

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макаренко Елена Николаевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 20.01.2025 11:45:45

Уникальный программный ключ:

c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ

Начальник

учебно-методического управления

Платонова Т.К.

«29» августа 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Математические методы обработки данных**

Направление 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

Направленность 01.03.02.02 "Математическое и программное обеспечение систем  
искусственного интеллекта"

Для набора 2022 года

Квалификация  
Бакалавр

КАФЕДРА      **Прикладная математика и технологии искусственного интеллекта****Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	16			
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	2	2	2	2
Лабораторные	2	2	2	2
Практические	2	2	2	2
Итого ауд.	6	6	6	6
Контактная работа	6	6	6	6
Сам. работа	62	62	62	62
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	72	72	72	72

**ОСНОВАНИЕ**

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 29.08.2024 г. протокол № 1.

Программу составил(и): д.ф.-м.н., профессор, Сахарова Л.В.

Зав. кафедрой: д.э.н, доц. Чернышева Ю.Г.

Методический совет направления: д.э.н., профессор Тищенко Е.Н.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	формирование знаний основ математических методов обработки информации, представлений о современных технологиях сбора, обработки и представления информации; навыков применения математического аппарата обработки данных теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
-----	--

### 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-1: Способен собирать данные, исследовать и разрабатывать математические модели и методы, алгоритмы и программное обеспечение по тематике проводимых научно-исследовательских проектов**

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

##### **Знать:**

роль и место гуманитарных, математических и прикладных наук в разработке и применении интегрированных систем интеллектуального анализа данных (ИАД); математические технологии перехода от базовых положений фундаментальных дисциплин к методам и средствам ИАД; современные языки программирования и особенности их применения к построению систем ИАД; фундаментальные положения гуманитарных дисциплин (философии и психологии), учитывающих специфику человеческого и машинного мышления при решении прикладных задач средствами ИАД; современные тенденции в области ИАД и смежных областях знаний; общие принципы анализа предметной области произвольной природы с точки зрения возможности построения систем интеллектуального анализа протекающих в ней процессов; новые методы компьютерной математики, включая такие области, как искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткую логику и т.п. современные решения в области построения сложных систем управления и применять их на практике с использованием технологий ИАД; технологии программирования, используемые при построении сложных систем управления; инструментальные средства ИАД, ориентированные на построение систем поддержки решений для современных систем управления (соотнесено с индикатором ПК-1.1)

##### **Уметь:**

использовать методы прикладной математики и теории управления при разработке интегрированных систем ИАД; самостоятельно осваивать новые разделы прикладной математики и формировать на их основе алгоритмы и программы ИАД; применять методы физики, химии и др. фундаментальных наук для построения предметноориентированных систем ИАД; формировать базы знаний, накапливающие и интегрирующие алгоритмы и программы ИАД для различных предметных областей и приложений; самостоятельно осваивать новые методы и алгоритмы интеллектуального анализа данных; применять существующие программные комплексы в области интеллектуального анализа данных к задачам управления технологическими процессами и другими сложными динамическими объектами различной природы; самостоятельно разрабатывать новые алгоритмы ИАД; разрабатывать компоненты сложных систем управления с использованием систем поддержки управляющих решений на основе методов и средств ИАД; применять для разработки систем управления современные инструментальные средства и технологии программирования; уметь разрабатывать новые алгоритмы средства ИАД в интересах создания перспективных систем управления сложными динамическими объектами (соотнесено с индикатором ПК-1.2)

##### **Владеть:**

навыками анализа и обработки данных, основами построения интеллектуальных систем; навыками использования достижений в фундаментальных отраслях знаний (математика, физика, химия, информатика ит.п.) при разработке и применении средств ИАД; методами поиска знаний, относящихся к новым технологиям и новым техническим решениям; базовыми знаниями, обеспечивающими возможность понимания новых решений и их практического использования при создании перспективных алгоритмов и программ ИАД; навыками применения унифицированных пакетов прикладных программ и программно-алгоритмических комплексов для решения задач анализа данных; способностью проектировать новые компоненты сложных систем управления с использованием средств ИАД; искусством разработки специализированных алгоритмов обработки и анализа с учетом их особенностей и имеющихся ограничений; навыками программирования, обеспечивающими реализацию математических технологий ИАД в виде законченных программных решений и продуктов (соотнесено с индикатором ПК-1.3)

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Раздел 1. Алгоритмы интеллектуального анализа данных: основные методы и понятия

№	Наименование темы / Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
1.1	Введение, основные понятия анализа данных / Пр /	4	2	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
1.2	Введение, основные понятия анализа данных / Лаб /	4	2	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
1.3	Введение, основные понятия анализа данных. Введение в машинное обучение и анализ данных. Анализ данных в различных прикладных областях. Основные определения. Этапы анализа данных. Постановки задач машинного обучения.	4	2	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2

	Примеры прикладных задач и их типы: классификация, регрессия, ранжирование, кластеризация, поиск структуры в данных / Лек /				
1.4	Линейная регрессия. Квадратичная функция потерь и предположение о нормальном распределении шума. Метод наименьших квадратов: аналитическое решение и оптимизационный подход. Стохастический градиентный спуск. Тонкости градиентного спуска: размер шага, начальное приближение, нормировка признаков. Проблема переобучения. Регуляризация. / Ср /	4	4	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
1.5	Линейная регрессия. Квадратичная функция потерь и предположение о нормальном распределении шума. Метод наименьших квадратов: аналитическое решение и оптимизационный подход. Стохастический градиентный спуск. Тонкости градиентного спуска: размер шага, начальное приближение, нормировка признаков. Проблема переобучения. Регуляризация. / Ср /	4	4	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
1.6	Теория вероятностей и анализ данных. Случайные величины. Дискретные и непрерывные распределения, их свойства. Примеры распределений и их важность в анализе данных: биномиальное, пуассоновское, нормальное, экспоненциальное. Характеристики распределений: среднее, медиана, дисперсия, квантили. Пример их использования при генерации признаков. / Ср /	4	4	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
1.7	Центральная предельная теорема. Математическая статистика и анализ данных. Оценивание параметров распределений. Метод максимального правдоподобия. Пример использования: анализ текстов и наивный байесовский классификатор. Доверительные интервалы и бутстрэппинг. / Ср /	4	4	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
1.8	Линейная регрессия. Квадратичная функция потерь и предположение о нормальном распределении шума. Метод наименьших квадратов: аналитическое решение и оптимизационный подход. Стохастический градиентный спуск. Тонкости градиентного спуска: размер шага, начальное приближение, нормировка признаков. Проблема переобучения. Регуляризация. / Ср /	4	4	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2

## Раздел 2. Композиции алгоритмов

№	Наименование темы / Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
2.1	Композиции алгоритмов / Ср /	4	2	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
2.2	Особенности реальных данных / Ср /	4	2	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
2.3	Анализ частых множеств признаков и ассоциативных правил. Кластеризация данных / Ср /	4	2	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
2.4	Оценивание качества алгоритмов. Регрессия: квадратичные и абсолютные потери, абсолютные логарифмические отклонения. Примеры использования. Классификация: доля верных ответов, ее недостатки. Точность и полнота, их объединение: арифметическое среднее, минимум, гармоническое среднее (F-мера). Оценки принадлежности классам: площади под кривыми. AUC-ROC, AUC-PRC, их свойства. Оценивание качества алгоритмов. Отложенная выборка, ее недостатки. Оценка полного скользящего контроля. Кросс-валидация. Leave-one-out. Практические особенности кросс-валидации. Стратификация. Потенциальные проблемы с разбиением зависимой или динамической выборки. / Ср /	4	6	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
2.5	Логические методы и их интерпретируемость. Простейший пример: список решений. Пример решающего списка для задачи фильтрации нежелательных сообщений. Деревья решений. Проблема построения оптимального дерева решений. Жадный алгоритм, основные его параметры. Построение деревьев решений. Критерий ветвления. Выбор оптимального разбиения в задачах регрессии. Сложности выбора разбиения в задаче классификации. Примеры критериев: энтропийный (прирост	4	6	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2

	информации), Джини и их модификации. Критерии завершения построения. Регуляризация и стрижка деревьев. / Ср /				
2.6	Композиции алгоритмов. Простейший пример: уменьшение дисперсии при усреднении алгоритмов методом бутстреп. Блендинг алгоритмов. Понятие смещения и разброса (иллюстрация на примере линейных методов и решающих деревьев). Уменьшение разброса с помощью усреднения. Случайный лес. Оценка out-of-bag. Особенности реальных данных. Неполнота и противоречивость. Шумы и выбросы в данных. Методы поиска выбросов. Пропуски в данных, методы их восстановления. Несбалансированные выборки: проблемы и методы борьбы. Задача отбора признаков, примеры подходов. / Ср /	4	6	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
2.7	Анализ частых множеств признаков и ассоциативных правил. Задача анализа потребительской корзины. Поддержка и достоверность. Частые, замкнутые и максимальные частые множества. Алгоритм Априори. Меры “интересности правил”. Кластеризация данных. Простые эвристические подходы. Алгоритм K Means. Проблема устойчивости результатов и важность грамотной инициализации, алгоритм K-Means++. Выбор числа кластеров. Оценка качества кластеризации. / Ср /	4	6	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
2.8	Логические методы и их интерпретируемость. Простейший пример: список решений. Пример решающего списка для задач фильтрации нежелательных сообщений. Деревья решений. Проблема построения оптимального дерева решений. Жадный алгоритм, основные его параметры. Построение деревьев решений. Критерий ветвления. Выбор оптимального разбиения в задачах регрессии. Сложности выбора разбиения в задаче классификации. Примеры критериев: энтропийный (прирост информации), Джини и их модификации. Критерии завершения построения. Регуляризация и стрижка деревьев. / Ср /	4	6	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
2.9	Анализ частых множеств признаков и ассоциативных правил. Задача анализа потребительской корзины. Поддержка и достоверность. Частые, замкнутые и максимальные частые множества. Алгоритм Априори. Меры “интересности правил”. Кластеризация данных. Простые эвристические подходы. Алгоритм K Means. Проблема устойчивости результатов и важность грамотной инициализации, алгоритм K-Means++. Выбор числа кластеров. Оценка качества кластеризации. / Ср /	4	6	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2
2.10	/ Зачёт /	4	4	ПК-1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Пальмов, С. В.	Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие	Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017	<a href="https://www.iprbookshop.ru/75376.html">https://www.iprbookshop.ru/75376.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.2	Царёв Р. Ю., Прокопенко А. В.	Алгоритмы и структуры данных (CDIO): учебник	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=497016">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=497016</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.3	Яхьяева, Г. Э.	Нечеткие множества и нейронные сети: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020	<a href="https://www.iprbookshop.ru/97552.html">https://www.iprbookshop.ru/97552.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.4	Павлова, А. И.	Искусственные нейронные сети: учебное пособие	Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021	<a href="https://www.iprbookshop.ru/108228.html">https://www.iprbookshop.ru/108228.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

### 5.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1		Вестник Института законодательства и правовой информации имени М.М. Сперанского: журнал	Иркутск: Институт законодательства и правовой информации, 2017	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457912">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457912</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.2	Белозерова Г. И., Скуднев Д. М., Кононова З. А.	Нечеткая логика и нейронные сети: учебное пособие	Липецк: Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576909">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576909</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

### 5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ИСС "Гарант" <https://internet.garant.ru>

### 5.4. Перечень программного обеспечения

Операционная система РЕД ОС  
Свободно распространяемый офисный пакет LibreOffice  
IDLE (Python) (свободная лицензия)  
Python (свободная лицензия)  
Scilab

### 5.5. Учебно-методические материалы для студентов с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:

- столы, стулья;
- персональный компьютер / ноутбук (переносной);
- проектор;
- экран / интерактивная доска.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, рабочие места в которых оборудованы необходимыми лицензионными программными средствами и выходом в Интернет

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

1.1 Показатели и критерии оценивания компетенций:

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания
<b>ПК-1: Способен собирать данные, исследовать и разрабатывать математические модели и методы, алгоритмы и программное обеспечение по тематике проводимых научно-исследовательских проектов</b>			
<p><b>Знать</b>                      роль и место гуманитарных, математических и прикладных наук в разработке и применении интегрированных систем интеллектуального анализа данных (ИАД); математические технологии перехода от базовых положений фундаментальных дисциплин к методам и средствам ИАД; современные языки программирования и особенности их применения к построению систем ИАД; фундаментальные положения гуманитарных дисциплин (философии и психологии), учитывающих специфику человеческого и машинного мышления при решении прикладных задач средствами ИАД; современные тенденции в области ИАД и смежных областях знаний; общие принципы анализа предметной области произвольной природы с точки зрения возможности построения систем интеллектуального анализа протекающих в ней процессов; новые методы компьютерной математики, включая такие области, как искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткую логику и т.п. современные решения в области построения сложных систем управления и применять их на практике с использованием технологий ИАД; технологии программирования, используемые при построении сложных систем управления; инструментальные средства ИАД, ориентированные на построение систем поддержки решений для современных систем управления</p>	<p>Формулирует ответы на вопросы к зачету по базовым понятиям</p>	<p>Полнота и содержательность ответов на вопросы к зачету, умение пользоваться современными программными средствами</p>	<p>Вопросы к зачету (1-33), практические задания к зачету (1-15), индивидуальное задание (1-2), контрольная работа (вариант 1-2)</p>

<p><b>Уметь</b> использовать методы прикладной математики и теории управления при разработке интегрированных систем ИАД; самостоятельно осваивать новые разделы прикладной математики и формировать на их основе алгоритмы и программы ИАД; применять методы физики, химии и др. фундаментальных наук для построения предметноориентированных систем ИАД; формировать базы знаний, накапливающие и интегрирующие алгоритмы и программы ИАД для различных предметных областей и приложений; самостоятельно осваивать новые методы и алгоритмы интеллектуального анализа данных; применять существующие программные комплексы в области интеллектуального анализа данных к задачам управления технологическими процессами и другими сложными динамическими объектами различной природы; самостоятельно разрабатывать новые алгоритмы ИАД; разрабатывать компоненты сложных систем управления с использованием систем поддержки управляющих решений на основе методов и средств ИАД; применять для разработки систем управления современные инструментальные средства и технологии программирования; уметь разрабатывать новые алгоритмы средства ИАД в интересах создания перспективных систем управления сложными динамическими объектами</p>	<p>Решает индивидуальные задания</p>	<p>Правильность и четность решения задач с использованием систем компьютерной математики</p>	<p>Вопросы к зачету (1-33), практические задания к зачету (1-15), индивидуальное задание (1-2), контрольная работа (вариант 1-2)</p>
<p><b>Владеть</b> навыками анализа и обработки данных, основами построения интеллектуальных систем; навыками использования достижений в фундаментальных отраслях знаний (математика, физика, химия, информатика ит.п.) при разработке и применении средств ИАД; методами поиска знаний, относящихся к новым технологиям и новым техническим решениям; базовыми знаниями, обеспечивающими возможность понимания новых решений и их практического использования при создании перспективных алгоритмов и программ ИАД; навыками применения унифицированных пакетов прикладных программ и программно-алгоритмических комплексов для решения задач анализа данных; способностью проектировать новые</p>	<p>Решает контрольную работу</p>	<p>Объем выполненных работ, степень владения навыками применения программных средств при решении задач</p>	<p>Вопросы к зачету (1-33), практические задания к зачету (1-15), индивидуальное задание (1-2), контрольная работа (вариант 1-2)</p>

компоненты сложных систем управления с использованием средств ИАД; искусством разработки специализированных алгоритмов обработки и анализа с учетом их особенностей и имеющихся ограничений; навыками программирования, обеспечивающими реализацию математических технологий ИАД в виде законченных программных решений и продуктов			
---	--	--	--

### 1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале.

50-100 баллов (**зачтено**)

0-49 баллов (**не зачтено**)

**2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### Вопросы к зачету

1. Нечеткая алгебра как расширение булевой.
2. Расширение стандартных логических операций.
3. Нечеткие высказывания и операции над ними.
4. Нечеткие множества. Основные свойства нечетких множеств.
5. Понятие нечеткой и лингвистической переменной.
6. Нечеткие числа. Операции над нечеткими числами.
7. Сравнение нечетких чисел.
8. Лингвистические неопределенности.
9. Вычисление значений лингвистических переменных.
10. Нечеткие отношения.
11. Операции над нечеткими отношениями.
12. Свойства нечетких отношений.
13. Способы определения нечеткой импликации.
14. Специальные типы нечетких отношений.
15. Композиции нечетких соответствий.
16. Упрощенный алгоритм нечеткого вывода.
17. Методы приведения к четкости.
18. Нисходящие нечеткие выводы.
19. Механизмы логического вывода.
20. Нечеткое моделирование.
21. Нечеткие контроллеры.
22. Моделирование нечетких систем логического вывода.
23. Отличия в принципах обработки информации в мозге и в компьютерах.
24. Математические модели нейронов.
25. Анатомия нейросетей.
26. Классификация нейроархитектур.
27. Архитектура персептрона.

28. Градиентные алгоритмы обучения.
29. Использование персептронов для задач распознавания и классификации, идентификации динамических объектов и прогнозирования временных рядов.
30. Рекуррентные сети, используемые в качестве ассоциативных запоминающих устройств.
31. Сети с самоорганизацией на основе конкуренции нейронов, их алгоритмы обучения.
32. Самоорганизующиеся карты Кохонена.
33. Принципы применения нейронных сетей с самоорганизацией для решения задач распознавания и классификации образов, сжатия сигналов и прогнозирования временных рядов.

### Практические задания к зачету

1 Пусть  $A = \{0,5/3; 0,8/4; 1/5; 1/6; 0,8/7; 0,5/8; 0/9\}$  – нечеткое множество с элементами из универсального множества  $E$  и множеством принадлежностей  $M = [0,1]$ . Что является носителем нечеткого множества  $A$ ?

2 Пусть  $A = \{0,5/3; 0,8/4; 1/5; 1/6; 0,8/7; 0,5/8; 0/9\}$  – нечеткое множество с элементами из универсального множества  $E$  и множеством принадлежностей  $M = [0,1]$ . Определите точки перехода нечеткого множества  $A$ .

3 Пусть  $A = \{0,5/3; 0,8/4; 1/5; 1/6; 0,8/7; 0,5/8; 0/9\}$  – нечеткое множество с элементами из универсального множества  $E$  и множеством принадлежностей  $M = [0,1]$ . Определите высоту нечеткого множества  $A$ .

4 Пусть  $A$  и  $B$  – нечеткие множества.  $A = 0,4/x_1 + 0,2/x_2 + 0/x_3 + 1/x_4$ ;  $B = 0,7/x_1 + 0,9/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4$ . Определите нечеткое множество, заданное операцией  $A \oplus B$ .

5 Пусть  $A$  и  $B$  – нечеткие множества.  $A = 0,4/x_1 + 0,2/x_2 + 0/x_3 + 1/x_4$ ;  $B = 0,7/x_1 + 0,9/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4$ . Определите нечеткое множество, заданное операцией  $A \cap B$ .

6 Пусть  $A$  и  $B$  – нечеткие множества.  $A = 0,4/x_1 + 0,2/x_2 + 0/x_3 + 1/x_4$ ;  $B = 0,7/x_1 + 0,9/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4$ . Определите нечеткое множество, заданное операцией  $A \cup B$ .

7 Даны:  $U = \{2000, 3000, 4000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000\}$  — универсальное множество,

$A = \{0,1/3000; 0,2/4000; 0,4/6000; 0,5/7000; 0,7/9000; 0,8/10000\}$  — нечёткое множество «высокая зарплата»,

$B = \{0,8/2000; 0,7/3000; 0,6/4000; 0,5/5000; 0,4/6000; 0,2/8000; 0,1/10000\}$  — нечёткое множество «низкая зарплата». Найдите  $A \cap B$ ,  $\bar{A}$ ,

8. Эксперт определяет рост ученика с помощью понятий «низкий рост», «средний рост», «высокий рост», при этом минимальный рост равен 145см, максимальный — 175см. Проведите формализацию такого описания с помощью лингвистической переменной  $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$ , где  $\beta$  – название лингвистической переменной;  $T$  – множество её значений, представляющих собой наименование нечётких переменных, областью определения которых является множество  $X$ ;  $G$  – синтаксическое правило, порождающее значения лингвистической переменной;  $M$  – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечёткой переменной её смысл.

9. Определите значение лингвистической переменной «Не очень сладкий и достаточно кислый», если известно, что

«Сладкий» = (яблоко/0,8; ананас/0,6; лимон/0,1; манго/0,4),

«Кислый» = (яблоко/0,2; ананас/0,5; лимон/0,9; манго/0,4).

10. Даны:

$U = \{2000, 3000, 4000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000\}$  — универсальное множество,

$A = \{0,1/3000; 0,2/4000; 0,4/6000; 0,5/7000; 0,7/9000; 0,8/10000\}$  —

нечёткое множество «высокая зарплата»,

$$B = \{0,8/2000, 0,7/3000, 0,6/4000, 0,5/5000, 0,4/6000, 0,2/8000, 0,1/10000\}$$

нечёткое множество «низкая зарплата». Найдите  $A \cup B, A \cdot B$ .

11. Пусть  $U = \{0, 1, 2, \dots, 25\}$  является носителем следующих нечетких чисел:

$a =$  «в городе  $N$  проезд на метро стоит приблизительно 8 руб.»;  $b =$  «проезд на маршрутке в этом городе стоит не менее 15 руб.»;  $c =$  «мне надо проехать на метро раз пять»;  $d =$  «мне надо проехать на маршрутке по крайней мере раза три». Выступая в роли эксперта, запишите нечеткие числа  $a, b, c$  и  $d$  в форме объединения точечных нечетких множеств; найдите  $x =$  «примерная сумма расходов на транспорт в городе  $N$ »; разложите нечеткие числа  $a, b, c, d$  и  $x$  по множествам  $\alpha$ -уровня, если  $\alpha = \{0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1\}$ ; постройте графики функций принадлежности чисел  $a, b, c, d$  и  $x$ .

12. Построить функция принадлежности методом нечеткого математического ожидания, классифицировать полученную функцию принадлежности: «Доступный кредит», если известно, что основание данного нечеткого множества представлено диапазоном процентных ставок от 10% до 30%.

13. Построить функцию принадлежности для нечеткого множества  $A$ , заданного как

$$A = \left\{ \frac{0,9}{x_1}, \frac{0,4}{x_2}, \frac{0}{x_3}, \frac{0,1}{x_4}, \frac{1,0}{x_5} \right\}$$

математический объект: . Указать: носитель этого нечеткого множества; определить, является оно нормальным или субнормальным;  $\alpha$ -срез  $A_{0,4}$ .

14. Построить объединение матриц нечетких отношений:

$$R_1 = \begin{vmatrix} 0,8 & 0,1 \\ 1,0 & 0,9 \end{vmatrix}, \quad R_2 = \begin{vmatrix} 0,5 & 0,3 \\ 0,4 & 0,9 \end{vmatrix}.$$

15. Выполнить операцию *растяжения*  $DIL(A) =$  над нечетким множеством

$$A = \left\{ \frac{1,0}{5} + \frac{0,7}{6} + \frac{0,4}{7} \right\}.$$

Зачет проводится по заданиям, содержащим один теоретический вопрос и одно практическое задание

### Критерии оценивания

Максимальное количество баллов за ответ по зачетному заданию – **100** (вопрос и задание имеют одинаковый вес при выставлении итоговой оценки)

<b>50-100 баллов (зачтено)</b>	Изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе; практико-ориентированное задание выполнено правильно и прокомментировано; наличие твердых и достаточно полных знаний, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы; практико-ориентированное задание выполнено правильно, но не прокомментировано; при неполном ответе на вопросы; затрудняется ответить на дополнительные вопросы; практико-ориентированное задание выполнено с ошибками и отсутствуют комментарии
<b>0-49 баллов (не зачтено)</b>	Ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение

применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы; практико-ориентированное задание не выполнено.

### Индивидуальное задание

**Задание 1:** Даны параметры модели натурального объема продаж товара местного производства  $F_{\max}$ ,  $j_{\max}$ , и  $t_{05}$ . Используя значения функции сезонности спроса  $d(t)$  (таблица), найти для указанных месяцев множества  $a$ -уровня ( $L_1, L_2$ ) натурального объема продаж товара местного производства.

Таблица: Варианты заданий

Параметр	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_{\max}$ М/нед.	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2
/max	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
*0,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Месяцы	1-5	2-6	3-7	9-12, 1	10-12, 1, 2	И, 12, 13	12, 1-4	1-5	2-6	1-3, И, 12
$a$	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9

**Задание 2.** Дать количественную оценку истинности экспертного заключения о риске банкротства предприятия. Лингвистическая переменная  $g$  = «риск банкротства предприятия». Универсальным множеством для переменной  $g$  является отрезок  $[0, 1]$ , а множеством значений переменной  $g$  — терм-множество  $G = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5\}$ , где

$G_1$  = «предельный риск банкротства»;

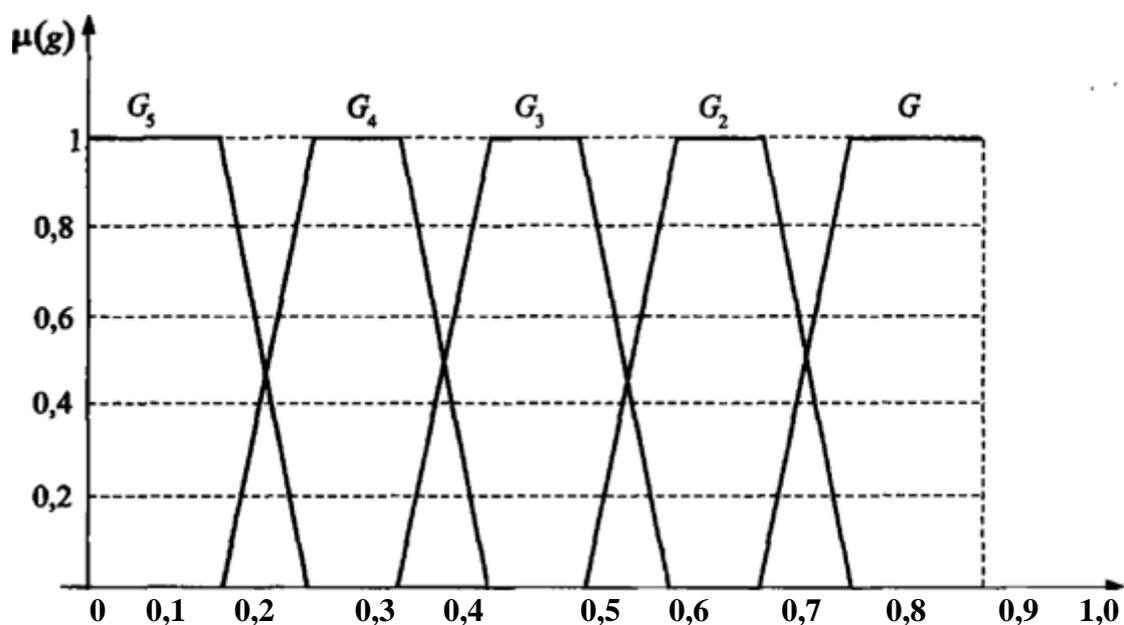
$G_2$  = «степень риска банкротства высокая»;

$G_3$  = «степень риска банкротства средняя»;

$G_4$  = «низкая степень риска банкротства»;

$G_5$  = «риск банкротства незначительный».

Каждый терм из множества  $G$  является именем нечеткого подмножества на отрезке  $[0, 1]$ . Рассмотреть эти нечеткие подмножества как трапецевидные нечеткие числа:



g

Дать словесное описание состояния предприятия за I и II кварталы и сравнить степень риска банкротства предприятия в каждом из этих периодов.

Варианты заданий

	Номер варианта									
	1		2		3		4		5	
	I квартал	I квартал	I квартал	II квартал						
$x_1$	0,15	0,15	0,16	0,15	0,2	0,1	0,12	0,15	0,02	0,15
$x_2$	0,32	0,32	0,001	0,002	0,012	0	0,02	од	0	0
$x_3$	0,92	0,92	1,6	1,3	1,64	1,7	1,0	1,7	1,6	1,6
$x_4$	0,7	0,7	0,55	0,5	0,53	0,55	0,45	0,35	0,55	0,55
$x_5$	1,0	1,0	0,8	0,82	0,88	0,8	0,98	0,82	0,8	0,8
$x_6$	0,3	0,3	0,1	0,12	0,11	0,11	0,21	0,15	0,1	0,1
	6		7		8		9		10	
	I квартал	I квартал	I кварта	II квартал	I квартал	II квартал	I квартал	II квартал	I квартал	II квартал
	квартал	квартал	квартал	квартал	квартал	квартал	квартал	квартал	квартал	квартал
$x_1$	0,16	0,12	0,2	0,15	0,15	0,02	0,15	0,15	0,15	0,1
$x_2$	0,001	0,02	0,012	0,32	0,1	0	0,32	0,002	0	0
$x_3$	1,6	1,0	1,64	0,92	1,7	1,6	0,92	1,3	1,6	1,7
$x_4$	0,55	0,45	0,53	0,7	0,35	0,55	0,7	0,5	0,55	0,55
$x_5$	0,8	0,98	0,88	1,0	0,82	0,8	1,0	0,82	0,8	0,8
$x_6$	0,1	0,21	0,11	0,3	0,15	0,1	0,3	0,12	0,1	0,11

**Критерии оценивания:**

## Максимальное количество баллов – 60 баллов

Задание выполняется по вариантам. Выбор варианта осуществляется преподавателем

За выполнение каждого из шести заданий обучающийся может получить до **30 баллов**

<b>30 баллов</b>	Задание выполнено верно
<b>21-29 баллов</b>	При выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат
<b>11-20 баллов</b>	При выполнении задания были допущены ошибки
<b>1-10 баллов</b>	При выполнении задания были допущены существенные ошибки
<b>0 баллов</b>	Задание не выполнено

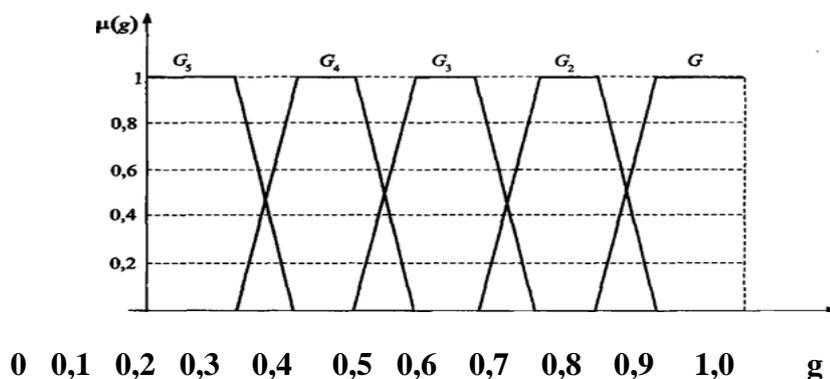
### Контрольная работа Вариант 1

**Задание 1.** Отобрать комплект характеристик товара из трех представленных для экспертной оценки (альтернативы):  $a_1, a_2, a_3$ . Учитывать три критерия:  $c_1$  - независимость характеристик товара;  $c_2$  - ясная и однозначная воспринимаемость характеристик товара;  $c_3$  - влияние характеристик на принятие решения о покупке товара. Весовые коэффициенты для  $c_1, c_2, c_3$  равны соответственно  $\omega_1 = 0.2$ ;  $\omega_2 = 0.6$ ;  $\omega_3 = 0.2$ . Нечеткое отношение задано в табличном виде:

	$a_1$	$a_2$	$a_3$
$c_1$	$C$	$H$	$B$
$c_2$	$B$	$H$	$C$
$c_3$	$H$	$B$	$C$

Здесь нечеткие числа  $B, C, H$  являются симметричными треугольными числами:  $B = (0.9; 0.1)$ ;  $C = (0.5; 0.1)$ ;  $H = (0.2; 0.1)$ . При решении использовать метод аддитивной свертки.

**Задание 2.** Дать количественную оценку истинности экспертного заключения о риске банкротства предприятия. Лингвистическая переменная  $g$  = «риск банкротства предприятия». Универсальным множеством для переменной  $g$  является отрезок  $[0, 1]$ , а множеством значений переменной  $g$  — терм-множество  $G = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5\}$ , где  $G_1$  = «предельный риск банкротства»;  $G_2$  = «степень риска банкротства высокая»;  $G_3$  = «степень риска банкротства средняя»;  $G_4$  = «низкая степень риска банкротства»;  $G_5$  = «риск банкротства незначительный». Каждый терм из множества  $G$  является именем нечеткого подмножества на отрезке  $[0, 1]$ . Рассматривать эти нечеткие подмножества как трапециевидные нечеткие числа:



### Вариант 2

**Задание 1.** Рассчитать отношение между изменением задолженности и доходностью капитала в условиях неопределенности:

1. Общая сумма активов составляет – А (100, 116, 130), прибыль – В (14,16,20), задолженности нет.

2. Общая сумма активов составляет – А (100, 116, 130), прибыль – В (14,16,20), заемные средства – Е = 15.

3. Общая сумма активов составляет – А (100, 116, 130), прибыль – В (14,16,20), заемные средства – Е = 30.

4. Общая сумма активов составляет – А (100, 116, 130), прибыль – В (14,16,20), заемные средства – Е = 60.

**Задание 2.** Крупный московский автодилер торгует автомобилями популярной французской марки. Большую часть времени продажи автомашин колебались от 4 до 7 в неделю, в конце ноября и начале декабря была проведена рекламная акция общей стоимостью 30 тыс. долларов, в результате продажи автомашин выросли и составили около 16 автомобилей в неделю. Удельная прибыль от продажи каждого автомобиля составила 1,5 тыс. долл. Время действия акции 3 недели. Оценить эффективность проведенной рекламы.

### Критерии оценивания

**Максимальное количество баллов – 40 (2 задания по 20 баллов)**

20 баллов	Задание выполнено верно
10-19 баллов	При выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат
1-9 баллов	При выполнении задания были допущены ошибки
0 баллов	При выполнении задания были допущены существенные ошибки
	Задание не выполнено

### **3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

**Текущий контроль** успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** проводится в форме зачета.

Зачет проводится по расписанию промежуточной аттестации в письменном виде. Количество вопросов в задании – 2. Проверка ответов и объявление результатов производится в день зачета. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику промежуточной аттестации, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- лабораторные занятия;
- практические занятия.

В ходе лекционных занятий рассматриваются основные понятия и методы математики, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются навыки решения задач по различным темам курса математики. При подготовке к практическим занятиям каждый студент должен:

- изучить рекомендованную учебную литературу;
- изучить конспекты лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме.

В процессе подготовки к практическим и лабораторным занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Вопросы, не рассмотренные на лекциях, лабораторных и практических занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется в ходе проверки выполненных индивидуальных заданий. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников. Выделить непонятные термины, найти их значение в энциклопедических словарях.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами. Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.