вариант 1.**

1. Для треугольных нечетких чисел  $A = (1, 2, 3)$  и  $B = (2, 4, 10)$  вычислить (без калькулятора)  $A + B$ ,  $A - B$ ,  $AB$ ,  $A/B$ . Укажите, какие из оценок являются точными, а какие - приближенными.
2. Вычислить функции  $f(Z) = Z - Z$  и  $g(Z) = Z/Z$  ( $Z = (a, b, c) > 0$ ) различными методами (приближенное вычисление, применение Стандартной Нечеткой Арифметики (СНА) и Редуцированным Методом Трансформации (РТМ)). Сравните и объясните полученные результаты.
3. Без использования системы F-Ranking, ответьте на вопрос: какое из указанных чисел, на ваш взгляд, больше (имея в виду один из методов ранжирования):  $A = (3, 6, 8)$ ,  $B = (2, 5, 9)$ ,  $C = (1, 4, 10)$
4. Для нечетких выражений  $A$  и  $B$  с мерой 0.3 и 0.8 соответственно определить меру выражений, представляющих собой операторы отрицания, конъюнкции, дизъюнкции и импликации.

#### **Вариант 2.**

1. Для базовых нечетких чисел  $A = (2, 4, 6)$ ,  $B = (3, 5, 8, 12)$  вычислить (без калькулятора)  $A - B$ ,  $AB$ ,  $A/B$ . Укажите, какие из оценок являются точными, а какие - приближенными.
2. Задайте два базовых НЧ нечетких чисел  $A$  и  $B$  и вычислите выражения  $AB$ ,  $AA$ ,  $ABB$ ,  $A(A-B)$ , применяя: приближенные методы, стандартную нечеткую арифметику и методы трансформации. Сравните и объясните полученные результаты.
3. Проранжируйте множество нечетких чисел  $A$ ,  $A^2$ ,  $A^{1/2}$ ,  $B$ ,  $B^3$ ,  $AB$ ,  $A^2B^2$ ,  $A = (0.1, 0.5, 2)$ ,  $B = (0.05, 0.4, 3)$ .
4. Доказать свойство ассоциативности для выражений нечеткой логики:  $(a \wedge b) \wedge c = a \wedge (b \wedge c)$ ,  $(a \vee b) \vee c = a \vee (b \vee c)$ .

#### **Вариант 3.**

1. Для базовых нечетких чисел  $A = (-5, -1, 2)$ ,  $B = (-2, -1, 4, 10)$  вычислить (без калькулятора)  $A+B$ ,  $A - B$ ,  $AB$ . Укажите, какие из оценок являются точными, а какие - приближенными. Что можно сказать об операции  $A/B$ ?
2. Вычислить функцию  $f(Z) = Z(Z - 5)$  различными методами для ТрНЧ с различным расположением носителя и сравнить полученные результаты.
3. Докажите, что при выполнении операций в классе ТрНЧ аксиома  $A_6$  для метода ранжирования  $CI$  не нарушается.
4. Доказать свойство дистрибутивности для выражений нечеткой логики:  $a \wedge (b \vee c) = (a \wedge b) \vee (a \wedge c)$ ,  $a \vee (b \wedge c) = (a \vee b) \wedge (a \vee c)$ .

#### **Вариант 4.**

1. Для нечетких чисел  $A$ ,  $B$ :  $A = (-3, -1, 4)$ ,  $B = (-3, -0, 5, 7)$ , определите (без калькулятора) нечеткие числа  $2A+3B$ ,  $4A-5B$ .
2. Вычислить функцию  $f(x) = x(x+1)(x+2)$  для ТрНЧ  $Z = (1, 2, 3)$  четырьмя основными методами и объяснить полученные результаты.
3. Докажите, что аксиома  $A_6$  не нарушается методом ранжирования  $IM$ .

4. На конкретном примере показать, что закон противоречия, характерный для четкой логики, в рамках нечеткой логики не выполняется.

#### **Вариант 5.**

1. Пусть  $f(x)$  функция, график которой представляет собой прямую, соединяющую в плоскости  $(x, y)$  точки  $(2,0)$ ,  $(5,1)$ , при этом,  $f(x) = 0, x \leq 2$ ;  $f(x) = 1, x \geq 5$ . Используя принцип расширения, найти (нарисовать) нечеткое число  $f(Z)$ ,  $Z = (2.5, 4, 4.5)$ .
2. Вычислить функцию от нечетких аргументов  $f = A + BC + D \cdot D$ ,  $A = (0, 1, 2)$ ,  $B = C = (1, 3, 4)$ ,  $D = (2, 3, 4, 5)$  различными методами и сравнить полученные результаты.
3. Задайте три треугольные НЧ, две функции от трех переменных и вычислите эти функции. Проранжируйте 5 НЧ различными методами ранжирования.
4. На конкретном примере показать, что закон исключенного третьего (среднего) в рамках нечеткой логики не имеет места.

#### **Вариант 6.**

1. Пусть  $f(x)$  функция, график которой представляет собой прямую, соединяющую в плоскости  $(x, y)$  точки  $(2,0)$ ,  $(5,1)$ , при этом,  $f(x) = 0, x \leq 2$ ;  $f(x) = 1, x \geq 5$ . Для указанной выше функции  $f(x)$  и  $Z = (1, 4, 6)$  найти  $f(Z)$ .
2. Привести примеры когда (истинные) значения функций  $f_1 = AB + AC$  и  $f_2 = A(B + C)$  совпадают и когда различаются, используя ТрНЧ  $A, B, C$ .
3. Приведите свой пример гранулированности информации с применением лингвистических переменных.
4. Докажите, что в нечеткой логике импликация Лукасевича и импликация Клини не являются эквивалентными.

#### **Вариант 7.**

1. Пусть  $f(x)$  функция, график которой представляет собой прямую, соединяющую в плоскости  $(x, y)$  точки  $(2,0)$ ,  $(5,1)$ , при этом,  $f(x) = 0, x \leq 2$ ;  $f(x) = 1, x \geq 5$ . Найти  $f(Z)$  для указанной выше функции  $f(x)$  и  $Z = (1, 6, 7)$ .
2. Используя ТпНЧ, не все из которых являются положительными, в качестве входных величин, определить результат функции  $f = A + 2A(B + C^2) + D \cdot 2C^3$ .
3. С использованием системы F-Calc задайте свою шкалу лингвистической переменной с обоснованным количеством термов.
4. Докажите, что в нечеткой логике импликация Мамдани и импликация Заде не являются эквивалентными.

#### **Вариант 8.**

1. Пусть  $f(x)$  функция, график которой представляет собой прямую, соединяющую в плоскости  $(x, y)$  точки  $(2,0)$ ,  $(5,1)$ , при этом,  $f(x) = 0, x \leq 2$ ;  $f(x) = 1, x \geq 5$ . Найти  $f(Z)$  для указанной выше функции  $f(x)$  и  $Z = (1, 6, 7)$  с использованием  $\alpha$ -срезов.
2. Вычислите значение функции  $f = \exp(X)$  для  $X = (1, 2, 3)$ .
3. Для заданных термов лингвистической переменной реализуйте оператор концентрирования.
4. Докажите, что в нечеткой логике импликация Мамдани и импликация Ларсена не являются эквивалентными

#### **Вариант 9.**

1. Исходя из принципа расширения, для заданного нечеткого числа  $Z$  и  $Z_1=Z, Z_2=Z$ , определите число  $A_1 = Z - Z, B=Z_1-Z_2$ .
2. Определите значение функции  $g = \exp(X/Y + Y/X)$  для  $X = (1, 2, 3)$ ,  $Y = (2, 3, 4)$ .
3. Для заданных термов лингвистической переменной реализуйте оператор растяжения.
4. Вычислите выражение  $IF(x = A) \text{ T } HEN(y = B)$ ,  $\mu_A(x) = 0.2, \mu_B(y) = 0.6$ , с использованием импликаций Мамдани, Ларсена и Заде.

#### **Вариант 10.**

1. Для треугольного числа  $A$  и трапециевидного числа  $B$  вычислите (без калькулятора) :  $AB, AA, ABB$ . Укажите, какие из оценок являются точными, а какие – приближенными.
2. Вычислите значение функции  $D = [W_1(1 - A^2)/(W_1(1 - A^2) + W_2(1 - B^2))]^{(1/2)}$ ,  $A = (0.1, 0.2, 0.3)$ ,  $B = (0.5, 0.6, 0.7)$ ,  $W_1 = (0.05, 0.1, 0.15)$ ,  $W_2 = (0.7, 0.8, 0.9)$ .
3. Для заданных термов лингвистической переменной реализуйте операторы повышения и понижения контрастности.
4. Вычислите выражение  $IF(x = A) \text{ T } HEN(y = B)$ ,  $\mu_A(x) = 0.1, \mu_B(y) = 0.8$ , с использованием импликаций Лукасевича и Клини-Динса.

## Критерии и шкала оценивания контрольных работ

Оценка	Критерии оценки
<b>Контрольная работа №1</b>	
Отлично 28-30 баллов	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>– продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;</li> <li>– исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить в письменной форме теоретический материал;</li> <li>– правильно формулировать определения.</li> </ul>
Хорошо 21-27 баллов	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>– продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;</li> <li>– продемонстрировать знание основных теоретических понятий;</li> <li>– достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать в письменной форме материал.</li> </ul>
Удовлетворительно 18-20 баллов	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>– продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li> <li>– показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>– уметь строить ответ в письменной форме в соответствии со структурой излагаемого вопроса.</li> </ul>
Неудовлетворительно 0-17 баллов	Студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>– незнание значительной части программного материала;</li> <li>– невладение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>– существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>– неумение строить ответ в письменной форме в соответствии со структурой излагаемого вопроса.</li> </ul>

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

<p>Программа рассмотрена на заседании отделения Интеллектуальных кибернетических систем (протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы 09.04.01 «Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики»  «__» _____ 20__ г. _____ С.О. Старков  Начальник отделения Интеллектуальных кибернетических систем «__» _____ 20__ г. _____ С.О. Старков</p>
---	--