Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Макаренко Елена Николаевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.08.2026 10:45:20
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
Т.К. Платонова
«25» мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины
Математическое моделирование в условиях неопределенности

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) программы бакалавриата
01.03.02.02 Математическое и программное обеспечение систем искусственного интеллекта

Для набора 2026 года

Квалификация
Бакалавр

КАФЕДРА **Прикладная математика и технологии искусственного интеллекта**

Распределение часов дисциплины по семестрам / курсам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**6 (3.2)**		Итого	
Недель	16 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64	64	64	64
Сам. работа	44	44	44	44
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

ОСНОВАНИЕ

Учебный план утвержден учёным советом Университета (протокол № 9 от 03.03.2026 г.).

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

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

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

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	освоение методов нечеткой логики, формирующих один из новых разделов знаний по обработке информации, моделированию, исследованию операций управления и прогнозирования ЭИС; ознакомление студентов с современным состоянием исследований в области автоматизации рассуждений, моделями нечеткой логики и применением их к задачам анализа данных, формирование основ для самостоятельной разработки новых алгоритмов и моделей.

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:

основные понятия из рассматриваемых разделов теории нечетких множеств; формулировки утверждений нечеткой логики, методы их доказательства, возможные сферы их приложений; определения и свойства математических объектов нечеткой логики, используемых в различных областях экономики; основные определения и области применения нечетких множеств логики и нейронных сетей; программные средства для моделирования нечетких множеств и создания нейронных сетей; технологию создания и использования нейронных сетей (соотнесено с индикатором ПК-1.1)

Уметь:

выполнять логические и алгебраические операции с нечеткими множествами; применять программные средства разработки моделей нечеткой логики и нейронных сетей; пользоваться аппаратными средствами моделирования нечетких множеств и создания нейронных сетей; применять программы нечеткой логики и нейронных сетей для решения экономических задач; доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий нечеткой логики; использовать инструментальные функции интегрированных программных сред разработчиков нечеткой логики и нейронных сетей (соотнесено с индикатором ПК-1.2)

Владеть:

математическим аппаратом теории нечетких множеств; методами доказательства утверждений в области нечетких множеств; основными принципами решения задач экономического анализа на основе теории нечетких множеств; методами классификации на основе теории нечетких множеств; методами создания нейронных сетей для решения экономических задач; методами прогнозирования на основе теории нечетких множеств (соотнесено с индикатором ПК-1.3)

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Основы теории нечетких множеств

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
1.1	«Нечеткие множества и операции над ними». Элемент и множество. Принадлежность элемента множеству. Типы функций принадлежности. Множество P(U) нечетких подмножеств множества U. Простейшие операции в P(U). Свойства < P(U), max, min, not >. Схема доказательства дистрибутивности. Свойства <P(U), + , * , not >. Схема доказательства недистрибутивности. Подмножества a-уровня. Теорема о декомпозиции. Метрика в P(U).	Лекционные занятия	6	4	ПК-1
1.2	«Нечеткие множества и операции над ними». Элемент и множество. Принадлежность элемента множеству. Типы функций принадлежности. Множество P(U) нечетких подмножеств множества U. Простейшие операции в P(U). Свойства < P(U), max, min, not >. Схема доказательства дистрибутивности. Свойства <P(U), + , * , not >. Схема доказательства недистрибутивности. Подмножества a-уровня. Теорема о декомпозиции. Метрика в P(U).	Практические занятия	6	4	ПК-1
1.3	"Нечеткие множества и операции над ними". Элемент и множество. Принадлежность элемента множеству. Типы функций принадлежности. Множество P(U) нечетких подмножеств множества U. Простейшие операции в P(U). Свойства < P(U), max, min, not >. Схема доказательства дистрибутивности. Свойства <P(U), + , * , not >. Схема доказательства недистрибутивности. Подмножества a-уровня. Теорема о декомпозиции. Метрика в P(U).	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1
1.4	«Методы оценки нечеткости множеств». Оценка нечеткости через энтропию. Метрический подход к измерению степени нечеткости множества. Аксиоматический подход к измерению степени нечеткости множества. Свойства степени нечеткости множества.	Лекционные занятия	6	4	ПК-1
1.5	«Методы оценки нечеткости множеств». Оценка нечеткости через энтропию. Метрический подход к измерению степени нечеткости множества. Аксиоматический подход к измерению степени	Практические занятия	6	4	ПК-1

	нечеткости множества. Свойства степени нечеткости множества.				
1.6	«Методы оценки нечеткости множеств». Оценка нечеткости через энтропию. Метрический подход к измерению степени нечеткости множества. Аксиоматический подход к измерению степени нечеткости множества. Свойства степени нечеткости множества.	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1
1.7	«Нечеткие отношения». Транзитивное замыкание нечеткого бинарного отношения. Теорема о транзитивном замыкании. Композиция транзитивных отношений. Нечеткие бинарные отношения в U × U. Нечеткие отношения пред-порядка. Теорема о предпорядке. Отношение подобия. Теорема о разложении отношения подобия. Теорема о синтезе отношения подобия. Отношение порядка. Отношение различия. Метрика, индуцированная отношением различия. Отношение сходства.	Лекционные занятия	6	4	ПК-1
1.8	«Нечеткие отношения». Транзитивное замыкание нечеткого бинарного отношения. Теорема о транзитивном замыкании. Композиция транзитивных отношений. Нечеткие бинарные отношения в U × U. Нечеткие отношения пред-порядка. Теорема о предпорядке. Отношение подобия. Теорема о разложении отношения подобия. Теорема о синтезе отношения подобия. Отношение порядка. Отношение различия. Метрика, индуцированная отношением различия. Отношение сходства.	Практические занятия	6	4	ПК-1
1.9	"Нечеткие отношения". Транзитивное замыкание нечеткого бинарного отношения. Теорема о транзитивном замыкании. Композиция транзитивных отношений. Нечеткие бинарные отношения в U × U. Нечеткие отношения пред-порядка. Теорема о предпорядке. Отношение подобия. Теорема о разложении отношения подобия. Теорема о синтезе отношения по-добия. Отношение порядка. Отношение различия. Метрика, индуцированная отношением различия. Отношение сходства.	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1
1.10	«Приближенные рассуждения». Приближенные рассуждения на основе modus ponens. Приближенные рассуждения на основе modus tollens. Формализация логических связок. Треугольные нормы и конормы. Отрицания. Приближенные рассуждения в прикладных задачах. Основные понятия теории управления. Основные идеи нечеткого управления. Схема работы нечеткого контроллера.	Лекционные занятия	6	4	ПК-1
1.11	«Приближенные рассуждения». Приближенные рассуждения на основе modus ponens. Приближенные рассуждения на основе modus tollens. Формализация логических связок. Треугольные нормы и конормы. Отрицания. Приближенные рассуждения в прикладных задачах. Основные понятия теории управления. Основные идеи нечеткого управления. Схема работы нечеткого контроллера.	Практические занятия	6	4	ПК-1
1.12	"Приближенные рассуждения". Приближенные рассуждения на основе modus ponens. Приближенные рассуждения на основе modus tollens. Формализация логических связок. Треугольные нормы и конормы. Отрицания. Приближенные рассуждения в прикладных задачах. Основные понятия теории управления. Основные идеи нечеткого управления. Схема работы нечеткого контроллера.	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1
1.13	«Лингвистические переменные». Понятие лингвистической переменной. Полное ортогональное семантическое пространство (ПОСП) как частный случай лингвистической переменной. Степень нечеткости ПОСП. Аксиомы. Теорема существования степени нечеткости ПОСП. Интерпретация. Свойства степени нечеткости ПОСП. Теорема о линейных преобразованиях. Интерпретация. Понятие нечеткого отношения. Основные операции и их свойства. Подмножества a – уровня. Теорема о декомпозиции. Композиция нечетких отношений. (Max-min) – композиция и ее свойства. (Max-*) – композиции.	Лекционные занятия	6	4	ПК-1
1.14	«Лингвистические переменные». Понятие лингвистической переменной. Полное ортогональное семантическое пространство (ПОСП) как частный случай лингвистической переменной. Степень нечеткости ПОСП. Аксиомы. Теорема существования степени нечеткости ПОСП. Интерпретация. Свойства степени нечеткости ПОСП. Теорема о линейных преобразованиях. Интерпретация. Понятие нечеткого отношения. Основные операции и их свойства. Подмножества a – уровня. Теорема о декомпозиции. Композиция нечетких отношений. (Max-min) – композиция и ее свойства. (Max-*) – композиции.	Практические занятия	6	4	ПК-1
1.15	«Лингвистические переменные и базы данных». Понятие лингвистической переменной. Полное ортогональное семантическое пространство (ПОСП) как частный случай лингвистической переменной. Степень нечеткости ПОСП. Аксиомы. Теорема существования степени нечеткости ПОСП. Интерпретация. Свойства степени нечеткости ПОСП. Теорема о линейных преобразованиях. Интерпретация. Понятие нечеткого отношения. Основные операции и их свойства. Подмножества a – уровня. Теорема о декомпозиции. Композиция нечетких отношений. (Max-min) – композиция и ее свойства. (Max-*) – композиции.	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1

	Лингвистические базы данных. Потери информации и шумы. Связь потерь информации (шумов) и степени нечеткости. Методика выбора оптимального множества значений качественных признаков. Устойчивость методики выбора оптимального множества значений. Степень нечеткости в d - модели. Потери информации и шумы в d – модели. Понятие систем информационного мониторинга.				
Раздел 2. Нечеткое моделирование					
№	**Наименование темы, краткое содержание**	**Вид занятия / работы / форма ПА**	**Семестр / Курс**	**Количество часов**	**Компетенции**
2.1	«Моделирование систем нечеткого вывода». Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы разработки нечетких моделей. Формирование базы правил систем нечеткого вывода. Фаззификация (Fuzzification). Агрегирование (Aggregation). Активизация (Activation). Аккумуляция (Accumulation). Дефаззификация (Defuzzification). Основные алгоритмы нечеткого вывода. Примеры использования систем нечеткого вывода. Программирование в SCILAB	Лекционные занятия	6	4	ПК-1
2.2	«Моделирование систем нечеткого вывода». Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы разработки нечетких моделей. Формирование базы правил систем нечеткого вывода. Фаззификация (Fuzzification). Агрегирование (Aggregation). Активизация (Activation). Аккумуляция (Accumulation). Дефаззификация (Defuzzification). Основные алгоритмы нечеткого вывода. Примеры использования систем нечеткого вывода. Программирование в SCILAB	Практические занятия	6	4	ПК-1
2.3	«Моделирование систем нечеткого вывода». Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы разработки нечетких моделей. Формирование базы правил систем нечеткого вывода. Фаззификация (Fuzzification). Агрегирование (Aggregation). Активизация (Activation). Аккумуляция (Accumulation). Дефаззификация (Defuzzification). Основные алгоритмы нечеткого вывода. Примеры использования систем нечеткого вывода. Программирование в SCILAB	Самостоятельная работа	6	8	ПК-1
2.4	«Нечеткое моделирование на языке Python». Особенности нечеткого моделирования на языке Python. Адаптивная нейро-нечеткая система логического вывода (ANFIS). Примеры использования. Реализация нечеткой логики в Python: специализированные библиотеки	Лекционные занятия	6	4	ПК-1
2.5	«Нечеткое моделирование на языке Python». Особенности нечеткого моделирования на языке Python. Адаптивная нейро-нечеткая система логического вывода (ANFIS). Примеры использования. Реализация нечеткой логики в Python: специализированные библиотеки	Практические занятия	6	4	ПК-1
2.6	«Нечеткое моделирование на языке Python». Особенности нечеткого моделирования на языке Python. Адаптивная нейро-нечеткая система логического вывода (ANFIS). Примеры использования. Реализация нечеткой логики в Python: специализированные библиотеки	Самостоятельная работа	6	8	ПК-1
2.7	«Нейронные сети». Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей. Модели искусственного нейрона Искусственные нейронные сети. Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных Исследование персептронных сетей. Исследование линейных нейронных сетей. Исследование радиальных базисных сетей общего вида. Гибридные нейронные сети, их обучение и использование.	Лекционные занятия	6	4	ПК-1
2.8	«Нейронные сети». Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей. Модели искусственного нейрона Искусственные нейронные сети. Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных Исследование персептронных сетей. Исследование линейных нейронных сетей. Исследование радиальных базисных сетей общего вида. Гибридные нейронные сети, их обучение и использование.	Практические занятия	6	4	ПК-1
2.9	«Нейронные сети». Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей. Модели искусственного нейрона Искусственные нейронные сети. Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных Исследование персептронных сетей. Исследование линейных нейронных сетей. Исследование радиальных базисных сетей общего вида. Гибридные нейронные сети, их обучение и использование.	Самостоятельная работа	6	8	ПК-1
2.10	Подготовка к промежуточной аттестации	Экзамен	6	36	ПК-1

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Учебные, научные и методические издания

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Библиотека / Количество
1	Соколова А. Н.	Нечеткая оптимизация управления потоками самолетов узлового аэропорта: выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация): студенческая научная работа	Самара, 2017	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
2	Гетманова, А. Д.	Классическая и неклассические логики — необходимый компонент науки и современного образования: научно-методическое пособие для аспирантов всех специальностей	Москва: Московский городской педагогический университет, 2010	ЭБС «IPR SMART»
3	Горбатков С. А., Фархиева С. А., Белолипцев И. И., Горбатков С. А.	Нейросетевые и нечеткие методы моделирования диагностики и прогнозирования банкротств корпораций: монография	Москва: Прометей, 2018	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	Горбатков, С. А., Фархиева, С. А., Белолипцев, И. И., Горбаткова, С. А.	Нейросетевые и нечеткие методы моделирования диагностики и прогнозирования банкротств корпораций: монография	Москва: Прометей, 2018	ЭБС «IPR SMART»
5	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	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
6		Студент. Аспирант. Исследователь: всероссийский научный журнал: журнал	Владивосток: Эксперт-Наука, 2020	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»

5.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ИСС "Гарант" https://internet.garant.ru
Федеральная государственная служба статистики https://rosstat.gov.ru (свободный доступ)

5.3. Перечень программного обеспечения

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

5.4. Учебно-методические материалы для обучающихся 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.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Приложение 1

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
ПК-1: Способен собирать данные, исследовать и разрабатывать математические модели и методы, алгоритмы и программное обеспечение по тематике проводимых научно-исследовательских проектов			
Знать: основные понятия из рассматриваемых разделов теории нечетких множеств; формулировки утверждений нечеткой логики, методы их доказательства, возможные сферы их приложений; определения и свойства математических объектов нечеткой логики, используемых в различных областях экономики; основные определения и области применения нечетких множеств логики и нейронных сетей; программные средства для моделирования нечетких множеств и создания нейронных сетей; технологию создания и использования нейронных сетей	изучает основную и дополнительную литературу, содержащую материал об основных понятиях инструментальных средствах и математических методах, используемых при решении профессиональных задач, для подготовки к экзамену	полнота и содержательность ответа на экзамене, соответствие ответов материалу, содержащемся в изученной литературе	Вопросы к экзамену (1-34), практические задания к экзамену (1-15), задания (1-8), практические задания (1-8), комплект заданий для контрольной работы (вариант 1-2), индивидуальное задание (1-2)
Уметь: выполнять логические и алгебраические операции с нечеткими множествами; применять программные средства разработки моделей нечеткой логики и нейронных сетей; пользоваться аппаратными средствами моделирования нечетких множеств и создания нейронных сетей; применять программы нечеткой логики и нейронных сетей для решения экономических задач; доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий нечеткой логики; использовать инструментальные функции интегрированных программных сред разработчиков нечеткой логики и нейронных сетей	Решение практических и индивидуальных заданий	правильность решения заданий	Вопросы к экзамену (1-34), практические задания к экзамену (1-15), задания (1-8), практические задания (1-8), комплект заданий для контрольной работы (вариант 1-2), индивидуальное задание (1-2)
Владеть: математическим аппаратом теории нечетких множеств; методами доказательства утверждений в области нечетких множеств; основными принципами решения задач экономического анализа на основе теории нечетких множеств; методами классификации на основе теории нечетких множеств; методами создания нейронных сетей для решения экономических задач; методами прогнозирования на основе теории нечетких множеств	Решение практических и индивидуальных заданий	правильность решения заданий	Вопросы к экзамену (1-34), практические задания к экзамену (1-15), задания (1-8), практические задания (1-8), комплект заданий для контрольной работы (вариант 1-2), индивидуальное задание (1-2)

1.2 Шкалы оценивания:

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

84-100 баллов (оценка «отлично»)

67-83 баллов (оценка «хорошо»)

50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»)

0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»)

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 экзамену

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. Адаптивная нейро-нечеткая система логического вывода (ANFIS).
18. Методы приведения к четкости.
19. Нисходящие нечеткие выводы.
20. Механизмы логического вывода.
21. Нечеткое моделирование.
22. Нечеткие контроллеры.
23. Моделирование нечетких систем логического вывода.
24. Отличия в принципах обработки информации в мозге и в компьютерах.
25. Математические модели нейронов.
26. Анатомия нейросетей.
27. Классификация нейро-архитектур.
28. Архитектура персептрона.
29. Градиентные алгоритмы обучения.
30. Использование персептронов для задач распознавания и классификации, идентификации динамических объектов и прогнозирования временных рядов.
31. Рекуррентные сети, используемые в качестве ассоциативных запоминающих устройств.
32. Сети с самоорганизацией на основе конкуренции нейронов, их алгоритмы обучения.
33. Самоорганизующиеся карты Кохонена.
34. Принципы применения нейронных сетей с самоорганизацией для решения задач распознавания и классификации образов, сжатия сигналов и прогнозирования временных рядов.

Практические задания к экзамену

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 $A \cap B$, $\overline{A}$,

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 $< \beta, T, X, G, M >$, где β — 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..., 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 α-уровня, если α = {0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1}; постройте графики функций принадлежности чисел *a, b, c, d* и *x*.

12. Построить функцию 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 математический объект: $A = \left\{ \frac{0.9}{x_1}, \frac{0,4}{x_2}, \frac{0}{x_3}, \frac{0.1}{x_4}, \frac{1.0}{x_5} \right\}$. Указать: носитель этого нечеткого множества; определить, является оно нормальным или субнормальным; α *-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 $A = \{\frac{1.0}{5} + \frac{0.7}{6} + \frac{0.4}{7}\}$.

Критерии оценивания:
Максимальное количество баллов – 100.
Экзаменационный билет включает 2 теоретических вопроса из перечня вопросов к экзамену и 1 задание из перечня практических заданий к экзамену.
Каждый вопрос оценивается отдельно, максимально в **20 баллов.**
Максимальное количество баллов за ответы на теоретические вопросы – **40 баллов**. Критерии оценивания отдельного вопроса:

17-20 баллов	изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленной программой курса целью обучения; грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой
14-16 баллов	наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целью обучения, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины
11-13 баллов	наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целью обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению навыков и умений при решении практико-ориентированных заданий
0-10 баллов	ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять умения и навыки при решении практико-ориентированных заданий, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы

Практическое задание оценивается максимально в **60 баллов.** Критерии оценивания задания:

51-60 баллов	задание выполнено в полном объеме; обучающийся демонстрирует уверенные действия в процессе решения
41-50 баллов	задание выполнено в полном объеме, но с небольшими погрешностями; обучающийся демонстрирует правильные действия в процессе решения
31-40 баллов	задание выполнено частично; при решении продемонстрированы в целом правильные действия
0-30 баллов	задание не выполнено или выполнено частично, с грубыми ошибками; обучающийся демонстрирует неумение применять полученные знания и навыки при решении конкретных заданий

84-100 баллов (оценка «отлично»)
67-83 баллов (оценка «хорошо»)
50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»)
0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»)

Задания

Задание 1. Подготовьте конспект по теме «Нечеткие множества и операции над ними». Дополните конспект примерами

Задание 2. Подготовьте конспект по теме «Методы оценки нечетких множеств». Дополните конспект примерами

Задание 3. Подготовьте конспект по теме «Нечеткие отношения». Дополните конспект примерами
Задание 4. Подготовьте конспект по теме «Приближенные рассуждения». Дополните конспект примерами

Задание 5. Подготовьте конспект по теме «Лингвистические переменные». Дополните конспект примерами

Задание 6. Подготовьте конспект по теме «Моделирование систем нечеткого вывода». Дополните конспект примерами

Задание 7. Подготовьте конспект по теме «Нечеткое моделирование на языке Python». Дополните конспект примерами

Задание 8. Подготовьте конспект по теме «Нейронные сети». Дополните конспект примерами
Критерии оценивания:
Всего за подготовку заданий обучающийся может получить до **16 баллов**. Каждое задание оценивается максимум в **2 балла**

2 балла	Представлен полный, развернутый конспект, системно показана совокупность освоенных знаний об объекте, проявляющаяся в свободной оперировании основными понятиями учебного курса, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Конспект характеризуется содержательностью, конкретностью, знанием основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по теме, четкостью и логичностью изложения материала, дополнен примерами; демонстрирует творческий подход обучающегося.
1 балл	Представлен неполный конспект, представляющий собой разрозненные знания по теме. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связи между понятиями, концептуальные пересечения, структурные закономерности. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность. Примеры по теме отсутствуют
0 баллов	Конспект не представлен

Практические задания

Практическое задание 1. Нечеткие множества и операции над ними

Практическое задание 2. Методы оценки нечетких множеств

Практическое задание 3. Нечеткие отношения

Практическое задание 4. Приближенные рассуждения

Практическое задание 5. Лингвистические переменные

Практическое задание 6. Моделирование систем нечеткого вывода

Практическое задание 7. Нечеткое моделирование на языке Python

Практическое задание 8. Нейронные сети
Критерии оценивания:
Максимальное количество баллов – 24 балла
За выполнение **каждого задания** обучающийся может получить до **3 баллов**

3 балла	Задание выполнено верно
2 балла	При выполнении задания были допущены ошибки
1 балл	При выполнении задания были допущены существенные ошибки
0 баллов	Задание не выполнено

Комплект заданий для контрольной работы

Выбор варианта для каждого обучающегося осуществляется преподавателем

Вариант 1

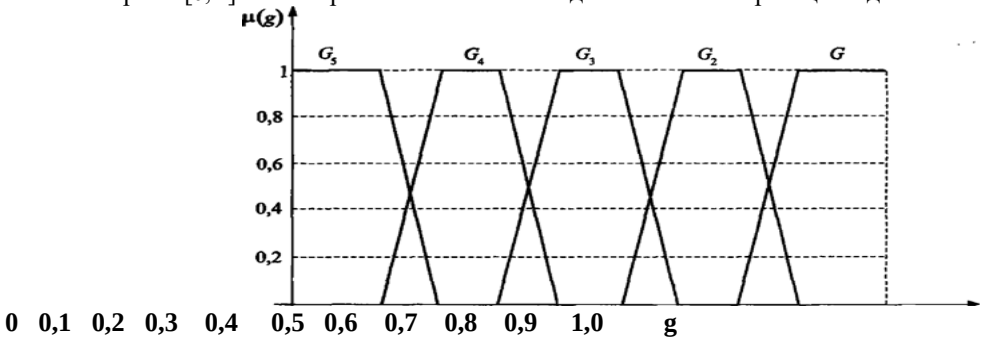
Задание 1. Отобрать комплект характеристик товара из трех представленных для экспертной оценки (альтернативы): a_1, a_2, a_3. Учитывать три критерия: c_1 - независимость характеристик товара; c_2 - ясная и однозначная воспринимаемость характеристик товара; c_3 - влияние характеристик на принятие решения 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 $G1$= «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 – 20 баллов

За выполнение **каждого задания** обучающийся может получить до **10 баллов**

9-10 баллов	Задание выполнено верно
7-8 баллов	При выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат
5-6 баллов	При выполнении задания были допущены ошибки
1-4 балла	При выполнении задания были допущены существенные ошибки
0 баллов	Задание не выполнено

Индивидуальное задание

Задание 1: Даны параметры модели натурального объема продаж товара местного производства .F_{max}, j_{msx}, и t_{05}. Используя значения функции сезонности спроса $d(t)$ (таблица), найти для указанных месяцев множества а-уровня (L_uL, 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}млнед.	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
а	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 $G = \{G_u G_2, G_3, G_4, G_5\}$, где

G_1= «предельный риск банкротства»;

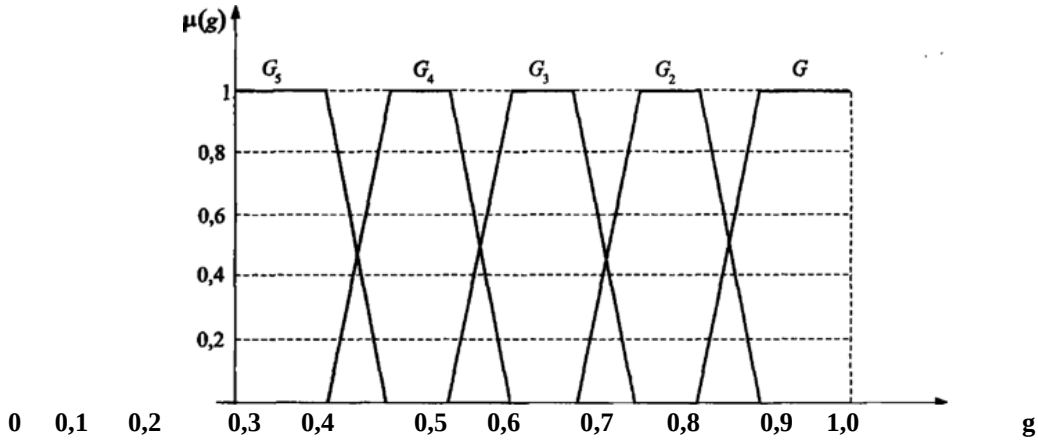
G_2 = «степень риска банкротства высокая»;

G_3 = «степень риска банкротства средняя»;

G_A = «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:



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	Iквартал	II квартал	I квартал	II квартал	I квартал	II квартал	I квартал	П квартал
x,	0,15	0,15	0,16	0,15	0,2	0,1	0,12	0,15	0,02	0,15
x2	0,32	0,32	0,001	0,002	0,012	0	0,02	од	0	0
X3	0,92	0,92	1,6	1,3	1,64	1,7	1,0	1,7	1,6	1,6
x4	0,7	0,7	0,55	0,5	0,53	0,55	0,45	0,35	0,55	0,55
x5	1,0	1,0	0,8	0,82	0,88	0,8	0,98	0,82	0,8	0,8
x6	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 квартал	П квартал	I квартал	II квартал	I квартал	II квартал	I квартал	II квартал
Xi	0,16	0,12	0,2	0,15	0,15	0,02	0,15	0,15	0,15	0,1
x2	0,001	0,02	0,012	0,32	0,1	0	0,32	0,002	0	0
X3	1,6	1,0	1,64	0,92	1,7	1,6	0,92	1,3	1,6	1,7
x4	0,55	0,45	0,53	0,7	0,35	0,55	0,7	0,5	0,55	0,55
x5	0,8	0,98	0,88	1,0	0,82	0,8	1,0	0,82	0,8	0,8
x6	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 – 40 баллов

За выполнение **каждого задания** обучающийся может получить до **20 баллов**

16-20 баллов	Задание выполнено верно
11-15 баллов	При выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат
6-10 баллов	При выполнении задания были допущены ошибки
1-5 баллов	При выполнении задания были допущены существенные ошибки
0 баллов	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 экзамена

Экзамен проводится по расписанию промежуточной аттестации в письменном виде. Количество вопросов в билете – 3. Проверка ответов и объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику промежуточной аттестации, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Приложение 2

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:
- лекции;
- практические занятия.

В ходе лекционных занятий рассматривается теоретический материал, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических работ развиваются навыки применения математических методов, выбора инструментальных средств для обработки и анализа данных в профессиональной деятельности

При подготовке к практическим занятиям каждый студент должен:
– изучить рекомендованную учебную литературу;

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

Теоретические вопросы должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется методом оценки выполнения индивидуальных и практических заданий. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме. 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.