



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Направление подготовки (специальность)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль/ специализация) программы

Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

энергетики и автоматизированных систем
вычислительной техники и программирования

2

4

Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом МО и Н РФ от 12.01.2016 № 5.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры вычислительной техники и программирования «05» сентября 2018 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «26» сентября 2018 г., протокол № 1.

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена: доцентом кафедры вычислительной техники и программирования, канд. пед. наук

 / Е.А. Ильиной/

Рецензент:

начальник отдела инновационных разработок ЗАО «КонсОМ-СКС», канд. техн. наук

 А.Н. Панов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Теория нечётких множеств» является ознакомление студентов с основными понятиями нечетких множеств и нечеткой логики, методами и средствами их использования для моделирования и нечеткого управления, описывающих характер человеческого мышления и ход его рассуждений.

Для достижения поставленной цели в курсе «Теория нечетких множеств» решаются задачи:

- изучение основных положений теории нечетких множеств и нечеткой логики;
- изучение и исследование операций и функций над нечеткими множествами;
- реализацию основных алгоритмов для применения алгоритмов над нечеткими множествами;
- освоение технологий использования нечетких множеств и правил нечеткой логики в системах управления.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Теория нечетких множеств» входит в вариативную часть дисциплин по выбору 1 блока образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения курсов: информатика, основы статистической обработки данных, прикладное программирование, математическая логика.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин: логическое программирование, методы нейрокомпьютерного моделирования.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория нечетких множеств» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК3 – способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	
Знать	– основные алгоритмы обработки нечетких множеств; – отличия нечеткой информации;
Уметь	– вычислять индексы нечеткости по метрике Хемминга и Евклидовой метрике; – находить нечеткий максимум и минимум; – сравнивать нечеткие числа;
Владеть	– навыками разработки алгоритмов обработки и представления нечетких множеств;
ДПК-1 – использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	
Знать	– основные понятия и задачи теории нечетких множеств и нечеткой логики, операции и функции, выполняемые над нечеткими множествами; – методы нечеткой оптимизации;
Уметь	– применять алгоритмы обработки и представления нечетких множеств; – выполнять нечеткое моделирование и исследование систем на базе нечеткой логики;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками построения систем нечетких ассоциативно матричных правил для систем управления, основанных на нечеткой логике; – навыками построения нейронечетких моделей в пакете ANFIS MatLab; – навыками разработки комплексов на базе нечеткой логики в пакете fuzzyTECH.

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 54,15 академических часа:
 - аудиторная – 51 академических часа;
 - внеаудиторная – 3,15 академических часа
- самостоятельная работа – 54,15 академических часа;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часа.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Раздел 1. Основные понятия теории нечетких множеств Операции над нечеткими множествами	4							
1.1. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткой логики	4	2			6	1. Подготовка к лабораторной работе. 2. Выполнение лабораторной работы. 3. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос Тестирование Проверка лабораторной работы	ПК3-зув
1.2. Основные понятия теории нечетких множеств	4	4	4		6	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос Тестирование Проверка лабораторной работы	ПК3-зув ДПК1-зув
1.3. Операции над нечеткими множествами	4	2	4			1. Подготовка к лабораторной работе. 2. Выполнение лабораторной работы. 3. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Проверка лабораторной работы Коллоквиум	ПК3-зув ДПК1-зув
Итого по разделу	4	4	8/8		12			
Раздел 2. Основы нечеткой логики	4							
2.1 Нечеткие отношения и операции над нечеткими отношениями	4	2			6	1. Выполнение лабораторной работы. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос Тестирование Проверка лабораторной работы	ПК3-зув ДПК1-зув
2.2 Основы нечеткой логики	4	2	6		6	1. Подготовка к лабораторной работе.	Устный опрос	ПК3-зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						2. Выполнение лабораторной работы. 3. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Тестирование Проверка лабораторной работы	ДПК1-зув
2.3 Системы нечеткого вывода	4	2	6/4и		18	1. Подготовка к лабораторному занятию 2. Выполнение лабораторной работы 3. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос Тестирование Проверка лабораторной работы	ПК3-зув ДПК1-зув
Итого по разделу	4	6	12/4и		30			
Раздел 3. Основы общей теории нечеткой меры. Нечеткие сети Петри	4							
3.1 Основы общей теории нечеткой меры	4	2	8		3	1. Выполнение лабораторной работы 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Тестирование Проверка лабораторной работы	ПК3-зув ДПК1-зув
3.2 Нечеткие сети Петри	4	5	6и		9	1. Выполнение лабораторной работы 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Коллоквиум Проверка лабораторной работы	ПК3-зув ДПК1-зув
Итого по разделу	4	7	14/6и		12,15			
Итого по дисциплине		17	34/14и		54,15		Экзамен	

5 Образовательные и информационные технологии

1. **Традиционные образовательные технологии**, ориентированные на организацию образовательного процесса и предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к аспиранту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. **Технологии проблемного обучения** – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности аспирантов.

3. **Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция-провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-конференция.

4. **Информационно-коммуникационные образовательные технологии** – организация образовательного процесса, основанная на применении программных сред и технических средств работы со знаниями в различных предметных областях.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В течение семестра каждый студент выполняет лабораторные работы.

Лабораторная работа №1. Инструментальные средства VBA для работы с нечеткими множествами в MS Excel

Цель работы: Изучить средства и структуры VBA для выполнения простых операций с нечеткими множествами и их графическое отображение.

Задание для самостоятельного выполнения

1. Согласно варианту написать макрос, который выводит характеристику нечеткого множества (универсум, носитель, точки перехода, унимодальность функции принадлежности, нормальное или субнормальное нечеткое множества, высота, ядро, границы нечеткого множества).

2. Записать макрос, приводящий субнормальное нечеткое множество к нормальному.

3. Создать макрос, который по исходным данным выполняет построение графика (исходные данные: x_0, x_n – начальные и конечные значения аргумента; h – шаг, с которым изменяется аргумент; $f(x)=ax^2-bx+c$ – заданная функция). Предусмотреть проверку ввода исходных данных.

4. Создать пользовательскую функцию, результатом которой является массив значений, заносимый в ячейки рабочего листа. С помощью макроса выполнить графическое отображение результата работы функции.

Лабораторная работа №2. Нечеткие множества и операции над ними

Цель работы: Изучить основные типы функций принадлежности, уметь определять меры нечеткости множеств и выполнять операции над нечеткими множествами.

Задание для самостоятельного выполнения

Согласно варианту даны два нечетких множества: $X = \{x, \mu_1(x)\}$ и $Y = \{y, \mu_2(y)\}$.

Требуется:

1. Представить нечеткие множества графически.

2. Определив свойства этих множеств дать характеристику (универсум, носитель,

точку перехода, является ли функция принадлежности унимодальной, является ли нечеткое множество нормальным или субнормальным, высота, ядро, границы). Записать формулу разложения нечеткого множества по множествам уровня.

3. Субнормальное нечеткое множество привести к нормальному.

4. Найти множества: $X \cup Y$, $X \cap Y$, $\overline{X \cup Y}$, $(X \cup \overline{Y}) \cap (X \cap Y)$, $(X \oplus Y) \bullet (X + Y)$.

5. Записать множества $\text{CON}(X)$, $\text{DIL}(X)$, $\text{CON}(Y)$, $\text{DIL}(Y)$, алгебраическое дополнение и дизъюнктивную сумму нечетких множеств X и Y .

6. Нечеткие множества представить графически: первый график – множества X , $\text{CON}(X)$, $\text{DIL}(X)$; второй график – Y , $\text{CON}(Y)$, $\text{DIL}(Y)$.

7. Для каждой кривой (из п.6) найти подходящую функцию принадлежности аналитически.

8. Вычислить индексы нечеткости по метрике Хемминга для всех шести множеств.

9. Вычислить индексы нечеткости по Евклидовой метрике для всех шести множеств.

10. Сравнить степень нечеткости множества X со степенью нечеткости множеств $\text{CON}(X)$ и $\text{DIL}(X)$, а также множества Y с множествами $\text{CON}(Y)$ и $\text{DIL}(Y)$.

Вычисление индексов нечеткости оформить в виде пользовательской функции.

Лабораторная работа №3. Нечеткие числа и операции над ними

Цель работы: Рассмотреть определение нечеткого числа и изучить алгебраические операции над нечеткими числами.

Задание для самостоятельного выполнения

1. Даны нечеткие числа a и b . Выполнить арифметические операции и сравнить нечеткие числа с дискретными носителями.

2. Даны следующие нечеткие числа:

a =«В городе Магнитогорске проезд на трамвае стоит 15 руб.»;

b =«В городе Магнитогорске проезд на маршрутном автобусе стоит 18 руб.»;

c =«мне надо проехать на трамвае раз пять»;

d =«мне надо проехать на маршрутном такси по крайней мере раза три».

Требуется:

1) выступая в роли эксперта, запишите нечеткие числа a , b , c и d в форме объединения точечных нечетких множеств;

2) найти x =«примерная сумма расходов на транспорт в городе Магнитогорске»;

3) построить графики функций принадлежности чисел a , b , c , d и x .

3. Выполнить задание 1 для нечетких чисел с непрерывными носителями. Построить графики функций принадлежности нечетких чисел a и b и результатов алгебраических операций над ними.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК3 – способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные алгоритмы обработки нечетких множеств; – отличия нечеткой информации; 	<p><i>Перечень теоретических вопросов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите алгоритм приведения субнормального нечеткого множества к нормальному. 2. Охарактеризуйте множества ближайшее к нечеткому. 3. Отличие обычного множества к ближайшему нечеткому. 4. Сформулируйте понятие нечеткого числа. 5. Что характеризует нечеткое число? 6. Какие нечеткие числа называют нормальными, унимодальными и выпуклыми? Сравните определения с соответствующими определениями нечетких множеств. Определите разницу и сходство. 7. Опишите алгоритм нахождения нечеткого максимума и минимума. 8. Как сравнить два нечетких числа? 9. Как определяются отношения «равенство» и «нечеткое равенство» для нечетких чисел? 10. Какие нечеткие числа называют приближенно равными? 11. В чем различие понятий равенства для обычных и нечетких чисел?
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – вычислять индексы нечеткости по метрике Хемминга и Евклидовой метрике; – находить нечеткий максимум и минимум; – сравнивать нечеткие числа; 	<p><i>Практические задания</i></p> <p>Задание</p> <p>Согласно варианту даны два нечетких множества. Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Представить нечеткие множества графически. 2. Определив свойства этих множеств дать характеристику (универсум, носитель, точку перехода, является ли функция принадлежности унимодальной, является ли нечеткое множество нормальным или субнормальным, высота, ядро, границы). Записать формулу разложения нечеткого множества по множествам уровня. 3. Субнормальное нечеткое множество привести к нормальному. 4. Найти множества $X \cup Y$, $X \cap Y$, $\overline{X \cup Y}$, $(X \cup \bar{Y}) \cap (X \vee Y)$, $(X \oplus Y) \bullet (X + Y)$.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>5. Записать множества $CON(X)$, $DIL(X)$, $CON(Y)$, $DIL(Y)$, алгебраическое дополнение и дизъюнктивную сумму нечетких множеств X и Y.</p> <p>6. Нечеткие множества представить графически: первый график – множества X, $CON(X)$, $DIL(X)$; второй график – Y, $CON(Y)$, $DIL(Y)$.</p> <p>7. Для каждой кривой (из п.6) найти подходящую функцию принадлежности аналитически.</p> <p>8. Вычислить индексы нечеткости по метрике Хемминга для всех шести множеств.</p> <p>9. Вычислить индексы нечеткости по Евклидовой метрике для всех шести множеств.</p> <p>10. Сравнить степень нечеткости множества X со степенью нечеткости множеств $CON(X)$ и $DIL(X)$, а также множества Y с множествами $CON(Y)$ и $DIL(Y)$.</p> <p>Задание</p> <p>1. Даны нечеткие числа a и b. Выполнить арифметические операции и сравнить нечеткие числа с дискретными носителями.</p> <p>2. Даны следующие нечеткие числа: a=«В городе Магнитогорске проезд на трамвае стоит 15 руб.»; b=«В городе Магнитогорске проезд на маршрутном автобусе стоит 18 руб.»; c=«мне надо проехать на трамвае раз пять»; d=«мне надо проехать на маршрутном такси по крайней мере раза три».</p> <p>Требуется:</p> <p>1) выступая в роли эксперта, запишите нечеткие числа a, b, c и d в форме объединения точечных нечетких множеств;</p> <p>2) найти x=«примерная сумма расходов на транспорт в городе Магнитогорске»;</p> <p>3) построить графики функций принадлежности чисел a, b, c, d и x.</p> <p>3. Выполнить задание 1 для нечетких чисел c непрерывными носителями. Построить графики функций принадлежности нечетких чисел a и b и результатов алгебраической операций над ними.</p>
Владеть	– навыками разработки алгоритмов обработки и представления нечетких множеств;	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</i></p> <p>1. Составить нечеткую модель оценивания финансовой состоятельности клиента.</p> <p>2. Составить нечеткую модель гибридной сети для решения задачи прогнозирования валютных цен на финансовом рынке.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ДПК-1 – использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные понятия и задачи теории нечетких множеств и нечеткой логики, операции и функции, выполняемые над нечеткими множествами; – методы нечеткой оптимизации; 	<p><i>Перечень теоретических вопросов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулируйте понятие нечеткого множества и сравните его с понятием обычного множества. 2. Дайте определение нечеткого множества, универсума, носителя, точки перехода, унимодальной функции принадлежности, характеристической функции, нормального и субнормального нечеткого множества, сингелтона. 3. Приведите пример нечеткого множества, и, построив диаграмму Заде, определите высоту, ядро, границы нечеткого множества. Запишите формулу разложения нечеткого множества по множествам уровня. 4. Сформулируйте понятие множества α-уровня и запишите формулу разложения нечеткого множества по множествам уровня. 5. Перечислите основные операции над нечеткими множествами. 6. Влияние операции растяжения и сжатия на индекс нечеткости. 7. Определение операции умножения нечетких множеств, возведение в целую неотрицательную степень, умножение на число. 8. Сравните свойства операций над обычными и нечеткими множествами. Какие важнейшие логические законы не выполнимы над нечеткими множествами? 9. Сформулируйте понятие нечеткого числа. 10. Что характеризует нечеткое число? 11. Какие алгебраические операции можно выполнять с нечеткими числами?
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – применять алгоритмы обработки и представления нечетких множеств; – выполнять нечеткое моделирование и исследование систем на базе нечеткой логики; 	<p><i>Практические задания</i></p> <p>Оценивание финансовой состоятельности клиентов при предоставлении банковских кредитов. При выдаче долгосрочных кредитов на строительство зданий или коттеджей под залог недвижимости для оценки состоятельности клиентов банками традиционно используется метод экспертных оценок. При этом целью банка является получение максимальной прибыли от заключенных сделок по предоставлению кредитов и исключению возможных финансовых потерь. Поэтому интересы банков сосредоточены с одной стороны, на увеличе-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		нии количества успешных сделок, а с другой стороны, на избежание неудачных сделок, когда клиент не возвращает выданный кредит или возвращает его не вовремя.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками построения систем нечетких ассоциативно матричных правил для систем управления, основанных на нечеткой логике; – навыками построения нейронечетких моделей в пакете ANFIS MatLab; – навыками разработки комплексов на базе нечеткой логики в пакете fuzzyTECH. 	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построение адаптивной системы нейро-нечеткого вывода для аппроксимации некоторой зависимости, которая описывается математической функцией. Оценить точность полученной нечеткой модели посредством сравнения прогнозируемых модельных значений с известными заранее значениями соответствующей функции. 2. Нечеткая модель управления кондиционером воздуха в помещении. Выполнить регулировку в кондиционера автоматической, обеспечивая постоянную температуру воздуха в помещении. 3. Нечеткая модель управления контейнерным краном. Разработать модель, позволяющую автоматически управлять процессом горизонтального перемещения контейнерного крана, исключив раскачивание контейнеров.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория нечетких множеств» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает два теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Логунова, О. С. Теория нечетких множеств [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. С. Логунова, Е. А. Ильина, В. С. Великанов ; МГТУ. – Магнитогорск : МГТУ, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2285.pdf&show=dcatalogues/1/1129895/2285.pdf&view=true>. - Макрообъект.
2. Борисов, В.В. Нечеткие модели и сети [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – Электрон. дан. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. – 284 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111022>. – Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература:

1. Логунова, О. С. Экспертные оценки и системы в металлургии черных металлов [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. С. Логунова, Е. А. Ильина, И. И. Мацко. – Магнитогорск : МГТУ, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1059.pdf&show=dcatalogues/1/1119418/1059.pdf&view=true>. – Макрообъект.
2. Основы теории управления. Моделирование систем автоматического управления в среде MATLAB-SIMULINK [Электронный ресурс] : лабораторный практикум. Ч. 2 / Ю. В. Кочержинская, Е. А. Ильина, В. С. Великанов, О. С. Логунова ; МГТУ. – Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2566.pdf&show=dcatalogues/1/1130368/2566.pdf&view=true>. - Макрообъект.
3. Основы теории управления. Моделирование систем управления в среде MATLAB-SIMULINK [Электронный ресурс] : лабораторный практикум. Ч. 3 / Ю. В. Кочержинская, Е. А. Ильина, В. С. Великанов, О. С. Логунова ; МГТУ. – Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2580.pdf&show=dcatalogues/1/1130394/2580.pdf&view=true>. - Макрообъект.
4. Демидова, Л.А. Принятие решений в условиях неопределенности [Электронный ресурс] : монография / Л.А. Демидова, В.В. Кираковский, А.Н. Пылькин. – Электрон. дан. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. – 289 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111050>. – Загл. с экрана.
5. Таганов, А.И. Основы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости [Электронный ресурс] / А.И. Таганов. – Электрон. дан. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. – 224 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111109>. – Загл. с экрана.
6. Сикорская, Г.А. Алгебра и теория чисел [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.А. Сикорская. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, 2017. – 303 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110642>. – Загл. с экрана.
7. Кузнецов, В.Г. Логика: основы рассуждения и научного анализа : учеб. пособие / В.Г. Кузнецов, Ю.Д. Егоров. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 290 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5afd31f4231d61.77415685.
8. Бочаров, В.А. Основы логики : учебник / В.А. Бочаров, В.И. Маркин. – М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2019. – 334 с. – (Классический университетский учебник). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1002069>.
9. Грядовой, Д.И. Логика. Задачи и упражнения / Д.И. Грядовой, Н.В. Стрелкова - М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2015. - 119 с.: ISBN 978-5-238-01794-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/872834>.

в) Методические указания:

1. Логунова, О.С. Инструментальные средства VBA для работы с нечеткими множествами в MS Excel : методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Теория не-

четких множеств» для студентов направления 230100.62 «Информатика и вычислительная техника» [Текст]. / О.С. Логунова, Е.А. Ильина. – Магнитогорск : Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2014. – 11 с.

2. Логунова, О.С. Нечеткие множества и операции над ними : методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Теория нечетких множеств» для студентов направления 230100.62 «Информатика и вычислительная техника» [Текст]. / О.С. Логунова, Е.А. Ильина. – Магнитогорск : Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2014. – 16 с.

3. Логунова, О.С. Нечеткие числа и операции над ними : методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Теория нечетких множеств» для студентов направления 230100.62 «Информатика и вычислительная техника» [Текст]. / О.С. Логунова, Е.А. Ильина. – Магнитогорск : Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2014. – 7 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение: лицензионное программное обеспечение: операционная система MS Windows 2007; MS Office 2010; PacketTracer, установленные на каждом персональном компьютере вычислительного центра ФГБОУ ВПО «МГТУ».

Перечень лицензионного программного обеспечения по ссылке:

<http://sps.vuz.magtu.ru/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2FShared%20Documents%2F%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0%20%D0%BA%20%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%202020%2F%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202019%D0%B3%2F%D0%9B%D0%B8%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5%20%D0%9F%D0%9E&InitialTabId=Ribbon.Document&VisibilityContext=WSSTabPersistence>

Официальные сайты промышленных предприятий и организаций: <http://www.mmk.ru>, <http://www.magtu.ru>, и т.п.; разработчиков программных продуктов: <http://www.statsoft.ru>, <http://www.microsoft.com>, <http://www.netacad.com> и т.п.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-технического обеспечения включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория ауд. 282	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВПО «МГТУ»	Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области информатики и вычислительной техники
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Все классы УИТ и АСУ с персональными компьютерами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ауд. 282 и классы УИТ и АСУ
Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенных компьютерной техникой с	Классы УИТ и АСУ

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
возможностью подключения к сети «Интернет» и наличием доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Центр информационных технологий – ауд. 379