

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра теории упругости и вычислительной математики
имени академика А.С. Космодамианского



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ НЕЧЕТКИХ ДАННЫХ

Укрупненная группа направлений
подготовки

Программа высшего образования
Направление подготовки

Магистерская программа
Квалификация
Форма обучения

01.00.00 Математика и механика

Программа магистратуры
01.04.02 Прикладная математика и
информатика

Прикладная математика и информатика
Магистр
Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Нечеткое моделирование и методы обработки нечетких данных» для обучающихся по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Магистерская программа: Прикладная математика и информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 13 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

доцент кафедры теории упругости
и вычислительной математики
им. акад. А.С. Космодамианского,
канд. физ.-мат. наук, доцент



В.Г. Житняя

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского.

Протокол от 26.03.2024 г. № 10

Врио заведующего кафедрой



Р.Н. Нескородев

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
28.03.2024 г.



И.А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 27.03.2024 г. № 3.

Председатель



Л. И. Селякова

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
д-р физ.-мат. наук, доцент
26.03.2024 г.



Р.Н. Нескородев

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы магистратуры: Дискретные математические модели.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Современные технологии хранения и обработки массивов данных.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	01.04.02 Прикладная математика и информатика (Магистерская программа: Прикладная математика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.8. Нечеткое моделирование и методы обработки нечетких данных
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 144

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	1	1	34	17	-	93	144	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Ознакомление студентов со свойствами моделируемых объектов, которые обычно хранят в базе данных, являющейся фундаментом любой информационной системы. Способствование выработке у студентов умений по использованию современных подходов в случае нечеткого моделирования и обработки нечетких данных, а также выработке у студентов умений по оценке условий, обеспечивающих решение информационных задач

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать	ОПК-2.2. Совершенствует существующие методы	ОПК-2.2.1. Знает как на практике выполнять определенные операции над множествами (обычными и нечеткими)

математические методы решения прикладных задач	при решении конкретных прикладных задач, аргументированно обосновывая критерии, по которым проводились изменения и сравнение методов	ОПК-2.2.2. Умеет решать задачи с опорой на имеющийся материал
		ОПК-2.2.3 Аргументированно обосновывает выбор эффективного метода решения актуальной конкретной задачи

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Основные понятия НМ и МОНД	
Основные понятия, используемые в теории моделирования (ТМ). Нечеткие множества.	Множества, нечеткие множества в смысле Заде и в смысле Гогена. Интервальные нечеткие множества.
Нечеткие бинарные отношения (НБО)	Нечеткие бинарные отношения (НБО), определенные на декартовом произведении. Определение специальных НБО на декартовом квадрате.
Раздел 2. Нечеткие бинарные отношения (НБО), нечеткие множества (НМ), применение нечетких множеств	
НБО и принцип обобщения; операции над НБО и их типы	Расширение понятия теории НМ на отображение путем введения принципа обобщения. Определение функции принадлежности для отображения R из X на Y . Операции над НБО и их типы.
Нечеткая (непрерывная) логика. Булевы функции (БФ) и функции вероятностного типа. Приведенные формы БФ. Нечеткие и лингвистические переменные, нечеткие высказывания	Нечеткая логика. Булевы функции и функции вероятностного типа. Нечеткие и лингвистические переменные, их область применения. Нечеткие высказывания и их использования.
Структуры нечетких множеств	Группоиды нечетких множеств, элементы теории морфизмов и категорий. Нечеткие морфизмы и категории.
Элементы теории топологических пространств	Нечеткая топология. Нечеткие метрические пространства.
Фазификация (методы построения функций принадлежности)	Задача введения нечеткости (задача фазификации). Методы фазификации. Первая задача, которую надо решать при использовании нечетких множеств.
Нечеткая логика в системах управления и сети нечетких элементов	Нечеткая логика в системах управления. Сети нечетких элементов.
Обусловленность значимости моделей поведения для работы с живыми и	Обусловленность значимости модели поведения для работы с живыми и искусственными системами.

искусственными системами. Задача об оценке плановой прибыли фирмы	Решение задачи об оценке плановой прибыли обычным способом и с помощью теории нечетких множеств.
---	--

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Основные понятия НМ и МОНД	12	3	0	18	33
Основные понятия, используемые в теории моделирования (ТМ). Нечеткие множества.	8	2		4	14
Нечеткие бинарные отношения (НБО)	4	1		14	19
Раздел 2. Нечеткие бинарные отношения (НБО), нечеткие множества (НМ), применение нечетких множеств	22	14	0	75	111
НБО и принцип обобщения; операции над НБО и их типы	2	2		8	12
Нечеткая (непрерывная) логика. Булевы функции (БФ) и функции вероятностного типа. Приведенные формы БФ. Нечеткие и лингвистические переменные, нечеткие высказывания	2	2		12	16
Структуры нечетких множеств	2	1		4	7
Элементы теории топологических пространств	4	2		10	16
Фазификация (методы построения функций принадлежности)	2	1		10	13
Нечеткая логика в системах управления и сети нечетких элементов	4	2		10	16
Обусловленность значимости моделей поведения для работы с живыми и искусственными системами. Задача об оценке плановой прибыли фирмы	6	4		21	31
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	17	0	93	144

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Какие модели данных (МД) действуют в системе «Пользователь – Данные – ЭВМ»?
2. Что называют моделированием?
3. Что называют нечетким множеством в смысле Заде, а также нечетким бинарным отношением?

Раздел 2

4. С какой целью был введен в рассмотрение принцип обобщения?
5. Какую задачу называют задачей фазификации (введения нечеткости)?
6. В чем заключается общие рекомендации для определения (задания / выбора) функции принадлежности?
7. Как определяется нечеткое подмножество (множество) в смысле Заде?
8. К чему сводится определение (задание) нечеткого подмножества?
9. Что является носителем нечеткого множества?
10. В каком случае нечеткое множество (НМ) является нормальным (субнормальным)?
11. В каком случае можно нормализовать субнормальное НМ?
12. Как нормализуют субнормальное (непустое) множество?
13. Какие простейшие операции допустимы над НМ и в каком случае?
14. Как определяется оператор изменения нечеткости?
15. Что называют векторным индикатором нечеткости?
16. Является ли энтропия надежным показателем нечеткости?
17. Чем обусловлено появление интервальных нечетких множеств (ИНМ)?
18. В каком случае ИНМ является вырожденной?
19. Какие простейшие операции можно выполнять над ИНМ?
20. Какие операции допустимы над НМ в смысле Гогена?
21. В каком случае могут проявиться преимущества концепции НМ в смысле Гогена?
22. Как определяется расстояние между НМ A и B в смысле Гогена?
23. Что называют нечетким бинарным отношением (НБО)?
24. Какие операции допускаются над НБО?
25. Какие типы НБО определены на декартовом произведении (квадрате $X \times X$)?
26. С какой целью строят декомпозиционные деревья?
27. Из каких этапов состоит процесс построения декомпозиционного дерева?
28. Что понимают под нечеткой переменной?
29. Какие элементы определяют структуру лингвистической переменной?
30. Какую задачу называют задачей фазификации?
31. Какие методы используют при определении функции принадлежности?
32. Какие рекомендации целесообразно использовать при построении функции принадлежности?
33. Какую природу имеет принцип обобщения?

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике:

– планирование прибыли фирмы конкретной сферы деятельности

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета

1. Как определяются нечеткое множество (НМ) в смысле Заде и простейшие операции над ним?
2. Для заданных НМ $A, B \in Y$: $A=A(0.6, 0.4)$, $B=B(0.7, 0.8)$, найти результаты простейших операций в случае двухточечного универсального множества $Y=Y(x_1, x_2)$

Y	x_1	x_2
A	0.6	0.4
B	0.7	0.8
\bar{A}		
\bar{B}		
$A \cap B$		
$A \cup B$		
$A \cap \bar{B} = A - B$		
$\bar{A} \cap B = B - A$		
$A \oplus B$		

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	20
2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	40
ИТОГО		100
Экзамен		100
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено

60-69	Е	неудовлетворительно	зачтено
35-59	FX		не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6), в Учебно-практическом вычислительном центре ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6, корпус 12).

Для проведения лекций требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской / сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбуком, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя.

Для проведения практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской / сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя.

Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная маркерной доской или сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбук, персональные компьютеры, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в аудиториях Главного корпуса (ауд. 511, 605, 610).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Житняя, В. Г. Программирование в среде СУБД Visual FoxPro [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Житняя ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2012. - Электронные данные (1 файл).

2. Основы современных методов прикладного нечеткого моделирования/ Сторожев В.И., Сторожев С.В., Устинов Д.В., Устинова Н.В.; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2016. [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие – электронные данные (1 файл). Житняя, В. Г. Программирование в среде СУБД Visual FoxPro [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Житняя ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2012. - Электронные данные (1 файл).

3. Основы теории нечетких множеств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Сост.: В.Г.Житняя; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл)

4. Практикум по теории нечетких множеств [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Сост.: В.Г.Житняя; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл)

5. Современные проблемы прикладной математики и информатики: алгоритмы нечеткого моделирования в прикладных естественнонаучных, психолого-правовых и социально-экономических исследованиях / Сторожев В.И., Сторожев С.В., Устинов Д.В., Устинова Н.В.; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2016. [Электронный ресурс]: учебное пособие – электронные данные (1 файл).

11.2. Дополнительная литература

6. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман ; перевод с фр. В. Б. Кузьмина ; под ред. С.И. Травкина. - М. : Радио и связь, 1982. - 432 с. Болдин М.В. Знаковый статистический анализ линейных моделей / Болдин М.В., Симонова Г.И., Тюрин Ю.Н. - М.: Наука, 1997. - 288 с.

7. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / [А. Н. Аверкин и др.] ; под ред. Д. А. Поспелова. – М. : Наука, 1986. – 312 с. Васин А.А. Модели динамики коллективного поведения: [Для вузов по специальности "Приклад. математика"] / А. А. Васин. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 153 с.

8. Нечеткие множества и теория возможностей : Последние достижения / Под. ред. Р. Р. Ягера ; Пер. с англ. В. Б. Кузьмина ; Под. ред. С. И. Травкина. - М. : Радио и связь, 1986. - 406 с.

9. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учеб. пособие / Г. Э. Яхьяева. - М. : Интернет-ун-т информ. технологий : Бином. Лаб. знаний, 2006. – 316 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).