

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой вычислительной математики
и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)



М. Леденева

21.04.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.06 Мягкие вычисления**

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**
01.03.02 Прикладная математика и информатика
- 2. Профиль подготовки/специализация:** Информационные технологии для вычислительных систем
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)
- 6. Составитель программы:** Леденева Татьяна Михайловна, д.т.н., профессор кафедры ВМ и ПИТ факультета ПММ
- 7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ 15.04.2022г., протокол №8.
- 8. Учебный год:** 2024/2025 **Семестр:** 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель учебной дисциплины: ознакомить обучающихся с подходами к представлению и обработке приближенной информации при решении прикладных задач в условиях неопределенности и способами их реализации при проектировании отдельных функций вычислительных систем и информационных систем различного назначения.

Задачи учебной дисциплины:

ознакомление с подходами к представлению и обработке приближенной (интервальной, нечеткой, лингвистической) информации в прикладных задачах, решаемых в условиях неопределенности;
формирование навыков проведения и организации исследовательской деятельности при формализации неопределенности, выбор и обоснование подходящих методов для обработки приближенной и качественной информации;
развитие навыков анализа современных методов обработки информации для реализации отдельных функций и сервисов информационных систем, а также информационных систем различного назначения с использованием научных и научно-технических публикаций.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: вариативная часть.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен подготовить элементы документации, проекты планов и программы проведения отдельных этапов работ.	ПВ-2.1	Осуществляет планирование и готовит программы проведения отдельных этапов работ.	<i>Знать:</i> принципы планирования отдельных этапов работ при использовании подходов, связанных с обработкой приближенной и символьной информации в современных информационных системах. <i>Уметь:</i> составлять общий алгоритм для решения задач, ориентированных на обработку приближенной и символьной информации. <i>Владеть:</i> навыками планирования работ при использовании подходов, связанных с представлением различных типов информации при проектировании современных информационных систем.
ПК-3	Способен осуществить выполнение экспериментов и оформить результаты исследований и разработок.	ПК-3.1	Проводит наблюдения и измерения, составляет их описание и формулирует выводы.	<i>Знать:</i> основные принципы планирования экспериментов. <i>Уметь:</i> организовать эксперимент, получить результаты и составить выводы при изучении исследуемых параметров. <i>Владеть:</i> навыками анализа полученных результатов и представления выводов.
ПК-5	Способен осуществлять анализ и выбор современных технологий реализации отдельных функций вычислительных систем и сервисов информационных технологий, применяемых для их создания.	ПК-5.2	Применяет современные методы обработки различных типов информации для реализации отдельных функций и сервисов.	<i>Знать:</i> современные технологии реализации отдельных функций вычислительных систем и сервисов, связанные с обработкой информации различных типов. <i>Уметь:</i> анализировать информационную среду функций и сервисов компонентов вычислительных систем с целью исследования возможности использования методов обработки приближенной и символьной информации. <i>Владеть:</i> современными методами обработки приближенной и качественной информации, основанными на нечеткой и лингвистической моделях.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) – 4/144.

Форма промежуточной аттестации: экзамен, контрольная работа, курсовая работа.

13. Трудоемкость по видам учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	Семестр 6
Контактная работа	48	48
в том числе:		
лекции	32	32

	практические	16	16
	Самостоятельная работа	60	60
	Промежуточная аттестация	36	36
	Итого	144	144

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Обработка информации различных типов в вычислительных системах	Принципы и этапы планирования отдельных видов работ при проектировании компонентов вычислительных систем и их сервисов при использовании подходов, связанных с обработкой информации различных типов. Организация экспериментов, обработка результатов.	
1.2	Основные типы приближенной и символической информации	Способы формализации информации различных типов. Обзор подходов к представлению приближенной и символической информации. Проблемы обобщения классических моделей на случай других типов информации. Концепция мягких вычислений.	moodle (Мягкие вычисления) edu.vsu.ru
1.3	Основы интервального анализа	Основные понятия интервальной арифметики. Арифметические операции на интервалах. Сравнение интервалов. Интервальные вычисления. Примеры прикладных задач с интервальной информацией.	
1.4	Основы нечеткого анализа	Нечеткие множества, нечеткие величины, нечеткие числа. Основные типы нечетких чисел. Операции над нечеткими числами. Сравнение нечетких чисел. Понятие нечеткой функции. Примеры прикладных задач с нечеткой информацией. Задача нечеткой кластеризации.	
1.5	Лингвистическая модель представления информации	Лингвистическая переменная. Лингвистическая шкала. Принцип «нечеткого большинства» и лингвистические кванторы. Лингвистические операторы агрегирования информации. Нечеткие системы: структура, база знаний, механизм вывода.	
1.6	Примеры классических моделей с нечеткими данными	Задача нечеткого математического программирования. Задача принятия решений в условиях неопределенности. Иерархические модели оценочных систем для приближенной и качественной информации.	
2. Практические занятия			
2.1	Основные типы приближенной и символической информации	Способы представления приближенной и символической информации.	moodle (Мягкие вычисления) edu.vsu.ru
2.2	Основы интервального анализа	Арифметические операции на интервалах. Сравнение интервалов.	
2.3	Основы нечеткого анализа	Способы представления нечеткой информации. Арифметические операции над нечеткими числами. Сравнение нечетких чисел. Агрегирование нечеткой информации.	
2.4	Лингвистическая модель представления информации	Лингвистические шкалы. Агрегирование лингвистической информации. Этапы построения нечетких систем, основанных на продукционных правилах.	
2.5	Примеры классических моделей с нечеткими данными	Задача нечеткого линейного программирования. Методы нечеткой оптимизации.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Практические	Самостоятельная работа	Всего
1	Обработка информации различных типов в вычислительных системах	2	-	-	2
2	Основные типы приближенной и символьной информации	2	2	8	12
3	Основы интервального анализа	6	2	8	16
4	Основы нечеткого анализа	10	4	20	34
5	Лингвистическая модель представления информации	8	4	14	26
6	Примеры классических моделей с неточными данными	4	4	10	18
Итого:		32	16	60	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины: Лекционные занятия (лекции) реализуются в традиционной форме в соответствии с календарным планом-графиком чтения лекций. Целесообразно лекции сопровождать практическими занятиями для лучшего понимания материала и формирования навыков и умений для решения задач, относящихся к мягким вычислениям. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения необходимо выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

№ п/п	Источник
1	Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление : учебное пособие / А. Пегат ; перевод с английского А. Г. Подвесовского, Ю. В. Тюменцева. – 4-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 801 с. – ISBN 978-5-00101-742-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/135549

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Борисов, В. В. Нечеткие модели и сети : учебное пособие / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов. – 2-е изд., стер. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. – 284 с. – ISBN 978-5-9912-0283-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/111022
3	Тихомирова, А.Н. Нечеткие модели дискретной математики / А.Н. Тихомирова, М.Г. Клейменова. – М. : НИЯУ МИФИ, 2011. – 108 с.
4	Язенин А.В. Основные понятия теории возможностей / А.В. Язенин. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2016. – 144 с.
5	Молодцов, Д.А. Теория мягких множеств / Д.А. Молодцов. – М. : Эдиториал УРСС, 2004. – 360 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
6	www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ
7	Леденева, Т.М. Курс «Мягкие вычисления» / Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». – Режим доступа: https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6085

16. Перечень учебно-методического обеспечения

№ п/п	Источник
8	Леденева, Т.М. Обработка нечеткой информации / Т.М. Леденева. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2006. – 233 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии, электронное обучение, смешанное обучение.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Мягкие вычисления», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-технического обеспечения дисциплины:

Мебель и оборудование	Программное обеспечение
Лекции	
Специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).	Windows 10 (лицензионное ПО); Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО); Mozilla Firefox (свободное и/или бесплатное ПО)
Практические занятия	
Специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).	Windows 10 (лицензионное ПО); Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО); Mozilla Firefox (свободное и/или бесплатное ПО)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Обработка информации различных типов в вычислительных системах	ПК-5, ПК-2	ПК-5.2, ПК-2.1	Опрос
2	Основные типы данных	ПК-5	ПК-5.2	Опрос
3	Основы интервального анализа	ПК-5	ПК-5.2	Контрольная работа
4	Основы нечеткой арифметики	ПК-5	ПК-5.2	
5	Лингвистическая модель представления информации	ПК-5	ПК-5.2	
6	Примеры классических моделей с неточными данными	ПК-2, ПК-3, ПК-5	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-5.2	Индивидуальные задания
Промежуточная аттестация: Форма контроля – экзамен				Перечень вопросов и задач

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольная работа (пример варианта)

Задача 1. Пусть функции принадлежности нечетких множеств A и B заданы в виде

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 - e^x, & \text{если } x \leq 0, \\ 1 - e^{-x}, & \text{если } x \geq 0. \end{cases} \quad \mu_B(x) = \frac{1}{1 + 3x^2}.$$

Постройте графики функций принадлежности $A \cup B$, $A \cap B$, $A \setminus B$.

Задача 2. Для нечеткого множества с функцией принадлежности

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin(\pi \cdot (x + 1,5)), & -2 \leq x \leq -1 \\ 1, & -1 \leq x \leq 1, \\ \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \sin(\pi \cdot (x - 1,5)), & 1 \leq x \leq 2, \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases}$$

найдите линейный индекс нечеткости.

Задача 3. Пусть заданы нечеткие множества

$$A = \{(a/0), (b/0.3), (c/0.7), (d/0.1), (e/0), (f/0.2)\},$$

$$B = \{(a/0.4), (b/1), (c/0.5), (d/0.8), (e/1), (f/0.5)\}.$$

Найдите нечеткое множество, являющееся их средним арифметическим.

Задача 4. Непрерывная, строго убывающая функция $\varphi: [0, 1] \rightarrow [0, \infty)$, такая что $\varphi(1) = 0$, называется *убывающим* генератором.

Непрерывная, строго возрастающая функция $\varphi: [0, 1] \rightarrow [0, \infty)$, такая что $\varphi(0) = 0$, называется *возрастающим* генератором.

Найти условия, при которых функция $\varphi(x) = \pm \frac{1}{\sqrt{\alpha\gamma}} \arctg\left(x\sqrt{\frac{\gamma}{\alpha}}\right) + C$ ($\frac{\alpha}{\gamma} > 0$) является

возрастающим и/или убывающим генератором. Подтвердите графически Ваши выводы.

Задача 5. При разработке информационно-аналитической системы для компании, работающей в сфере недвижимости, проектируется модуль, который предназначен для оценки квартир в новых жилых комплексах города. Были выбраны следующие критерии: *характеристика района (ХР), репутация компании-застройщика (Р), инвестиционная привлекательность (ИП), планировка (П), вид из окна (В), наличие внешней инфраструктуры (ВИ), наличие автономной инфраструктуры (паркинг, служба консьерж, охрана, пассажирский и грузовой лифт, профессиональное управление комплексом) (АИ), скидки для покупателей и выгодные условия кредита (СК), средняя стоимость 1 кв. метра жилья (С)*. Оценки формируются в лингвистической шкале $S = \{N, VL, L, M, H, VH, P\}$. Требуется: а) детально разработать процедуру оценки, которая использует различные функции агрегирования для приближенной информации, б) апробировать ее на данных, представленных в следующей таблице; в) сделать выводы и разработать рекомендации по использованию различных функций агрегирования.

<i>Жилой комплекс</i>	<i>ХР</i>	<i>Р</i>	<i>ИП</i>	<i>П</i>	<i>В</i>	<i>ВИ</i>	<i>АИ</i>	<i>СК</i>	<i>С</i>
<i>Три богатыря</i>	VH	H	VH	H	M	VH	VH	VH	VH
<i>Северная корона</i>	M	H	M	M	H	M	L	M	M
<i>Лесная поляна</i>	M	M	M	H	VH	L	H	H	H
<i>Арка</i>	H	M	VH	M	M	L	L	H	H
<i>Петровский пассаж</i>	VH	H	M	VH	H	H	VH	H	VH
<i>Синяя птица</i>	M	M	H	M	H	M	M	M	M
<i>Алые паруса</i>	L	H	M	H	VH	L	L	M	M

Задача 6. Пусть в задаче линейного программирования коэффициенты целевой функции представлены нечеткими треугольными числами (a, l, r) . Найти оптимальное решение задачи и проанализировать его.

$$\begin{aligned}
(3,1,1)x_1 + (5,2,1)x_2 &\rightarrow \max \\
2x_1 - 4x_2 &\leq 8 \\
3x_1 + 5x_2 &\leq 15 \\
x_1 - x_2 &\leq 4 \\
x_1, x_2 &\geq 0.
\end{aligned}$$

Критерий оценки контрольной работы: контрольная работа зачтена, если выполнены все задания.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме письменного экзамена, на который отводится 90 минут. Затем работы проверяются преподавателем, и полученные оценки выставляются в ведомость и в зачетку. Если имеется необходимость в уточнении решения задач, или возникает спорная ситуация, то может быть проведено дополнительное собеседование.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Способы формализации информации различных типов. Обзор подходов к представлению приближенной информации. Проблемы обобщения классических моделей на случай других типов информации. Примеры.
2. Основные понятия интервальной арифметики. Арифметические операции на интервалах. Сравнение интервалов.
3. Основные понятия теории нечетких множеств. Индексы нечеткости. Операции над нечеткими множествами.
4. Нечеткая величина и нечеткое число. Основные типы нечетких чисел. Числовые характеристики треугольных, трапециевидных и гауссовых нечетких чисел.
5. Принцип обобщения. Операции над нечеткими числами. Сравнение нечетких чисел.
6. Лингвистическая переменная. Основные требования к лингвистической шкале. Принцип нечеткого большинства. Лингвистические операторы агрегирования. Метод определения весов на основе функции квантификации.
7. Понятие нечеткой системы. Типы продукционных правил. Свойства базы правил. Механизм нечеткого логического вывода и варианты его реализации.
8. Модели оценочных систем для приближенной и качественной информации.
9. Обобщение задачи линейного программирования на случай нечеткой исходной информации. Подход Циммермана.
10. Задача линейного программирования с нечеткими целевыми функциями. Логический подход к формализации принципов оптимальности.

Контрольно-измерительный материал (пример)

1. Основные операции (классические, алгебраические, ограниченные) над нечеткими множествами и их свойства. Линейная комбинация нечетких множеств. Гибридные операции.
Задача 1. Псевдометрическое расстояние между нечеткими операторами $F(x, y)$ и $G(x, y)$ определяется по формуле

$$d(F, G) = \int_0^1 \int_0^1 |F(x, y) - G(x, y)| dx dy.$$

Найти его величину для классического пересечения $\min(x, y)$ и алгебраического произведения $x \cdot y$.

Задача 2. Пусть веса определяются правилом

$$\forall i \left(w_i = \begin{cases} 0, & \text{если } i < k, \\ 1/m, & \text{если } k \leq i < k + m, \\ 0, & \text{если } i \geq k + m. \end{cases} \right)$$

Определите $orness(W)$. К какому типу относится соответствующий OWA-оператор?

Правила оформления курсовой работы

Текст должен быть распечатан на принтере на белой бумаге формата А4 через 1,5 интервала основным шрифтом Times New Roman, размер 14 pt.

Параметры страницы:

- поля (см) – левое 3, правое – 1,5, верхнее, нижнее – 2;
- нумерация страниц – снизу по центру;
- выравнивание – «по ширине»;
- ширина абзацного отступа 1,25 см;
- также необходимо включить режим переносов.

Для выделения терминов, определений рекомендуется использовать курсивный шрифт.

Все формулы внутри текста и расположенные на отдельной строке должны набираться только в редакторе формул: Equation или MathType, стиль и размер – «заводские».

Все используемые рисунки должны быть хорошего качества, рисунок должен быть полностью расположен на странице. Подрисовочные подписи не должны быть включены в рисунок. Размер шрифта в рисунках 12 pt. Ссылки на рисунки в тексте оформляются следующим образом: рис. 1. Рисунок должен быть размещен ниже первой ссылки на него.

Размер шрифта в таблицах 12 pt. Ссылки на таблицы в тексте оформляются следующим образом: табл. 1. Таблица должна быть размещена ниже первой ссылки на нее.

Титульная страница реферата оформляется в соответствии с Приложением 1. Список литературы оформляется в соответствии с Приложением 2.

Курсовая работа должна содержать не менее 15 страниц, при этом количество источников (книги, статьи, интернет-источники) должно быть не менее 3.

Критерии аттестации (экзамен):

Оценка	Теоретические знания	Практические навыки
<i>Отлично</i>	Уверенное владение терминологией; знание основных фактов теории и методов обработки информации различных типов.	Получены правильные ответы во всех задачах.
<i>Хорошо</i>	Знание основных понятий и фактов теории, однако ответы на вопросы являются не полными	Получены правильные ответы во всех задачах.
<i>Удовлетворительно</i>	Наличие неглубоких теоретических знаний.	Решена одна задача из двух или решены две задачи, но имеются незначительные ошибки.
<i>Неудовлетворительно</i>	По большей части отсутствуют теоретические знания.	Отсутствует правильное решение в большинстве задач и/или не зачтена контрольная работа.