

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Экономический институт  
Кафедра экономической кибернетики и прикладной статистики

УТВЕРЖДАЮ

Директор

« 28 »



Тхор Е.С.

20

года

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по учебной дисциплине**

**Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем**

(наименование учебной дисциплины, практики)

**38.04.05 Бизнес-информатика**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**Бизнес-аналитика**

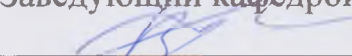
(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик (разработчики):

доцент

 Велигура А.В.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры экономической кибернетики и прикладной статистики от « 25 » 02 20 25 г., протокол № 25

Заведующий кафедрой экономической кибернетики и прикладной статистики  
 Велигура А.В.

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине  
«Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем»**

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

1. *Выберите один правильный ответ.*

Какой метод используется для классификации состояний экономической системы в условиях неопределенности?

- А) Кластерный анализ
- Б) Байесовская классификация
- В) Метод нечеткого вывода
- Г) Регрессионный анализ

Правильный ответ: В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

2. *Выберите один правильный ответ.* Как называется система, основанная на правилах «если – то», использующая нечеткие множества?

- А) Дерево решений
- Б) Байесовская сеть
- В) Нечеткая экспертная система
- Г) Марковская модель

Правильный ответ: В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

3. *Выберите один правильный ответ.* Какой алгоритм обучения используется для настройки параметров многослойной нейронной сети?

- А) Метод k-средних
- Б) Генетический алгоритм
- В) Алгоритм обратного распространения ошибки
- Г) Метод главных компонент

Правильный ответ: В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

4. *Выберите один правильный ответ.* Какая модель применяется для построения нечетких классификаторов?

- А) Нечеткая модель Мамдани
- Б) Линейная регрессия
- В) Дискретная случайная модель
- Г) Метод ближайших соседей

Правильный ответ: А.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

5. *Выберите один правильный ответ.* Какая функция принадлежности чаще всего используется в нечетких системах?

- А) Логистическая функция
- Б) Треугольная функция
- В) Синусоидальная функция
- Г) Экспоненциальная функция

Правильный ответ: Б.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

6. *Выберите один правильный ответ.* Какой основной недостаток классических нейросетевых моделей при анализе экономических данных?

- А) Высокая вычислительная сложность
- Б) Низкая точность предсказаний
- В) Ограниченность в работе с числовыми данными
- Г) Отсутствие возможности самообучения

Правильный ответ: А.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

7. *Выберите один правильный ответ.* Какой тип нейросетей используется для анализа временных рядов в экономике?

- А) Полносвязная нейронная сеть
- Б) Сверточная нейронная сеть
- В) Рекуррентная нейронная сеть
- Г) Байесовская нейронная сеть

Правильный ответ: В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

8. *Выберите один правильный ответ.* Какой метод позволяет комбинировать нейросети и нечеткую логику?

- А) Гибридное моделирование
- Б) Байесовский анализ
- В) Кластеризация
- Г) Метод наименьших квадратов

Правильный ответ: А.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

9. *Выберите один правильный ответ.* Какое из утверждений о нечетких множествах верное?

- А) Они используются только в лингвистических системах
- Б) Элементы могут принадлежать сразу нескольким множествам с разной степенью уверенности
- В) Они всегда имеют четкие границы
- Г) Они не применяются в экономике

Правильный ответ: Б.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

10. Выберите один правильный ответ

Какой метод является основным для обработки нечетких отношений предпочтения?

- А) Метод главных компонент
- Б) Метод Парето
- В) Метод аддитивной свертки
- Г) Метод Монте-Карло

Правильный ответ: В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

11. Выберите все правильные варианты ответов (три правильных ответа).

Какие свойства характерны для нечетких множеств?

Варианты ответов:

- А) Возможность частичной принадлежности элементов.
- Б) Четко определенные границы множества.
- В) Операции объединения и пересечения могут приводить к размытым результатам.
- Г) Использование степенной функции принадлежности.

Правильный ответ: А, В, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

12. Выберите все правильные варианты ответов (три правильных ответа).

Какие методы могут использоваться для обучения нейронных сетей?

Варианты ответов:

- А) Обратное распространение ошибки.
- Б) Метод градиентного спуска.
- В) Байесовская оптимизация.
- Г) Метод Монте-Карло.

Правильный ответ: А, Б, В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

13. Выберите все правильные варианты ответов (два правильных ответа).

Какие характеристики отличают нечеткую модель Мамдани?

Варианты ответов:

- А) Использование нечетких правил вида «если – то».
- Б) Четкие границы между классами.
- В) Дефаззификация на выходе.
- Г) Применение вероятностных распределений.

Правильный ответ: А, В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

14. Выберите все правильные варианты ответов (три правильных ответа).

Какие подходы могут использоваться для построения нечетких моделей?

Варианты ответов:

- А) Экспертные системы на основе логических правил.
- Б) Машинное обучение с использованием данных.
- В) Детерминированное программирование.
- Г) Комбинированные методы (нейро-нечеткие сети).

Правильный ответ: А, Б, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

15. *Выберите все правильные варианты ответов (три правильных ответа).*

Какие проблемы могут возникнуть при использовании многослойных нейронных сетей?

Варианты ответов:

- А) Градиентное затухание.
- Б) Слишком высокая интерпретируемость моделей.
- В) Переобучение на небольших выборках.
- Г) Большие вычислительные затраты.

Правильный ответ: А, В, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

16. *Выберите все правильные варианты ответов (три правильных ответа).*

Какие алгоритмы могут использоваться для многокритериального выбора в условиях нечеткости?

Варианты ответов:

- А) Метод нечеткого отношения предпочтения.
- Б) Метод наименьших квадратов.
- В) Метод нечеткого вывода.
- Г) Метод аддитивной свертки.

Правильный ответ: А, В, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

17. *Выберите все правильные варианты ответов (два правильных ответа).*

Какие типы данных могут использоваться в нечеткой логике?

Варианты ответов:

- А) Лингвистические переменные.
- Б) Числовые интервалы.
- В) Вероятностные распределения.
- Г) Четкие бинарные значения.

Правильный ответ: А, Б.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

18. *Выберите все правильные варианты ответов (три правильных ответа).*

Какие свойства характерны для нейро-нечетких систем?

Варианты ответов:

- А) Способность адаптироваться к новым данным.
- Б) Жесткие границы классов.
- В) Использование механизмов обучения.

Г) Интерпретируемость логических правил.

Правильный ответ: А, В, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

19. Выберите все правильные варианты ответов (три правильных ответа).

Какие основные шаги включает методология построения нечеткой модели Мамдани?

Варианты ответов:

А) Определение входных и выходных переменных.

Б) Разработка нечетких правил.

В) Кластеризация данных методом k-средних.

Г) Дефаззификация.

Правильный ответ: А, Б, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

20. Выберите все правильные варианты ответов (три правильных ответа).

Какие подходы могут использоваться для решения задач классификации в нечетких системах?

Варианты ответов:

А) Нечеткие решающие деревья.

Б) Метод ближайших соседей.

В) Метод нечётких опорных векторов.

Г) Генетические алгоритмы.

Правильный ответ: А, В, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

### **Задания закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между методами классификации состояний экономической системы и их описанием. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Метод	Описание
1) Байесовская классификация	А) Определяет границы классов с учетом линейных разделителей
2) Метод k-ближайших соседей	Б) Использует деревья решений и вероятностные правила
3) Нечеткая логика	В) Позволяет работать с частичной принадлежностью к классам
4) Линейный дискриминантный анализ	Г) Классификация на основе плотности распределения классов

Правильный ответ: 1-Г, 2-Б, 3-В, 4-А.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

2. Установите соответствие между основными моделями нечеткой логики и их характеристиками. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Модель	Описание
1) Модель Мамдани	А) Позволяет использовать четкие функции на выходе для упрощения вычислений
2) Модель Такаги-Сугено	Б) Преобразует четкие данные в нечеткие значения
3) Лингвистическая переменная	В) Используется для сложных экспертных систем, основанных на нечетких правилах
4) Фаззификация	Г) Представляет значения с помощью словесных описаний

Правильный ответ: 1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

3. Установите соответствие между алгоритмами обучения нейронных сетей и их назначением. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Алгоритм	Описание
1) Метод градиентного спуска	А) Использует вероятностные модели для выбора оптимальных гиперпараметров
2) Обратное распространение ошибки	Б) Исключает градиентный анализ, перебирая случайные параметры
3) Метод случайного поиска	В) Используется для коррекции весов сети на основе ошибки
4) Байесовская оптимизация	Г) Обучение сети через вычисление градиентов ошибки

Правильный ответ: 1-Г, 2-В, 3-Б, 4-А.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

4. Установите соответствие между основными компонентами нейронной сети и их функциями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Компонент	Описание
1) Входной слой	А) Производит нелинейные преобразования признаков
2) Скрытый слой	Б) Определяет, насколько сильно активируется нейрон
3) Выходной слой	В) Принимает исходные данные и передает их в сеть
4) Функция активации	Г) Определяет итоговые классы или числовые значения

Правильный ответ: 1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

5. Установите соответствие между типами нечетких отношений и их характеристиками. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Тип отношения	Описание
1) Рефлексивное	А) Если А связано с В, то В связано с А
2) Симметричное	Б) Каждый элемент обязательно связан сам с собой
3) Транзитивное	В) Ни один элемент не связан сам с собой
4) Анtireфлексивное	Г) Если А связано с В, а В с С, то А связано с С

Правильный ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

6. Установите соответствие между типами нейросетевых архитектур и их применением. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Архитектура	Описание
1) Полносвязная сеть	А) Подходит для работы с временными рядами и последовательными данными
2) Сверточная сеть	Б) Все нейроны каждого слоя связаны со всеми нейронами следующего слоя
3) Рекуррентная сеть	В) Используется для обработки изображений, содержит сверточные фильтры
4) Генеративно-состязательная сеть (GAN)	Г) Состоит из двух нейросетей: генератора и дискриминатора

Правильный ответ: 1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

7. Установите соответствие между этапами нечеткого моделирования и их описанием. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Этап	Описание
1) Фаззификация	А) Определение логики «если – то» для управления
2) Нечеткое правило	Б) Преобразование четких данных в нечеткие значения
3) Дефаззификация	В) Улучшение параметров модели на основе обучения



Этап	Описание
4) Оптимизация модели	Г) Преобразование нечеткого вывода в четкое значение

Правильный ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В.  
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

8. Установите соответствие между типами функций принадлежности и их особенностями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Функция	Описание
1) Треугольная	А) Обладает плоской вершиной, устойчива к шуму
2) Гауссова	Б) Гладкая колоколообразная кривая, часто используется в статистике
3) Трапецеидальная	В) Простая линейная форма с максимумом в центре
4) Зигзагообразная	Г) Используется для моделирования быстро меняющихся процессов

Правильный ответ: 1-В, 2-Б, 3-А, 4-Г.  
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

9. Установите соответствие между методами обработки нечетких данных и их характеристиками. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Метод	Описание
1) Нечеткий кластерный анализ	А) Применяется для принятия решений на основе нечетких правил
2) Метод главных компонент (РСА)	Б) Используется для снижения размерности данных
3) Нечеткое логическое программирование	В) Разрабатывает программные алгоритмы с учетом нечеткой логики
4) Алгоритм нечёткого вывода	Г) Группирует данные с возможностью частичного вхождения в несколько кластеров

Правильный ответ: 1-Г, 2-Б, 3-В, 4-А.  
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

10. Установите соответствие между типами обучения нейронных сетей и их характеристиками. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Тип обучения	Описание
1) Обучение с учителем	А) Группирует данные без заранее заданных меток
2) Обучение без учителя	Б) Использует систему вознаграждений и наказаний
3) Обучение с подкреплением	В) Применяется для задач, где известны входные и выходные данные
4) Гибридное обучение	Г) Комбинирует несколько подходов, адаптируясь к условиям задачи

Правильный ответ: 1-В, 2-А, 3-Б, 4-Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

### **Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

1. *Установите правильную последовательность действий для построения нечеткой модели Мамдани. Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

- А) Определение входных и выходных переменных.
- Б) Определение функций принадлежности.
- В) Формирование набора нечетких правил.
- Г) Дефаззификация выходных значений.
- Д) Фаззификация входных данных.
- Е) Вычисление нечеткого вывода на основе базы правил.

Правильный ответ: А, Б, Д, В, Е, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

2. *Установите правильную последовательность этапов построения нейросетевой модели для анализа экономических данных. Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

- А) Определение архитектуры сети (количество слоев, нейронов, функций активации).
- Б) Подготовка и нормализация данных.
- В) Обучение сети с использованием алгоритма обратного распространения ошибки.
- Г) Проверка модели на тестовой выборке.
- Д) Выбор оптимального набора гиперпараметров.

Правильный ответ: Б, А, Д, В, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

3. *Установите правильную последовательность выполнения нечеткой классификации в условиях неопределенности. Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

- А) Определение классов и их характеристик.
- Б) Определение функций принадлежности для каждого класса.

- В) Проведение фаззификации входных данных.
  - Г) Применение правил классификации к входным данным.
  - Д) Дефаззификация полученных результатов.
- Правильный ответ: А, Б, В, Г, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

*4. Установите правильную последовательность шагов для применения алгоритма градиентного спуска при обучении нейронной сети. Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

- А) Вычисление градиента функции потерь.
  - Б) Инициализация весов случайными значениями.
  - В) Коррекция весов с учетом градиента.
  - Г) Вычисление ошибки предсказания.
  - Д) Повторение процедуры до достижения минимального значения ошибки.
- Правильный ответ: Б, Г, А, В, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

*5. Установите правильную последовательность действий при построении нечеткого регулятора. Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

- А) Определение входных и выходных параметров системы.
- Б) Определение нечетких правил управления.
- В) Построение функций принадлежности.
- Г) Фаззификация входных данных.
- Д) Проведение нечеткого вывода и дефаззификация.

Правильный ответ: А, В, Б, Г, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

*6. Установите правильную последовательность шагов при построении прогнозной модели с использованием нейронных сетей. Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

- А) Сбор и подготовка данных.
- Б) Определение структуры нейронной сети.
- В) Разделение данных на обучающую и тестовую выборки.
- Г) Обучение модели на основе обучающей выборки.
- Д) Проверка точности модели на тестовой выборке.

Правильный ответ: А, В, Б, Г, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

*7. Установите правильную последовательность этапов настройки нейро-нечеткой системы. Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

- А) Выбор архитектуры нейросети.
- Б) Определение входных и выходных параметров.
- В) Обучение нейросети на основе обучающей выборки.

- Г) Определение функций принадлежности и правил вывода.
- Д) Оценка качества модели.

Правильный ответ: Б, А, Г, В, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

8. Установите правильную последовательность этапов обработки экономических данных в условиях неопределенности. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) Сбор данных из различных источников.
- Б) Очистка данных и обработка пропущенных значений.
- В) Применение методов нечеткой логики для анализа данных.
- Г) Вычисление статистических характеристик.
- Д) Интерпретация результатов и принятие решений.

Правильный ответ: А, Б, Г, В, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

9. Установите правильную последовательность этапов при классификации экономических объектов с использованием нечетких алгоритмов. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) Определение критериев классификации.
- Б) Формирование нечетких классов и их функций принадлежности.
- В) Фаззификация входных данных.
- Г) Применение алгоритма классификации.
- Д) Дефаззификация и интерпретация результатов.

Правильный ответ: А, Б, В, Г, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

10. Установите правильную последовательность действий при решении задачи прогнозирования временных рядов с использованием нейросетей. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) Сбор данных и анализ их структуры.
- Б) Разделение данных на обучающую и тестовую выборки.
- В) Определение параметров нейросети (число слоев, количество нейронов, функции активации).
- Г) Обучение модели на обучающей выборке.
- Д) Оценка точности модели и интерпретация прогноза.

Правильный ответ: А, Б, В, Г, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

## **Задания открытого типа**

### **Задания открытого типа на дополнение**

1. Напишите пропущенное слово или словосочетание.

Функция, используемая для преобразования нечетких значений в четкие в нечетких системах управления, называется \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: дефаззификация/defuzzification.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

2. *Напишите пропущенное слово или словосочетание.*

Основной алгоритм, применяемый для настройки весов в многослойных нейронных сетях, называется \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: алгоритм обратного распространения ошибки/backpropagation.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

3. *Напишите пропущенное слово или словосочетание.*

Метод нечеткой классификации, при котором объекты могут принадлежать сразу нескольким классам с разной степенью уверенности, называется \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: нечеткая кластеризация/fuzzy clustering.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

---

4. *Напишите пропущенное слово или словосочетание.*

Тип нечеткой модели, в которой выходные значения являются четкими функциями входных переменных, называется \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: модель Такаги-Сугено/Takagi-Sugeno.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

5. *Напишите пропущенное слово или словосочетание.*

Процесс нахождения оптимального набора параметров нечеткой системы или нейронной сети с использованием данных называется \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: обучение/оптимизация параметров/learning/training.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

6. *Напишите пропущенное слово или словосочетание.*

Архитектура нейронной сети, используемая для обработки временных рядов, называется \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: рекуррентная нейронная сеть/RNN/recurrent neural network.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

7. *Напишите пропущенное слово или словосочетание.*

Процесс преобразования четких числовых значений в нечеткие для дальнейшей обработки в нечеткой системе называется \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: фаззификация/fuzzification.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

8. *Напишите пропущенное слово или словосочетание.*

В нечетких системах переменная, принимающая словесные значения, такие как «высокий» или «низкий», называется \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: лингвистическая переменная/linguistic variable.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

9. *Напишите пропущенное слово или словосочетание.*

Метод, используемый для снижения размерности данных перед их обработкой, называется \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: метод главных компонент/PCA/Principal Component Analysis.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

10. *Напишите пропущенное слово или словосочетание.*

Стратегия обучения нейросетей, при которой агент взаимодействует с окружающей средой и получает вознаграждение за правильные действия, называется \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: обучение с подкреплением/reinforcement learning.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

### **Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

1. *Дайте ответ на вопрос. Напишите результат вычисления и прокомментируйте результат.*

Для нечеткого множества задана следующая функция принадлежности:

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + (x - 5)^2}$$

Рассчитайте степень принадлежности элемента  $x=3$  к множеству. Ответ округлите до двух знаков после запятой.

Правильный ответ: 0.2. Чем выше значение функции принадлежности, тем больше вероятность того, что элемент принадлежит множеству.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

2. *Дайте ответ на вопрос. Напишите результат вычисления и прокомментируйте результат.*

Рассчитайте центроид (центр тяжести) для нечеткого множества с дискретной функцией принадлежности:

$$X = \{(1, 0.2), (2, 0.5), (3, 0.8), (4, 1.0)\}$$

где первая координата – значение переменной, вторая – степень принадлежности. Ответ округлите до одного знака после запятой.

Правильный ответ: 3.1. Центроид отражает среднее значение множества с учетом весов (степеней принадлежности).

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

3. *Дайте ответ на вопрос. Напишите результат вычисления и прокомментируйте результат.*

Для входных значений  $x_1 = 0.6$ ,  $x_2 = 0.4$  и весов нейрона  $w_1 = 0.8$ ,  $w_2 = 0.5$  вычислите взвешенную сумму входов нейрона.

Правильный ответ: 0.68. Взвешенная сумма – это базовая операция при обработке сигналов в нейронных сетях.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

4. *Дайте ответ на вопрос. Напишите результат вычисления и прокомментируйте результат.*

Для сигмоидной функции активации задана формула:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Рассчитайте выходное значение нейрона при входном сигнале  $x=-1$ . Ответ округлите до двух знаков после запятой.

Правильный ответ: 0.27. Сигмоидная функция сглаживает входные данные, ограничивая их в диапазоне от 0 до 1.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

5. *Дайте ответ на вопрос. Напишите результат вычисления и прокомментируйте результат.*

Заданы два нечетких множества:

Множество А:

- $x_1$ : 0.4
- $x_2$ : 0.7
- $x_3$ : 0.9

Множество В:

- $x_1$ : 0.5
- $x_2$ : 0.6
- $x_3$ : 0.8

Рассчитайте степень принадлежности пересечения множеств А и В по правилу минимума.

Правильный ответ:

- $x_1$ : 0.4
- $x_2$ : 0.6
- $x_3$ : 0.8

При пересечении берется минимум степеней принадлежности для каждого элемента.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

6. *Дайте ответ на вопрос. Напишите результат вычисления и прокомментируйте результат.*

Обучение нейронной сети прошло 5 итераций. Ошибки на каждой из итераций составили: 0.9, 0.7, 0.5, 0.3, 0.2.

Рассчитайте среднюю ошибку за все итерации. Ответ округлите до двух знаков после запятой.

Правильный ответ: 0.52. Средняя ошибка показывает, насколько эффективно модель обучается.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

7. *Дайте ответ на вопрос. Напишите результат вычисления.*

На первом слое нейронной сети 4 нейрона, на втором – 3 нейрона. Сколько всего весовых коэффициентов потребуется для связи между слоями, если сеть полносвязная?

Правильный ответ: 12.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

8. *Дайте ответ на вопрос. Напишите результат вычисления и прокомментируйте результат.*

Заданы два нечетких множества:

Множество А:

- $x_1: 0.2$
- $x_2: 0.6$
- $x_3: 0.8$

Множество В:

- $x_1: 0.7$
- $x_2: 0.5$
- $x_3: 0.9$

Рассчитайте степень принадлежности объединения множеств А и В по правилу максимума.

Правильный ответ:

- $x_1: 0.7$
- $x_2: 0.6$
- $x_3: 0.9$

При объединении берется максимальная степень принадлежности каждого элемента.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

9. *Дайте ответ на вопрос. Напишите результат вычисления и прокомментируйте результат.*

В ходе работы нейронной сети вычислена взвешенная сумма входов нейрона:

$$S = x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2 + x_3 \cdot w_3$$

Где:

- $x_1 = 0.5, x_2 = 0.3, x_3 = 0.7$
- $w_1 = 0.6, w_2 = 0.8, w_3 = 0.4$

Рассчитайте значение S.

Правильный ответ: 0.82

Взвешенная сумма входов — это базовая операция, выполняемая в нейронных сетях перед передачей значений в функцию активации.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)



10. *Дайте ответ на вопрос. Напишите результат вычисления и прокомментируйте результат.*

Для нейронной сети используется сигмоидная функция активации:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Рассчитайте выходное значение нейрона при входном сигнале  $x = 2$ . Ответ округлите до двух знаков после запятой.

Правильный ответ: 0.88

Сигмоидная функция ограничивает значения в диапазоне от 0 до 1, что делает ее удобной для классификационных задач.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

### **Задания открытого типа с развернутым ответом**

1. *Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите развернутый и обоснованный ответ.*

Вы разрабатываете нечеткий регулятор для системы управления температурой в складе. Даны следующие входные данные:

- Температура на складе (входная переменная): 15°C, 18°C, 22°C, 25°C, 30°C.
- Степень принадлежности к термам "низкая", "средняя" и "высокая":

Температура (°C) Низкая Средняя Высокая

15	1.0	0.0	0.0
18	0.6	0.4	0.0
22	0.2	0.8	0.0
25	0.0	0.6	0.4
30	0.0	0.2	0.8

- Выходная переменная "интенсивность охлаждения" имеет три значения: "низкая" (0), "средняя" (50), "высокая" (100).
- Нечеткие правила заданы так:
  - ЕСЛИ температура низкая, ТО интенсивность охлаждения низкая.
  - ЕСЛИ температура средняя, ТО интенсивность охлаждения средняя.
  - ЕСЛИ температура высокая, ТО интенсивность охлаждения высокая.

Вам необходимо найти выходное значение интенсивности охлаждения при температуре 22°C методом взвешенного среднего и сделать вывод о поведении системы при изменении температуры.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Шаг 1. Определяем степени принадлежности для температуры 22°C:

- "Низкая": 0.2
- "Средняя": 0.8
- "Высокая": 0.0

Шаг 2. Определяем соответствующие значения интенсивности охлаждения:

- "Низкая" → 0
- "Средняя" → 50
- "Высокая" → 100

Шаг 3. Рассчитываем взвешенное среднее:

$$I = \frac{(0.2 \cdot 0) + (0.8 \cdot 50) + (0.0 \cdot 100)}{0.2 + 0.8 + 0.0} = \frac{40}{1} = 40$$

Шаг 4.

Вывод:

При температуре 22°C интенсивность охлаждения составляет 40%. При увеличении температуры интенсивность охлаждения будет расти, что соответствует логике работы регулятора.

2. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите развернутый и обоснованный ответ.

Вы обучаете нейронную сеть для прогнозирования спроса на товар. На тестовой выборке получены следующие предсказания и реальные значения:

Наблюдение      Предсказанное значение      Реальное значение

1	80	85
2	95	100
3	120	110
4	140	135
5	160	155

Вам необходимо:

1. Рассчитать среднюю абсолютную ошибку (MAE) по формуле:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{\text{истинное}} - y_{\text{предсказанное}}|$$

Критерии оценивания:

- Точность вычислений.
- Логичность вывода.
- Грамотность оформления ответа.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

2. Сделать вывод о качестве предсказаний модели и предложить способы улучшения.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Шаг 1. Вычисляем модуль разности для каждого наблюдения:

- $|85 - 80| = 5$
- $|100 - 95| = 5$
- $|110 - 120| = 10$
- $|135 - 140| = 5$
- $|155 - 160| = 5$

Шаг 2. Вычисляем MAE:

$$MAE = \frac{5 + 5 + 10 + 5 + 5}{5} = \frac{30}{5} = 6$$

Шаг 3.

Вывод:

Средняя абсолютная ошибка составляет 6 единиц, что говорит о неплохом качестве предсказаний. Улучшить точность можно путем увеличения обучающей выборки или настройки гиперпараметров модели.

Критерии оценивания:

- Точность вычислений.
- Логика объяснения.
- Обоснованность предложений по улучшению модели.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

*3. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите развернутый и обоснованный ответ.*

Вы обучаете многослойную нейронную сеть и замечаете, что на тестовой выборке ошибка составляет 15%, а на обучающей – 2%. Это свидетельствует о переобучении.

1. Опишите три метода, которые можно использовать для уменьшения переобучения.
2. Выберите наиболее подходящий для данной ситуации и объясните, почему.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

Шаг 1. Методы борьбы с переобучением:

1. Увеличение обучающей выборки – больше данных помогает модели лучше обобщать закономерности.
2. Использование регуляризации (L1, L2) – штрафует слишком большие веса модели, уменьшая сложность.
3. Применение метода Dropout – случайное отключение нейронов во время обучения снижает зависимость от отдельных нейронов.

Шаг 2. Выбор метода:

Наиболее подходящий – Dropout, так как модель уже обучена на имеющихся данных, и добавление новых данных не всегда возможно.

Шаг 3. Вывод:

Использование Dropout может помочь снизить переобучение без значительных затрат ресурсов.

Критерии оценивания:

- Корректность объяснения методов.
- Логичность выбора наиболее подходящего метода.
- Полнота ответа.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

4. *Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите развернутый и обоснованный ответ.*

Компания оценивает кредитоспособность клиента на основе двух показателей: уровня дохода и качества кредитной истории. Уровень дохода клиента характеризуется как "средний" с функцией принадлежности 0.7, а кредитная история — как "хорошая" с функцией принадлежности 0.9. Используя нечеткую логику, определите степень принадлежности клиента к категории "высокая кредитоспособность". Предположим, что правило гласит: "Если доход средний или высокий, и кредитная история хорошая, то кредитоспособность высокая". Для расчета используйте операцию минимума для "и" и максимума для "или". Выведите заключение о том, как банк может использовать этот результат для принятия решения о выдаче кредита.

Время выполнения: 15 минут.

Ожидаемый результат:

*Шаг 1.* Определяем входные данные: доход "средний" (0.7), кредитная история "хорошая" (0.9).

*Шаг 2.* Формулируем правило: "Если доход средний или высокий, и кредитная история хорошая, то кредитоспособность высокая". Так как "высокий доход" не указан, считаем его степень принадлежности 0.

*Шаг 3.* Применяем операцию "или" (максимум) для дохода:  $\max(0.7, 0) = 0.7$ .

*Шаг 4.* Применяем операцию "и" (минимум) для комбинации дохода и кредитной истории:  $\min(0.7, 0.9) = 0.7$ .

*Шаг 5.* Итог: степень принадлежности клиента к "высокой кредитоспособности" = 0.7.

*Шаг 6.* Вывод: Значение 0.7 указывает на высокую вероятность одобрения кредита. Банк может использовать это для автоматической оценки, но с учетом дополнительных факторов.

Критерии оценивания:

- Точность применения операций нечеткой логики (минимум и максимум).
- Правильность вычислений и интерпретация результата
- Обоснованность вывода для банковского решения

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

5. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите развернутый и обоснованный ответ.

Предприятие анализирует стабильность спроса на товар в условиях неопределенности. Эксперты оценили спрос как "средний" с функцией принадлежности 0.6 и "высокий" с функцией принадлежности 0.4. Вам нужно определить расстояние между этими нечеткими оценками, чтобы понять, насколько они различаются. Используйте евклидово расстояние для двух нечетких множеств, заданных на дискретной шкале (0 – низкий, 1 – средний, 2 – высокий). Затем сделайте вывод о том, как эта разница может повлиять на планирование производства.

Время выполнения: 15 минут.

Ожидаемый результат:

Шаг 1. Задаем нечеткие множества: "средний спрос" = (0, 0.6, 0), "высокий спрос" = (0, 0, 0.4).

Шаг 2. Формула евклидова расстояния:  $d = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2}$ .

Шаг 3. Подставляем значения:  $d = \sqrt{(0 - 0)^2 + (0.6 - 0)^2 + (0 - 0.4)^2}$ .

Шаг 4. Вычисляем:  $d = \sqrt{0 + 0.36 + 0.16} = \sqrt{0.52} \approx 0.72$ .

Шаг 5. Итог: расстояние  $\approx 0.72$ .

Шаг 6. Вывод: Разница в 0.72 указывает на умеренное расхождение. Это требует гибкого планирования производства с учетом возможного роста спроса.

Критерии оценивания:

- Корректность задания нечетких множеств
- Точность расчета евклидова расстояния
- Логичность вывода о планировании

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

6. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите развернутый и обоснованный ответ.

Менеджер оценивает риск инвестиционного проекта по двум факторам: вероятность убытков и волатильность рынка. Вероятность убытков "низкая" с функцией принадлежности 0.3, волатильность "средняя" с функцией принадлежности 0.6. Используя нечеткое отношение предпочтения, определите степень приемлемости риска, если правило гласит: "Риск приемлем, если вероятность убытков низкая и волатильность не высокая". Примените операцию минимума для "и". Сделайте вывод о том, как этот результат влияет на решение об инвестировании.

Время выполнения: 15 минут.

Ожидаемый результат:

"Для оценки риска я использую нечеткое отношение предпочтения. Дано: вероятность убытков 'низкая' (0.3), волатильность 'средняя' (0.6). Правило: 'Риск приемлем, если вероятность убытков низкая и волатильность не высокая'. 'Не высокая' волатильность включает 'среднюю', так как 0.6 не относится к 'высокой' (примем её как 0). Применяю операцию 'и' (минимум):  $\min(0.3, 0.6) = 0.3$ . Степень приемлемости риска равна 0.3. Вывод: риск низко приемлем (0.3), что говорит о высокой неопределенности. Менеджеру лучше отказаться от инвестиций или запросить дополнительные меры снижения риска, например, страховку."

Критерии оценивания:

- Правильность интерпретации правила
- Корректность применения операции минимума
- Обоснованность вывода для инвестиций

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

*7. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите развернутый и обоснованный ответ.*

Менеджер оценивает предпочтение клиентов между двумя товарами: товар А и товар В. Нечеткое отношение предпочтения задано матрицей: для А над В – 0.8, для В над А – 0.3. Клиенты также оценивают "высокое качество" товара А как 0.7, а товара В как 0.5. Используя операцию композиции (максимум-минимум), определите степень, с которой "высокое качество" влияет на предпочтение товара А над В. Затем сделайте вывод о том, как это поможет в разработке рекламной кампании.

Время выполнения: 15 минут.

Ожидаемый результат:

"Для анализа влияния качества на предпочтение использую композицию нечетких отношений. Дано: матрица предпочтения – А над В = 0.8, В над А = 0.3; 'высокое качество' – А = 0.7, В = 0.5. Записываю нечеткое множество качества как вектор: (0.7, 0.5). Композиция качества с отношением предпочтения (max-min): для А над В вычисляю  $\min(0.7, 0.8) = 0.7$  и  $\min(0.5, 0.3) = 0.3$ , затем  $\max(0.7, 0.3) = 0.7$ . Итог: степень влияния качества на предпочтение А над В = 0.7. Вывод: высокое качество сильно влияет на выбор товара А (0.7), поэтому в рекламе стоит акцентировать качество товара А, чтобы усилить его привлекательность."

Критерии оценивания:

- Корректность задания вектора и матрицы
- Точность вычисления композиции (max-min)
- Логичность вывода для рекламы — 3 балла.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

*8. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите развернутый и обоснованный ответ.*

Компания прогнозирует продажи на основе затрат на рекламу (10 тыс. руб.) и цены товара (5 тыс. руб.) с использованием однослойной нейронной сети. Истинное значение продаж – 30 единиц. Начальные веса:  $w_1 = 0.2$  (реклама),  $w_2 = 0.1$  (цена). Рассчитайте выход сети, ошибку и обновите веса за один шаг обучения по правилу Хебба с коэффициентом обучения 0.1. Сделайте вывод о том, как обновленные веса повлияют на следующий прогноз.

Время выполнения: 15 минут.

Ожидаемый результат:

"Для прогноза продаж использую однослойную нейронную сеть. Дано: вход — реклама = 10, цена = 5; веса —  $w_1 = 0.2$ ,  $w_2 = 0.1$ ; истинные продажи = 30; коэффициент обучения = 0.1. Сначала вычисляю выход сети:  $10 \times 0.2 + 5 \times 0.1 = 2 + 0.5 = 2.5$ . Ошибка:  $30 - 2.5 = 27.5$ . Обновляю веса по правилу Хебба:  $\Delta w_1 = 0.1 \times 10 \times 27.5 = 27.5$ ,  $w_1 = 0.2 + 27.5 = 27.7$ ;  $\Delta w_2 = 0.1 \times 5 \times 27.5 = 13.75$ ,  $w_2 = 0.1 + 13.75 = 13.85$ . Вывод: новые веса (27.7, 13.85) значительно увеличат прогноз продаж в следующий раз, что приблизит его к реальному значению."

Критерии оценивания:

- Точность расчета выхода сети
- Корректность вычисления ошибки и обновления весов
- Обоснованность вывода о прогнозе

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

9. *Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите развернутый и обоснованный ответ.*

Предприятие оценивает производительность системы по двум факторам: загрузка оборудования (0.8 – "высокая") и квалификация персонала (0.6 – "средняя"). Используя нечеткую модель Мамдани, определите степень "высокой производительности". Правило: "Если загрузка высокая и квалификация средняя или высокая, то производительность высокая". Примените операцию минимума для "и" и максимума для "или". Сделайте вывод о том, как результат повлияет на управление производством.

Время выполнения: 15 минут.

Ожидаемый результат:

"Я использую модель Мамдани для оценки производительности. Дано: загрузка 'высокая' = 0.8, квалификация 'средняя' = 0.6. Правило: 'Если загрузка высокая и квалификация средняя или высокая, то производительность высокая'. Квалификация 'высокая' не задана, принимаю её как 0. Сначала вычисляю 'средняя или высокая' квалификация:  $\max(0.6, 0) = 0.6$ . Далее применяю 'и' между загрузкой и квалификацией:  $\min(0.8, 0.6) = 0.6$ . Итог: степень 'высокой производительности' = 0.6. Вывод: производительность умеренно высокая (0.6), можно увеличить её, повысив квалификацию персонала, так как загрузка уже на высоком уровне."

Критерии оценивания:

- Правильность интерпретации правила
- Точность применения операций (min, max)
- Логичность вывода для управления

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

10. *Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите развернутый и обоснованный ответ.*

Компания выбирает поставщика на основе двух критериев: цена и надежность доставки. Лингвистическая переменная "низкая цена" для поставщика А имеет функцию принадлежности 0.7, а "высокая надежность" – 0.9. Используя нечеткую логику, определите степень соответствия поставщика А условию "приемлемый выбор", если правило гласит: "Поставщик приемлем, если цена низкая и надежность высокая". Примените операцию минимума для "и". Затем сделайте вывод о том, как этот результат повлияет на решение о выборе поставщика.

Время выполнения: 15 минут.

Ожидаемый результат:

"Для выбора поставщика я использую нечеткую логику. Дано: 'низкая цена' для поставщика А = 0.7, 'высокая надежность' = 0.9. Правило: 'Поставщик приемлем, если цена низкая и надежность высокая'. Применяю операцию 'и' (минимум) для оценки приемлемости:  $\min(0.7, 0.9) = 0.7$ . Итог: степень соответствия поставщика А условию 'приемлемый выбор' = 0.7. Вывод: поставщик А имеет высокую приемлемость (0.7), что делает его хорошим кандидатом. Однако компания может сравнить этот результат с другими поставщиками, чтобы выбрать лучшего, или запросить скидку, так как цена ограничивает общий показатель."

Критерии оценивания:

- Корректность интерпретации правила и данных
- Точность применения операции минимума
- Обоснованность вывода для выбора поставщика

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)



### Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине «Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки/специальности 38.04.05 Бизнес-информатика.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической  
комиссии экономического института

Е.Н. Шаповалова

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)