

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

« 29 » марта 2024 г.

МП

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ПРИКЛАДНОЕ НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Углубленная группа направлений подготовки	01.00.00 Математика и механика
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки / Магистерская программа	Прикладная математика и информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины **«Прикладное нечетко-множественное моделирование»** для обучающихся по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 9 (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:  
профессор кафедры теории упругости  
и вычислительной математики  
им. акад. А.С. Космодамианского,  
д-р физ.-мат. наук, проф.



В.И. Сторожев

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 бакалавриата: Математический анализ, Алгебра и геометрия, Дифференциальные уравнения, Дискретная математика, Комплексный анализ, Теория вероятностей и математическая статистика, Численные методы.

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

Нечеткие иерархические модели технологических и социально-экономических процессов, Курсовая работа по профилю обучения, Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная), Производственная практика: преддипломная практика (обязательная).

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	01.03.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.29 Прикладное нечетко-множественное моделирование
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	2 / 72

### 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	3	5	17	17	–	38	72	зачет

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Усвоение теоретических знаний и приобретение навыков в области построения и анализа многокритериальных математических моделей процессов в условиях неопределенности на основе теории разветвленных систем иерархической структуры и теории нечетких множеств.

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

### 4.1. Компетенции

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.

#### 4.2. Индикаторы компетенций

УК-2.1. Проводит анализ поставленной цели и определяет совокупность задач, обеспечивающих ее достижение.

ОПК-3.5. Применяет и модифицирует нечеткие математические модели для решения прикладных задач.

#### 4.3. Результаты обучения

УК-2.1.1. Знает требования к постановке цели и задач.

УК-2.1.2. Умеет формулировать задачу.

УК-2.1.3. Владеет способностью определять круг задач для достижения поставленной цели.

ОПК-3.5.1. Знает математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности и методы их модификации.

ОПК-3.5.2. Умеет использовать, анализировать и модифицировать математические модели в современном естествознании и технике

ОПК-3.5.3. Осуществляет критический анализ отдельных результатов использования стандартных методов и алгоритмов компьютерно-математического моделирования.

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Основные элементы аппарата нечеткой математики.	
Основные принципы математического моделирования.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математическая модель.</li> <li>2. Общие принципы конструирования математических моделей.</li> <li>3. Общие принципы анализа математических моделей.</li> </ol>
Методы учета факторов неопределенности в математических моделях.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Факторы неопределенности в математических моделях.</li> <li>2. Методы учета факторов неопределенности в математических моделях.</li> </ol>
Определение понятия нечетких множеств. Нечеткие числа и нечеткие интервалы. Операции с нечеткими множествами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные элементы аппарата нечеткой математики.</li> <li>2. Определение понятия нечетких множеств.</li> <li>3. Основы аппарата нечетких чисел и нечетких интервалов.</li> <li>4. Операции с нечеткими множествами.</li> </ol>
Арифметические операции с нечеткими числами. Арифметические операции с нечеткими интервалами. Сравнение нечетких интервалов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Элементы теории арифметических операций с нечеткими числами</li> <li>2. Элементы теории арифметических операций с нечеткими интервалами</li> <li>3. Методики сравнения нечетких интервалов.</li> </ol>
Нечеткие множества с элементами лингвистической природы.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Множества с элементами лингвистической природы.</li> <li>2. Общие понятия теории нечетких множеств с элементами лингвистической природы.</li> <li>3. Операции над нечеткими множествами с элементами лингвистической природы.</li> </ol>

Методы построения функций принадлежности для нечетких множеств.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие принципы построения функций принадлежности для нечетких множеств</li> <li>2. Методы построения функций принадлежности для нечетких множеств</li> </ol>
Принцип обобщения в описании нечетких функциональных зависимостей.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие приемы.</li> <li>2. Принцип обобщения.</li> <li>3. Описании нечетких функциональных зависимостей.</li> </ol>
Раздел 2. Конструирование и схемы анализа многокритериальных нечетких иерархических моделей разветвленной структуры.	
Общая концепция метода анализа иерархий Т. Саати. Построение иерархических моделей с нечеткими частными критериями.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая концепция метода анализа иерархий Т. Саати.</li> <li>2. Подходы к конструированию нечетких иерархических моделей.</li> <li>3. Подходы к анализу нечетких иерархических моделей.</li> <li>4. Матрицы парных сравнений.</li> <li>5. Нормированные ранги частных критериев.</li> <li>6. Методология построения многокритериальных иерархических моделей разветвленной структуры с нечеткими частными критериями.</li> </ol>
Общие принципы анализа многокритериальных моделей с нечеткими частными критериями.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие принципы анализа моделей с нечеткими частными критериями.</li> <li>2. Общие принципы анализа многокритериальных моделей с нечеткими частными критериями.</li> <li>3. Понятие о матрицах парных сравнений и нормированных рангах частных критериев.</li> <li>4. Методы свертки нечетких частных критериев.</li> <li>5. Основные приемы решения проблемы многокритериальной оптимизации.</li> </ol>
Раздел 3. Нечетко-множественное моделирование деформационных процессов	
Прикладные модели нечеткого оценивания статических характеристик деформационных процессов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая концепция использования эвристического принципа расширения для анализа прикладных моделей нечеткого оценивания статических характеристик деформационных процессов.</li> <li>2. Способ задания имеющих разбросы экспериментальных значений экзогенных параметров прикладных моделей нечеткого оценивания статических характеристик деформационных процессов.</li> <li>3. Запись эндогенных характеристик моделей нечеткого оценивания статических характеристик деформационных процессов на базе использования модифицированной</li> </ol>

	<p>формы эвристического принципа расширения.</p> <p>4. Оценки влияния нечеткости геометрических экзогенных параметров в модели растяжения ортотропной пластины с эллиптическим отверстием.</p>
Прикладные модели нечеткого оценивания динамических характеристик деформационных процессов	<p>1. Нечеткие оценки для фазовых скоростей объемных упругих волн при разбросе экспериментальных значений физико-механических постоянных.</p> <p>2. Нечеткие оценки характеристик отражения и преломления объемных волн с плоским фронтом у границы раздела разнородных изотропных полупространств.</p> <p>3. Оценки для параметра толщины изотропного слоя по нечетким данным о длительности задержки диагностического импульса.</p> <p>4. Нечеткое оценивание амплитудных уровней нелинейных ангармонических возмущений для объемных волн сдвига в трансверсально-изотропных средах.</p>

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Основные элементы аппарата нечеткой математики.	<b>9</b>	<b>9</b>	–	<b>22</b>	<b>40</b>
Основные принципы математического моделирования.	1	1	–	2	4
Методы учета факторов неопределенности в математических моделях.	1	1	–	2	4
Определение понятия нечетких множеств. Нечеткие числа и нечеткие интервалы. Операции с нечеткими множествами	1	1	–	4	6
Арифметические операции с нечеткими числами. Арифметические операции с нечеткими интервалами. Сравнение нечетких интервалов.	2	2	–	4	8
Нечеткие множества с элементами лингвистической природы.	1	1	–	2	4
Методы построения функций принадлежности для нечетких множеств.	2	2	–	4	8
Принцип обобщения в описании нечетких функциональных зависимостей.	1	1	–	4	6
Раздел 2. Конструирование и схемы анализа многокритериальных нечетких	<b>4</b>	<b>4</b>	–	<b>8</b>	<b>16</b>

иерархических моделей разветвленной структуры.					
Общая концепция метода анализа иерархий Т. Саати. Построение иерархических моделей с нечеткими частными критериями.	2	2	—	4	8
Общие принципы анализа многокритериальных моделей с нечеткими частными критериями.	2	2	—	4	8
Раздел 3. Нечетко-множественное моделирование деформационных процессов	<b>4</b>	<b>4</b>	—	<b>8</b>	<b>16</b>
Прикладные модели нечеткого оценивания статических характеристик деформационных процессов	2	2	—	4	8
Прикладные модели нечеткого оценивания динамических характеристик деформационных процессов	2	2	—	4	8
<b>ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	—	<b>38</b>	<b>72</b>

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

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1.

1. Определение понятия нечетких множеств.
2. Определение понятия нечетких чисел и нечетких интервалов.
3. Определения основных операции с нечеткими множествами.
4. Определения основных арифметических операций с нечеткими интервалами и операций сравнения нечетких интервалов.
5. Понятие нечетких множеств с элементами лингвистической природы.
6. Методы построения функций принадлежности для нечетких множеств.
7. Принцип обобщения в описании нечетких функциональных зависимостей.
8. Методы учета факторов неопределенности в математических моделях функционирования социально-экономической сферы и моделях технологических процессов.
9. Конструирование представлений размытых данных нечеткими множествами, нечеткими числами и нечеткими интервалами.
10. Конструирование нечетких множеств с элементами лингвистической природы.
11. Применение принципа обобщения для описания нечетких функциональных зависимостей.

#### Раздел 2.

1. Общая концепция метода анализа иерархий Т. Саати.
2. Основные подходу к учету факторов неопределенности в математических моделях функционирования социально-экономической сферы и моделях технологических процессов.
3. Общие принципы анализа многокритериальных моделей с нечеткими частными критериями и многокритериальной оптимизации.
4. Методики конструирования и схемы анализа нечетких иерархических моделей.
5. Приемы построения иерархических моделей с нечеткими частными критериями.

6. Методы свертки нечетких частных критериев в разветвленных иерархических моделях.
7. Определение понятия математической модели.
8. Аналитическое и имитационное моделирование.
9. Классификация типов моделей.
10. Основные этапы процесса математического моделирования.
11. Методологические принципы построения моделей.
12. Этапы процесса математического моделирования.
13. Типы параметров моделей.
14. Принцип несовместимости.
15. Особенности моделей поддержки принятия решений
16. Факторы и источники неопределенности информационной среды моделирования.
17. Этапы анализа неопределенностей в математических моделях.
18. Принципы и методы оперирования с неопределенностями.
19. Базовые способы формализации неопределенностей.
20. Вероятностное моделирование неопределенностей.
21. Методы оперирования неопределенностями, базирующиеся на теории возможностей.
22. Определение и основные атрибуты понятия нечеткого множества.
23. Операции с нечеткими множествами.
24. Лингвистические нечеткие переменные.
25. Альфа-срезы и представления нечетких множеств суперпозициями множеств альфа-срезов.
26. Эвристический принцип расширения и его модифицированные формы записи.
27. Нечеткие нормальные трапецеидальные интервалы.
28. Соотношения арифметики нечетких нормальных трапецеидальных интервалов.
29. Основные методы построения функций принадлежности для нечетких множеств.
30. Концепция иерархического моделирования.
31. Классическая схема метода анализа иерархий.
32. Общая схема анализа разветвленной иерархической модели с нечеткими частными критериями.
33. Методики определения рангов частных критериев.
34. Формирование матриц парных сравнений.
35. Методы свертки нечетких частных критериев (аддитивная, мультипликативная, минимизационная).
36. Парето - оптимальные решения.

### Раздел 3.

1. Общая концепция использования эвристического принципа расширения для анализа прикладных моделей нечеткого оценивания статических и динамических характеристик деформационных процессов.
2. Способ задания имеющих разбросы экспериментальных значений экзогенных параметров прикладных моделей нечеткого оценивания статических и динамических характеристик деформационных процессов.
3. Запись эндогенных характеристик моделей нечеткого оценивания статических и динамических характеристик деформационных процессов на базе использования модифицированной формы эвристического принципа расширения.
4. Общая конструкция модели нечеткого оценивания значений фазовых скоростей объемных упругих волн.



5. Общая конструкция модели нечеткого оценивания характеристик отражения – преломления объемных волн у границы раздела разнородных изотропных полупространств.

6. Общая конструкция модели оценивания параметра толщины деформируемого слоя по нечетким данным о длительности задержки диагностического импульса.

7. Общая конструкция модели нечеткого оценивания амплитуд ангармонических возмущений для объемных волн сдвига в трансверсально-изотропных средах.

8. Общая конструкция модели оценки влияния нечеткости эксцентриситета эллиптического отверстия в ортотропной пластине на показатели концентрации механических напряжений

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	5
	Контрольная работа	10
2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Контрольная работа	10
3	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Контрольная работа	10
ИТОГО		60
Зачет		40
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. 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. Сторожев В.И. Современные проблемы прикладной математики и информатики: алгоритмы нечеткого моделирования в прикладных естественнонаучных, психолого-правовых и социально-экономических исследованиях: учебное пособие / Сторожев В.И., Сторожев С В., Устинов Д.В., Устинова Н.В. -2-е изд., перераб. и доп. - Донецк ДонНУ, 2019. - 168 с

2. Сторожев В.И. Основы современных методов прикладного нечеткого моделирования: учебно-методическое пособие / Сторожев В.И., Сторожев СВ, Устинов Д.В., Устинова Н.В. - 2 - е изд., перераб. и доп. - Донецк: ДонНУ, 2019.-87 с.

3. Давыдов Э.Г. Исследование операций: [Учеб. пособие для вузов по специальностям "Прикл. математика" и "Экон. кибернетика"] / Э.Г. Давыдов. - М.: Высш. шк., 1990.- 382 с.

4. Дегтярев Ю И. Исследование операций: [Учеб. для вузов по специальности "АСУ"] / К.И. Дегтярев. - М.: Высш. шк., 1986. - 319 с.

5. 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.

6. Саати Т. Аналитическое планирование: Организация систем / Саати Томас, Кернс Кевин; Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе, Под ред. И.А Ушакова. - М.: Радио и связь, 1991.- 224 с.

7. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей: Примеры использ. / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров, Риж. техн. ун-т. - Рига: Зинатне, 1990. - 184 с.

### 11.2. Дополнительная литература

8. Количественные методы в экономических исследованиях : учеб. для студентов вузов. / [Ю.Н. Черемных, А.А. Любкин, В В Пахомов и др.]; Под ред. М. В. Грачевой и др. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. - 791 с

9. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / [А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева и др.]. - М.: Радио и связь, 1989. - 302 с.
10. 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.

## 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).