

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

УТВЕРЖДАЮ  
проректор

\_\_\_\_\_ П. А. Машаров  
«17» апреля 2025 г.  
МП

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ НЕЧЕТКИХ ДАННЫХ**

Укрупненная группа направлений подготовки	01.00.00 Математика и механика
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы	Прикладная математика и информатика
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Нечеткое моделирование и методы обработки нечетких данных»** для обучающихся по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: 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 2025 года.

Разработчик:

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

Е.В. Авдюшина

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского.  
Протокол от 03.04.2025 г. № 10.

И.о. заведующего кафедрой

И. А. Моисеенко

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и  
информационных технологий  
16.04.2025 г.

И. А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.  
Протокол от 16.04.2025 г. № 3.  
Председатель

Л. И. Селякова

Руководитель основной образовательной  
программы, д-р физ.-мат. наук, доц.  
03.04.2025 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:

Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика, рассредоточенная, Производственная практика: научно-педагогическая практика, Производственная практика: преддипломная практика.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1.Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	01.04.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.. Нечеткое моделирование и методы обработки нечетких данных
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

### 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	2	17	17		74	108	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

ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

##### 4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-2.1 Применяет основные положения нечеткого моделирования и методов обработки нечетких данных для решения прикладных задач.

##### 4.3. Результаты обучения

ОПК-2.1.1. Знает принципы применения нечеткого моделирования и методов обработки нечетких данных для решения прикладных задач

ОПК-2.1.2. Умеет строить простые нечеткие модели для прикладных задач.

ОПК-2.1.3. Аргументированно выбирает методов обработки нечетких данных для решения прикладных задач.

#### 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Нечеткое моделирование и методы обработки нечетких данных	
Основные понятия, используемые в теории моделирования (ТМ).	Множества, нечеткие множества в смысле Заде и в смысле Гогена. Интервальные нечеткие множества.
Нечеткие бинарные отношения (НБО), принцип обобщения; операции над НБО и их типы	Нечеткие бинарные отношения (НБО), определенные на декартовом произведении. Определение специальных НБО на декартовом квадрате. 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.	Нечеткая логика. Булевы функции и функции вероятностного типа. Приведенные формы БФ. 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 искусственными системами.	Обусловленность значимости модели поведения для работы с живыми и искусственными системами. 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. Нечеткое моделирование и методы обработки нечетких данных	17	17	–	74	108
Основные понятия, используемые в теории моделирования (ТМ).	3	3	–	10	16
Нечеткие бинарные отношения (НБО), принцип обобщения; операции над НБО и их типы	2	2	–	8	12
Нечеткая (непрерывная) логика.	2	2	–	10	14
Структуры нечетких множеств	2	2	–	8	12
Элементы теории топологических пространств	2	2	–	8	12
Фазификация (методы построения функций принадлежности)	2	2	–	10	14
Нечеткая логика в системах управления и сети нечетких элементов	2	2	–	10	14
Обусловленность значимости моделей поведения для работы с живыми и искусственными системами.	2	2	–	10	14
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОП	17	17	–	74	108

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

### 7.1. Контрольные вопросы

### 7.2. 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?
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?

### 7.3. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике:

– планирование прибыли фирмы конкретной сферы деятельности

### 7.4. Образец содержания экзаменационного билета

1. Нечеткие множества в смысле Заде и операции над ними. Приведите примеры.
2. Для метода сравнения опишите его группу методов фазификации и укажите причину. Приведите примеры.

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 лабораторных занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально

возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа и лабораторные работы	50
	Доклад/реферат	20
	Контрольная работа	25
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	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, 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 учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд. 605).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться 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.

## 10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 10.1. Основная литература

1. 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).

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

3. 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)

4. 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).

### 10.2. Дополнительная литература

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

## 11. 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. **Официальная страница Eclipse** URL: <https://www.eclipse.org/eclipse/> (дата обращения: 31.01.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

5. **Официальная страница Java SDK** URL: <https://www.oracle.com/java/technologies/downloads/> (дата обращения: 31.01.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

6. **Справочник по Java и XML** URL: <https://betacode.net/> (дата обращения: 31.01.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

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

8. **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.

9. **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.

10. **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.

11. **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.

## 12. 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, Eclipse (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).