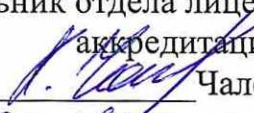


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Макаренко Елена Николаевна  
Должность: Декан  
Дата подписания: 30.01.2021 13:27:03  
Уникальный программный ключ:  
c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

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

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник отдела лицензирования и аккредитации  
  
Чаленко К.Н.  
« 30 » августа 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Моделирование нейронных сетей**

по профессионально-образовательной программе направление 01.03.05 "Статистика"  
профиль 01.03.05.01 "Анализ больших данных"

Для набора 2021 года

Квалификация  
Бакалавр

**КАФЕДРА Информационные технологии и защита информации****Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя			
Неделя	16		УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	32	32	32	32
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	60	60	60	60
Итого	108	108	108	108

**ОСНОВАНИЕ**

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 30.08.2021 протокол № 1.

Программу составил(и): к.э.н., доцент, Жилина Е.В. \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой: к.э.н., доцент Ефимова Е.В. \_\_\_\_\_

Методическим советом направления: к.э.н., доцент Кислая И.А. \_\_\_\_\_

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1 изучение методов нейро-нечеткого моделирования, алгоритмов нечеткого вывода и обучения нейронных сетей.

**2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ****ПК-5:** Способен осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач**ПК-6:** Способен осуществлять поиск статистической информации, ее первичную обработку и подготовку для проведения аналитических исследований, в том числе с использованием технологий больших данных**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:****Знать:**

методы и инструментальные средства анализа больших данных, используемые в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей; основы осуществления поиска статистической информации, ее первичную обработку и подготовку для проведения аналитических исследований входных массивов статистических данных для моделирования нечетких множеств и нейронных сетей

**Уметь:**

использовать методы и инструментальные средства анализа больших данных в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей; применять теоретические знания для сбора и подготовки нейро-нечеткой информации в моделировании

**Владеть:**

навыками реализации методов анализа больших данных с использованием современного инструментария; навыками поиска статистической информации, ее первичную обработку и подготовку для проведения аналитических исследований, в том числе с использованием технологий больших данных для нейро-нечеткого моделирования с использованием современного инструментария

**3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
	<b>Раздел 1. Нечеткое моделирование</b>				
1.1	Тема 1.1 "Введение в нечеткие множества и операции над ними" Возникновение нечетких множеств. Современные тенденции использования нечетких множеств в создании интегрированных информационных систем. Нечеткая логика. Мягкие вычисления. Лингвистическая неопределенность. Нечеткая логика и теория вероятностей. Определения. Диаграмма Заде. Представления. Диаграмма Венна. Характеристики. Операции. Свойства. Основные типы функций принадлежности. Нечеткие отношения /Лек/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.4 Л2.6
1.2	Тема 1.1 "Введение в нечеткие множества и операции над ними": Основы работы в системе MATLAB. Переменные, массивы, структуры MATLAB. Математические базовые функции. Очистка командной строки, удаление переменных. Обработка элементов массивов: мин, макс, среднее значение, поворот матрицы, транспонирование, дискриминант. Арифметические операции. Формат данных. Округление чисел. Генератор числовых последовательностей. Комплексные числа. Двумерные, трехмерные графики. /Лаб/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.6 Л2.7 Л2.9
1.3	Тема 1.2 "Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы" Определения нечеткой и лингвистической переменных. Нечеткие величины, числа и интервалы. Треугольные нечеткие числа и трапециевидные нечеткие интервалы. Основные элементы рабочего интерфейса модуля Fuzzy Logic Toolbox пакета MATLAB. Назначение операций главного меню и панели инструментов программы. Графические средства визуализации результатов нечеткого вывода в Fuzzy Logic Toolbox. /Лек/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1



1.4	Тема 1.2 "Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы" Процесс нечеткого моделирования в модуле Fuzzy Logic Toolbox пакета MATLAB. Основные средства редактирования систем нечеткого вывода в Fuzzy Logic Toolbox. Графический редактор лингвистической переменной и функций принадлежности их термов. Графические средства анализа результатов нечеткого вывода. Редактор систем нечеткого вывода FIS. Моделирование систем нечеткого вывода типа $y=x1^2*\sin(x2-1)$ и $y = x^2$ /Лаб/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1
1.5	Тема 1.3 "Основы нечеткой логики" Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Нечеткие предикаты. Основные логические операции с нечеткими высказываниями. Логическое отрицание нечетких высказываний. Логическая конъюнкция нечетких высказываний. Логическая дизъюнкция нечетких высказываний. Нечеткая импликация. Нечеткая эквивалентность. Правила нечетких продукций. /Лек/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.4
1.6	Тема 1.3 "Основы нечеткой логики" Реализация системы нечеткого вывода для моделирования ситуации набора спортсменов в команду. Разработка нечетких переменных. Формирование правил вывода. Поверхности вывода. Имитация модели. Разработка нечеткой модели определения размера чаевых в ресторане. Разработка нечетких переменных. Формирование правил вывода. Поверхности вывода. Имитация модели. Разработка управленческих рекомендаций по модификации нечетких моделей. /Лаб/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2
1.7	Тема 1.4 "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. Алгоритм Мамдани (Mamdani). Алгоритм Сугено (Sugeno). Примеры использования систем нечеткого вывода в задачах управления. /Лек/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.9
1.8	Тема 1.4 "Моделирование систем нечеткого вывода" Разработка нечеткой модели регулирования заработной платы и систем премирования персонала на предприятии. Разработка нечетких переменных. Формирование правил вывода. Поверхности вывода. Имитация модели. Разработка управленческих рекомендаций по модификации нечеткой модели. /Лаб/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.6
1.9	Тема 1.4 "Моделирование систем нечеткого вывода" Агрегирование (Aggregation). Активизация (Activation). Аккумуляция (Accumulation). Дефаззификация (Defuzzification). Алгоритм Цукамото (Tsukamoto). Алгоритм Ларсена (Larsen). /Ср/	7	6	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.6
1.10	Тема 1.5 "Программирование в MATLAB" Разработка m-функций. Параметры функций (input, output). Логические операторы. Циклы. Работа с файлами. Функции save и load. Функции fwrite и fread. Функции fscanf и fprintf. Функции imread и imwrite. Обработка изображений. GUI-интерфейс. Построение GUI-графиков. /Лаб/	7	6	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.3 Л2.6 Л2.7 Л2.9
1.11	Индивидуальное задание (раздел 1). Перечень тем представлен в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины. /Ср/	7	20	ПК-5 ПК-6	Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.7 Л2.9
<b>Раздел 2. Нейросетевое моделирование</b>					



2.1	Тема 2.1 "Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей" Искусственный нейрон. Модель нейрона. Нейронная сеть (НС). Типы нейронов. Процесс обучения нейронной сети. Базовая искусственная модель. Применение НС. Классификация искусственных нейронных сетей. Круг задач, решаемых с помощью нейронных сетей. Примеры реализации нейронных сетей в Matlab. /Лек/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.4 Л2.6 Л2.10
2.2	Тема 2.1 "Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей" Реализовать нейронную сеть по распознаванию русских букв. Подготовка исходных данных. Получение данных. Обработка данных. Графический интерфейс NNtool в пакете MATLAB. Моделирование сети. Обучение. Тренировка сети. /Лаб/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.2 Л2.6 Л2.10
2.3	Тема 2.2 "Алгоритмы обучения нейронной сети" Подготовка данных для обучения. Линейная сеть. Многослойный персептрон. Радиальная базисная функция. Сеть Кохонена. /Лек/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.2 Л2.4 Л2.6 Л2.7 Л2.10
2.4	Тема 2.2 "Алгоритмы обучения нейронной сети" Работа с нейронной сетью в командном режиме. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть (GRNN). Создание сети. Симуляция. Эксперименты по восстановлению последовательности данных. Разработка нейронной сети вида $y=x^2$ в графическом интерфейсе NNtool в пакете MATLAB. /Лаб/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.6 Л2.10
2.5	Тема 2.2 "Алгоритмы обучения нейронной сети" Имеется 100 входных значений $x$ от 0.1 до 10 с шагом 0.1 и соответствующие им значения выходной переменной $y$ . Зависимость $y$ от $x$ следующая: $y(x)=x^2-2x+1$ , $y$ принадлежит интервалу [1..100]. Программно реализовать m-скрипт по генерации данных. Построить модель на основе нейронной сети. Найти значение $y$ при $x_{New}=10.2$ . /Ср/	7	6	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.6 Л2.10
2.6	Тема 2.3 "Гибридные нейронные сети, их обучение и использование" Нечеткий нейрон. Архитектура нечеткой (гибридной) нейронной сети. Обучение гибридной нейронной сети. Задачи прогнозирования с помощью гибридной нейронной сети. /Лек/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.4 Л2.6 Л2.10
2.7	Тема 2.3 "Гибридные нейронные сети, их обучение и использование" Общая характеристика редактора ANFIS адаптивных систем нейро-нечеткого вывода. Понятие нейронной сети и основные способы ее задания в редакторе ANFIS пакета MATLAB. Гибридная сеть как адаптивная система нейро-нечеткого вывода. Редактирование базы правил. Разработка нейро-нечеткой модели прогнозирования прибыли предприятия. /Лаб/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.4 Л1.6Л2.6 Л2.10
2.8	Тема 2.3 "Гибридные нейронные сети, их обучение и использование" Разработка нейро-нечеткой модели прогнозирования курса валют. /Ср/	7	6	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.6Л2.6 Л2.10
2.9	Тема 2.4 "Реализация нейронных сетей на языке Python" Применения языка Python для анализа данных. Дистрибутив Anaconda. Работа с Jupyter Notebook. Библиотека NumPy. Библиотека PANDAS. Предобработка данных при моделировании. Многомерный анализ. Парсинг данных с веб-страниц. Библиотека matplotlib. Библиотека scikit-learn. Модель на основе случайного леса. /Лек/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.3Л2.5 Л2.6 Л2.8 Л2.10
2.10	Тема 2.4 "Реализация нейронных сетей на языке Python" Массивы в Python. Библиотека NumPy. Списки, массивы. Импорт данных из MS Excel. Библиотека PANDAS. Построение сводной таблицы. Графики в matplotlib. Анимация графиков. Пакет imagemagick. Модуль Celluloid. /Лаб/	7	4	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.4 Л1.6Л2.5 Л2.6 Л2.8

2.11	Тема 2.4 "Реализация нейронных сетей на языке Python" Обработка данных с помощью Pandas и MS SQL Server. Библиотека scikit-learn. Описательная статистика. Прогнозирование данных. Адекватность модели. /Лаб/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.4Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8
2.12	Тема 2.4 "Реализация нейронных сетей на языке Python" Библиотека BeautifulSoup. Библиотека PyBrain. Библиотека Tensorflow. /Лаб/	7	4	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.4Л2.4 Л2.5 Л2.8
2.13	Тема 2.4 "Реализация нейронных сетей на языке Python" Библиотека Keras. Нейросеть для анализа комментариев на кинорецензии IMDb. /Лаб/	7	2	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.4Л2.4 Л2.5 Л2.8
2.14	Индивидуальное задание (раздел 2). Перечень тем представлен в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины. /Ср/	7	22	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Л2.10
2.15	/Зачёт/	7	0	ПК-5 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10

#### 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, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Яхьяева Г. Э.	Основы теории нейронных сетей	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429110">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429110</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.2	Соловьев В. В., Шадрина В. В., Шестова Е. А.	Основы нечеткого моделирования в среде Matlab: учебное пособие	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2015	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=462029">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=462029</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.3		Введение в нейронные сети	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/52144.html">http://www.iprbookshop.ru/52144.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.4	Павлова, А. И.	Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/87110.html">http://www.iprbookshop.ru/87110.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.5	Шакин, В. Н., Семенова, Т. И.	Основы работы с математическим пакетом Matlab: учебное пособие	Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/92434.html">http://www.iprbookshop.ru/92434.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.6	Белозерова Г. И., Скуднєв Д. М., Кононова З. А.	Нечеткая логика и нейронные сети: учебное пособие	Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени 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
<b>5.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Тищенко Е. Н., Жилина Е. В.	Проектирование нечетких систем средствами MATLAB: практикум	Ростов н/Д: Изд-во РГЭУ (РИНХ), 2015	63
Л2.2	Мещеряков В. В.	Задачи по статистике и регрессионному анализу с MATLAB	Москва: Диалог-МИФИ, 2009	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=136083">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=136083</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.3	Галушкин Н. Е.	Высокоуровневые методы программирования: язык программирования MatLab: учебник	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241037">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241037</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.4		Программные продукты и системы: журнал	Тверь: Центрпрограммсистем, 2017	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459225">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459225</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.5		Язык программирования Python	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/52211.html">http://www.iprbookshop.ru/52211.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.6	Горожанина, Е. И.	Нейронные сети: учебное пособие	Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/75391.html">http://www.iprbookshop.ru/75391.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.7	Кошкидько В. Г., Панычев А. И.	Основы программирования в системе MATLAB: учебное пособие	Таганрог: Южный федеральный университет, 2016	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493162">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493162</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.8	Шелудько, В. М.	Язык программирования высокого уровня Python. Функции, структуры данных, дополнительные модули: учебное пособие	Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/87530.html">http://www.iprbookshop.ru/87530.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.9	Дьяконов, В. П.	MATLAB: полный самоучитель	Саратов: Профобразование, 2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/87981.html">http://www.iprbookshop.ru/87981.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.10	Барский, А. Б.	Введение в нейронные сети: учебное пособие	Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/89426.html">http://www.iprbookshop.ru/89426.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

### 5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

База данных о кинематографе. Рейтинг IMDb. - <https://www.imdb.com/>

Веб-ресурс в формате системы тематических коллективных блогов для публикации новостей, аналитических статей, связанных с информационными технологиями, бизнесом и интернетом. - <https://habr.com/ru/> (в том числе хаб <https://habr.com/ru/hub/python/> и хаб <https://habr.com/ru/hub/programming/>)

Портал искусственного интеллекта. - <http://www.aiportal.ru/>

Портал типичного программиста tproger.ru. Раздел Новости, статьи и обучающие материалы о разновидностях и алгоритмах искусственных нейронных сетей. - <https://tproger.ru/tag/neural-network/>

Официальная документация библиотеки scikit-learn. Модуль НС - [https://scikit-learn.org/stable/auto\\_examples/index.html#neural-networks](https://scikit-learn.org/stable/auto_examples/index.html#neural-networks)

Официальная документация библиотеки pybrain. - <http://pybrain.org/docs/index.html>

Русскоязычная документация Keras. - <https://ru-keras.com/home/>

Обучающие материалы портала tensorflow. - <https://www.tensorflow.org/tutorials>

Консультант +

Гарант

### 5.4. Перечень программного обеспечения

Matlab

MS SQL Server

MS Excel

Python

### 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 (МОДУЛЯ)

Помещения для проведения всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения. Для проведения лекционных занятий используется демонстрационное оборудование. 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 (МОДУЛЯ)

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 Критерии оценивания компетенций

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания*
ПК-5: способен осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач			
З: методы и инструментальные средства анализа больших данных, используемые в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей	изучает основную и дополнительную литературу, лекционный материал, использует профессиональные базы данных для изучения методов и инструментальных средств анализа больших данных в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей при подготовке к зачету и опросу, при выборе тематики индивидуального задания	полнота и содержательность ответа на опросе и зачете, умение приводить примеры, умение отстаивать свою позицию; соответствие ответов материалам лекций и учебной литературы, сведениям из информационных ресурсов Интернет; актуальность выбора тематики индивидуального задания	З (вопрос 1-55) О (раздел 1 вопрос 1-18, раздел 2 вопрос 19-36) ИЗ (раздел 1 задание 1.1-1.10, раздел 2 задание 2.1-2.10)
У: использовать методы и инструментальные средства анализа больших данных в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей	применяет методы и инструментальные средства анализа больших данных для решения лабораторных, практико-ориентированных и индивидуальных заданий в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей	правильность применения методов и инструментальных средств анализа больших данных в лабораторных и практико-ориентированных заданиях; обоснованность применения выбранного метода в индивидуальном задании	ПОЗЗ (раздел 1 задание 1.1-1.11, раздел 2 задание 2.1-2.13) ЛЗ (раздел 1 задание 1.1-1.8, раздел 2 задание 2.1-2.6) ИЗ (раздел 1 задание 1.1-1.10, раздел 2 задание 2.1-2.10)
В: навыками реализации методов анализа больших данных с использованием современного	применяет методы анализа больших данных для решения лабораторных, практико-ориентированных и индивидуальных заданий с использованием	объем и индивидуальность выполнения задания с использованием современного инструментария и применения методов	ПОЗЗ (раздел 1 задание 1.1-1.11, раздел 2 задание 2.1-2.13) ЛЗ (раздел 1 задание 1.1-1.8, раздел 2 задание 2.1-2.6) ИЗ (раздел 1 задание 1.1-1.10, раздел 2 задание 2.1-2.10)

инструментария	современного инструментария; анализирует полученные результаты моделирования	анализа больших данных; корректность интерпретации полученных результатов в задании	раздел 2 задание 2.1-2.6) ИЗ (раздел 1 задание 1.1-1.10, раздел 2 задание 2.1-2.10)
ПК-6: способен осуществлять поиск статистической информации, ее первичную обработку и подготовку для проведения аналитических исследований, в том числе с использованием технологий больших данных			
З: основы осуществления поиска статистической информации, ее первичную обработку и подготовку для проведения аналитических исследований входных массивов статистических данных для моделирования нечетких множеств и нейронных сетей	изучает основную и дополнительную литературу, лекционный материал, использует профессиональные базы данных для изучения основ формирования входных массивов статистических данных в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей при подготовке к зачету и опросу, при выборе тематики индивидуального задания	полнота и содержательность ответа на опросе и зачете, умение приводить примеры, умение отстаивать свою позицию; соответствие ответов материалам лекций и учебной литературы, сведениям из информационных ресурсов Интернет; актуальность выбора исходных данных для моделей индивидуального задания	З (вопрос 1-55) О (раздел 1 вопрос 1-18, раздел 2 вопрос 19-36) ИЗ (раздел 1 задание 1.1-1.10, раздел 2 задание 2.1-2.10)
У: применять теоретические знания для сбора и подготовки нейро-нечеткой информации в моделировании	применяет методы сбора и обработки нейро-нечеткой информации для решения лабораторных, практико-ориентированных и индивидуальных заданий	правильность применения методов сбора и обработки данных в лабораторных и практико-ориентированных заданиях; обоснованность применения выбранного метода в индивидуальном задании	ПОЗЗ (раздел 1 задание 1.1-1.11, раздел 2 задание 2.1-2.13) ЛЗ (раздел 1 задание 1.1-1.8, раздел 2 задание 2.1-2.6) ИЗ (раздел 1 задание 1.1-1.10, раздел 2 задание 2.1-2.10)
В: навыками поиска статистической информации, ее первичную обработку и подготовку для проведения аналитических исследований, в том числе с использованием технологий	применяет методы поиска статистической информации для решения лабораторных, практико-ориентированных и индивидуальных заданий с использованием современного инструментария; анализирует полученные результаты моделирования	объем и индивидуальность выполнения задания с использованием современного инструментария и применения методов поиска статистической информации; корректность интерпретации полученных результатов в задании	ПОЗЗ (раздел 1 задание 1.1-1.11, раздел 2 задание 2.1-2.13) ЛЗ (раздел 1 задание 1.1-1.8, раздел 2 задание 2.1-2.6) ИЗ (раздел 1 задание 1.1-1.10, раздел 2 задание 2.1-2.10)



больших данных для нейро-нечеткого моделирования с использованием современного инструментария.			
--	--	--	--

\* О – опрос; З – вопросы к зачету; ПОЗЗ – практико-ориентированные задания к зачету; ЛЗ – лабораторные задания; ИЗ – индивидуальное задание

### 1.2. Шкала оценивания

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

50-100 баллов (оценка «зачет»)

0-49 баллов (оценка «незачет»)

## 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. Возникновение нечетких множеств. Нечеткая логика.
2. Мягкие вычисления.
3. Лингвистическая неопределенность.
4. Нечеткая логика и теория вероятностей.
5. Определения нечетких множеств.
6. Диаграмма Заде.
7. Представления нечетких множеств.
8. Диаграмма Венна.
9. Характеристики, операции, свойства нечетких множеств
10. Основные типы функций принадлежности.
11. Нечеткие отношения.
12. Определения нечеткой и лингвистической переменных.
13. Нечеткие величины, числа и интервалы.
14. Треугольные нечеткие числа и трапециевидные нечеткие интервалы
15. Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката.
16. Основные логические операции с нечеткими высказываниями. Логическое отрицание нечетких высказываний.
17. Логическая конъюнкция нечетких высказываний.
18. Логическая дизъюнкция нечетких высказываний.
19. Нечеткая импликация.
20. Нечеткая эквивалентность.
21. Правила нечетких продукций.
22. Прямой и обратный методы вывода заключений в системах нечетких продукций.
23. Базовая архитектура систем нечеткого вывода.
24. Основные этапы нечеткого вывода.
25. Формирование базы правил систем нечеткого вывода.
26. Редактор систем нечеткого вывода FIS в MATLAB.

27. Фаззификация (Fuzzification).
28. Агрегирование (Aggregation).
29. Активизация (Activation).
30. Аккумуляция (Accumulation).
31. Дефаззификация (Defuzzification).
32. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритм Мамдани (Mamdani).
33. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритм Цукamoto (Tsukamoto).
34. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритм Ларсена (Larsen).
35. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритм Сугено (Sugeno).
36. Искусственный нейрон. Модель нейрона.
37. Нейронная сеть (НС).
38. Типы нейронов.
39. Процесс обучения нейронной сети.
40. Базовая искусственная модель.
41. Применение НС.
42. Классификация искусственных нейронных сетей.
43. Круг задач, решаемых с помощью нейронных сетей.
44. Подготовка данных для обучения НС.
45. Линейная НС.
46. Многослойная НС.
47. Обучение перцептрона.
48. Радиальная базисная функция.
49. Сеть Кохонена.
50. Нечеткий нейрон.
51. Архитектура нечеткой (гибридной) нейронной сети.
52. ANFIS- адаптивные системы нейро-нечеткого вывода.
53. Обучение гибридной нейронной сети.
54. Применения языка Python для анализа данных.
55. Реализация нейронных сетей на языке Python.

### Типовые практико-ориентированные задания к зачету\*

#### Раздел 1 «Нечеткое моделирование»

- 1.1. Основы программирования в MATLAB. Разработка М-файла.
- 1.2. Условные операторы и циклы в MATLAB.
- 1.3. Программирование 2D-графиков в MATLAB.
- 1.4. Программирование 3D-графиков в MATLAB.
- 1.5. Программирование функций в MATLAB.
- 1.6. Работа с файлами в MATLAB. Функции save и load. Функции fwrite и fread.
- 1.7. Работа с файлами в MATLAB. Функции fscanf и fprintf. Функции imread и imwrite.
- 1.8. Обработка изображений в MATLAB.
- 1.9. Реализация вычислений с помощью графического интерфейса GUI в MATLAB.
- 1.10. Разработка нечеткой модели «Оценка успешности обучения обучающегося» в MATLAB, модуль Fuzzy Logic Toolbox.
- 1.11. Разработка нейро-нечеткой модели «Прогнозирование проходного балла в следующем календарном году» в MATLAB, модуль ANFIS.

#### Раздел 2 «Нейросетевое моделирование»

- 2.1. НС с прямой передачей сигнала. Реализация логической функции "И".



- 2.2. НС с прямой передачей сигнала. Реализация логической функции "ИЛИ".
- 2.3. НС с прямой передачей сигнала. Реализация логической функции "НЕ".
- 2.4. Разработка нейронной сети вида  $y=x^2$  в графическом интерфейсе NNtool в

MATLAB.

- 2.5. Практика применения библиотеки NumPy в Python.
- 2.6. Практика применения библиотеки PANDAS в Python.
- 2.7. Практика взаимодействия с MS SQL Server в Python.
- 2.8. Практика применения библиотеки BeautifulSoup в Python.
- 2.9. Практика применения библиотеки Matplotlib в Python.
- 2.10. Практика применения библиотеки Scikit-learn в Python.
- 2.11. Практика применения библиотеки PyBrain в Python.
- 2.12. Практика применения библиотеки Tensorflow в Python.
- 2.13. Практика применения библиотеки Keras в Python.

Примечание \*: Практические задачи на зачете также могут выбираться преподавателем случайным образом из перечня лабораторных заданий для текущего контроля изучения дисциплины в рамках двух тематических разделов курса.

#### Критерии оценивания:

- 100-50 (50-20 за ответ на 2 теоретических вопроса, 50-30 за решение 2-х практико-ориентированных задания) баллов («зачет») – наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целью обучения, правильные действия по применению навыков и умений при решении практико-ориентированных заданий, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины;

- 0-49 (0-19 за ответ на 2 теоретических вопроса, 0-30 за решение 2-х практико-ориентированных заданий) баллов («незачет») – 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.

#### Перечень теоретических типовых вопросов для опроса\*

##### Раздел 1 «Нечеткое моделирование»

1. Когда возникло понятие нечетких множеств?
2. Что изучает нечеткая логика?
3. Почему нечеткие вычисления называют «мягкими»?
4. Чем отличается лингвистическая переменная от нечеткой?
5. Есть ли связи между нечеткой логикой и теорией вероятностей?
6. Устарела ли диаграмма Заде?
7. Какие способы визуализации нечетких множеств Вам известны?
8. Существуют ли отличительные характеристики, операции, свойства нечетких множеств в зависимости от четких?
9. Перечислите основные типы функций принадлежности.
10. Как и кем выбирается при моделировании функция принадлежности лингвистической переменной?
11. Что такое предикат?
12. Что такое нечеткий предикат?
13. Перечислите основные этапы нечеткого моделирования.

14. Какие Вы знаете алгоритмы нечеткого моделирования? В чем их отличительные особенности?
15. Как формируется база правил систем нечеткого вывода?
16. Как провести анализ результатов нечеткого моделирования?
17. Каковы пути улучшения точности получения нечетких результатов в моделировании?
18. Какие Вы знаете инструменты разработки нечетких моделей?

#### Раздел 2 «Нейросетевое моделирование»

19. Приведите классификационные группы НС.
20. Какие типы задач способна решить НС?
21. Существуют ли НС полноценно имитирующие биологические нейроны?
22. Что такое синапс?
23. Что такое персептрон?
24. Приведите примеры радиальных базисных функций.
25. Какова роль получения ошибок обучения?
26. Для чего строят карты Кохонена?
27. Что такое нечеткий нейрон?
28. Для чего нужны гибридные НС?
29. Как провести анализ результатов НС после обучения/самообучения?
30. Как вы понимаете адаптивность при разработке моделей?
31. Каковы правила формирования исходных данных для моделирования?
32. Где можно получить datasets при разработке моделей?
33. Какие Вы знаете инструменты разработки и применения НС?
34. Назовите современные тенденции в области искусственного интеллекта.
35. Что является первоисточником для изучения библиотек в Python?
36. Для чего нужны библиотеки Keras и Tensorflow? Они разработаны только для языка Python?

Примечание \*: опрос проводится при проверке всех лабораторных заданий для выявления знаний при изучении соответствующих тем дисциплины в рамках текущей аттестации.

#### Критерии оценки:

- 1 балл выставляется обучающемуся, если изложенный материал фактически верен и логически обоснован.

Максимальное количество баллов: 14 баллов.

#### Лабораторные задания

##### Тематика лабораторных заданий по разделам

##### Раздел 1 «Нечеткое моделирование»

Лабораторное задание № 1.1 (4 баллов)

Решение задач по математической обработке данных в системе MATLAB.

1.1.1 Запишите по правилам алгоритмического языка выражения:

$$a) \frac{x+y}{x-1/2} - \frac{x-z}{xy};$$

$$\text{б) } (1+z) \frac{x+\frac{y}{z}}{a-\frac{1}{1+x^y}};$$

$$\text{в) } (x^n)^{m+2} + x^{n^m};$$

$$\text{г) } \frac{(a+b)^n}{1+\frac{a}{a^m-b^{m-n}}};$$

$$\text{д) } a^{(x+y)/2} - 3\sqrt{\frac{x-1}{|y|+1}} \cdot e^{-(y+u/2)}$$

1.1.2 Получить функции f, g, z:

$$x \in [-2; 2], h=0,2, f=|x-1|^2, g=\cos^2(3x), z=2x^3-3x^2+1;$$

1.1.3 Задать матрицу A с помощью операции конкатенации:

$$\begin{matrix} 3,25 & -1,07 & 2,34 \\ 10,10 & 0,25 & -4,78 \\ 5,04 & -7,79 & 3,31 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 10,10 & 0,25 & -4,78 \\ 5,04 & -7,79 & 3,31 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 5,04 & -7,79 & 3,31 \end{matrix}$$

1.1.4 Сгенерируйте массив B размером 3x3 со случайными элементами, равномерно распределенными на интервале от 0 до 1.

1.1.5 Задать массив C, используя операцию индексации и одну из функций: ones или zeros.

1.1.6 Даны матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 3 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & -1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 3 \\ -2 & 7 & 2 \\ -4 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

1. Вычислить:

- 1) сумму матриц A и B;
  - 2) разность матрицы B и A;
  - 3) поэлементное произведение матриц;
  - 4) матричное произведение матриц;
  - 5) квадрат матрицы A (умножить матрицу A саму на себя);
  - 6) поэлементное возведение матрицы A в квадрат;
  - 7) определитель матрицы A;
  - 8) обратную матрицу к матрице B;
  - 9) след матрицы B;
  - 10) сумму элементов каждого столбца матрицы A;
  - 11) произведение элементов каждой строки матрицы B;
  - 12) сумму элементов на главной диагонали матрицы B;
  - 13) произведение минимальных элементов каждого столбца матрицы A;
  - 14) среднее значение всех элементов матрицы B.
2. Повернуть матрицу B влево на 90°.
  3. Повернуть матрицу B вправо на 90°.
  4. Умножить матрицу B на число 2.
  5. Транспонировать матрицу A.
  6. Присвоить последнему элементу матрицы B значение 7.
  7. Увеличить второй элемент первой строки матрицы A на 2

8. Удалить из матрицы A последнюю строку.

9. Удалить из матрицы B первый столбец.

10. Отсортировать элементы в каждом столбце матрицы B.

11. Отсортировать элементы в каждой строке матрицы A.

1.1.7 Постройте график функции:

$$f = \ln x + x^2, \quad x \in [1; 7], \quad \text{шаг } 0,4;$$

1.1.8 Постройте два графика в рамках одной оси координат:

$$y = e^{-x^2}$$

$$z = \arctg(x^{1/2}), \quad x \in [0,4\pi]$$

Сделайте надписи на осях, заголовок для графика, пояснительную надпись на рисунке. Задайте самостоятельно тип линий и цвет.

1.1.9 Постройте графики функций y(x) и z(x) в разных подобластях одного графического окна. Интервалы изменения для x определите самостоятельно.

1.1.10 Постройте поверхность:

Построить график функции z(x,y)=x<sup>2</sup>+y<sup>2</sup> на отрезке [-3;3] с шагом 0.15.

Лабораторное задание № 1.2 (2 балла)

Проектирование систем типа Мамдани

Разработка системы нечеткого логического вывода, моделирующей зависимость

$$y = x_1^2 \cdot \sin(x_2 - 1), \quad x_1 \in [-7,3], x_2 \in [-4,4,1,7]$$

1.2.1 Проектирование системы нечеткого логического вывода на основе графического изображения указанной зависимости.

1.2.2 Проектирование системы нечеткого логического вывода в модуле Fuzzy.

Лабораторное задание № 1.3 (2 баллов)

Проектирование систем типа Сугэно

Разработка системы нечеткого логического вывода, моделирующей зависимость

$$y = x_1^2 \cdot \sin(x_2 - 1), \quad x_1 \in [-7,3], x_2 \in [-4,4,1,7]. \quad \text{Моделирование с помощью базы знаний в модуле Fuzzy.}$$

Лабораторное задание № 1.4 (2 баллов)

Проектирование систем типа Сугэно

Моделирование нечеткой системы, отображающей зависимость между переменными x и y (зависимость y = x<sup>2</sup>).

Лабораторное задание № 1.5 (2 баллов)

Разработка нечеткой модели «Набор баскетболистов в команду», алгоритм вывода – типа Мамдани.

Лабораторное задание № 1.6 (2 баллов)

Разработка нечеткой модели определения размера чаевых в ресторане (кафе) за ужин. Основываясь на интуитивных представлениях посетителей ресторанов, величина суммы чаевых не является постоянной и зависит от нескольких параметров, например, от качества обслуживания и качества приготовления заказанных блюд.

Лабораторное задание № 1.7 (4 баллов)

Разработка нечеткой системы организации и регулирования заработной платы и систем премирования персонала на предприятии.



Выплата премий в качестве поощрения может осуществляться за:

- образцовое выполнение трудовых обязанностей;
- повышение производительности труда;
- улучшение качества продукции;
- продолжительную и безупречную работу;
- новаторство в труде;
- другие достижения в работе, устанавливаемые правилами внутреннего трудового распорядка, уставами и положениями о дисциплине, действующими в организации.

Лабораторное задание № 1.8 (6 баллов)

Программирование в MATLAB

1.8.1 Выполните передачу двумерного массива в качестве аргумента функции SumSquare(), заранее размещенного в Workspace:

- 1) Mas1[2x2];
- 2) Mas2[3x3].

Рассчитайте основные статистические показатели элементов массива.

$$S = \sum_{i=1}^{20} i$$

1.8.2 Подсчитайте сумму ряда  $S = \sum_{i=1}^{20} i$ , пока  $S \leq 20$ .

1.8.3 Требуется подсчитать сумму элементов массива  $a = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9]$ ; исключая элемент с индексом 5.

1.8.4 Построить графики функции (продумать самостоятельно параметры и их значения). Составить М-файл-сценарий. Использовать функции pol2cart (полярные координаты), plot3, comet3.

1.8.5 Напишите функцию, записывающую/считывающую строку чисел в файл, разделенных пробелом. Вывести сумму числовых данных.

1.8.6 Написать программу, вычисляющую средний балл студента. Предусмотреть 2 способа ввода данных: Пользователь может в консоли вводить имя студента, название предмета и полученный балл или считать из xls-файла (MS Excel). Записать информацию в файл.

1.8.7 Реализация GUI-программы, вычисляющей арифметические операции над двумя числами.

1.8.8 Построение графиков через GUI-интерфейс.

## Раздел 2 «Нейросетевое моделирование»

Лабораторное задание № 2.1 (4 баллов)

Распознавание образов с помощью нейронных сетей в среде в MATLAB.

Реализация нейронной сети по распознаванию русских букв.

В графическом редакторе необходимо создать 33 изображения (\*.png) согласно буквам русского алфавита. Размер изображений должен быть 5x7 пикселей.

Программная реализация функции (.m-файл), которая будет считывать необходимые признаки символов с графического файла.

Генерация данных с шумом для последующей тренировки сети в дальнейшем.

Разработка НС. Обучение НС. Симуляция.

Лабораторное задание № 2.2 (2 баллов)

Работа с нейронной сетью в командном режиме. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть (GRNN).

2.2.1 Разработка НС типа GRNN с именем N, реализующую функциональную зависимость между входом и выходом в виде  $y = x^2$  на отрезке [-1, 1]. Задание целевых значений. Создание НС с отклонением. Симуляция НС.

2.2.2 Разработка нейронной сети в графическом интерфейсе NNtool. Разработка НС. Обучение НС. Симуляция.

Лабораторное задание № 2.3 (3 баллов)

Моделирование и реализация нейро-нечеткой сети в среде MATLAB.

Имеются исходные данные индекса «Показатель X» за период. Требуется построить нейро-нечеткую сеть и спрогнозировать значение индекса на определенное число. Алгоритм прогнозирования подразумевает то, что каждое последующее значение рассчитывается на основе нескольких предыдущих.

Лабораторное задание № 2.4 (7 баллов)

Массивы в Python. Библиотека NumPy. Списки, массивы. Импорт данных из MS Excel. Библиотека PANDAS. Построение сводной таблицы. Графики в matplotlib. Анимация графиков. Пакет imagemagick.

Лабораторное задание № 2.5 (8 баллов)

Обработка данных с помощью Pandas и MS SQL Server. Библиотека scikit-learn. Описательная статистика. Прогнозирование данных. Адекватность модели.

Лабораторное задание № 2.6 (5 баллов)

Библиотека Keras. Нейросеть для анализа комментариев на кинорецензии IMDb. Адекватность модели.

### Критерии оценивания:

Баллы по каждому заданию проставлены в скобках.

Неправильное выполнение задания – 0 баллов.

Максимальное количество баллов, которые могут быть получены обучающимся, - 53.

## Индивидуальное задание

Индивидуальное задание состоит из двух разделов.

### Перечень типовых индивидуальных заданий/проектов

#### Раздел 1 «Нечеткое моделирование»

1.1. Нечеткое моделирование оценки финансовой задолженности контрагентов на предприятии.

1.2. Анализ и прогнозирование цен продукции на внешнем рынке с помощью теории нечетких множеств (необходимо учитывать специфику продукции: продовольственная, непродовольственная, культтовары, бытовая техника, игрушки, одежда, обувь и др.).

1.3. Анализ и прогнозирование цен услуг на внешнем рынке с помощью теории нечетких множеств (недвижимость, реклама, маркетинг, туризм и др.).

1.4. Оценка обученности студента на основе теории нечеткого моделирования.

1.5. Нечеткое моделирование риска выбора оптимального ПО на предприятии.

1.6. Анализ конкурентоспособности продукции на предприятии с помощью теории нечетких множеств.

1.7. Нечеткое моделирование выбора абитуриентом специальности на факультете.

1.8. Анализ и прогнозирование брака продукции на предприятии с помощью теории нечетких множеств.

1.9. Нечеткое моделирование прогнозирования курса валют.

1.10. Рейтинг кафедры (преподавателя) на основе теории нечеткого моделирования.

Задачей данного раздела является практическая реализация освоенных принципов нечеткого моделирования, а также приобретение обучающимися навыков разработки, модификации, имитации нечеткой модели.

Максимальное количество баллов за первый проект – 15 баллов.

### Раздел 2 «Нейросетевое моделирование»

2.1 Моделирование рынка недвижимости с помощью нечетких сетей.

2.2 Моделирование с помощью нечетких сетей в области сегментирования потребительского поведения.

2.3 Моделирование с помощью нечетких сетей в области исследования когнитивных процессов.

2.4 Нейронные сети в теории принятия решений.

2.5 Нейронные сети в кибернетике: искусственный интеллект.

2.6 Нейронные сети в исследовании операций: разработка методов.

2.7 Сравнительный анализ прикладных программ для нейросетевого моделирования.

2.8 Разработка нейронной сети распознавания текста.

2.9 Разработка нейронной сети распознавания голоса.

2.10 Разработка нейронной сети распознавания образов.

Задачей данного раздела является практическая реализация освоенных принципов моделирования и программирования нейронных сетей, а также приобретение обучающимися навыков получения исходных данных, разработки, обучения, модификации и симуляции нейронных сетей.

Максимальное количество баллов за второй проект – 18 баллов.

Тематику исследования можно сформулировать самостоятельно, предварительно согласовав с преподавателем.

Обучающимся может быть выбран любой стек ИТ-технологий, направленный на нейро-нечеткое моделирование и программирование, теорию адаптивных алгоритмов (самостоятельное решение, программирование с использованием библиотек, анализ производительности, времени обучения, адекватности моделей) и т.д.

Требования к оформлению индивидуального задания приведены в Приложении 2.

### Критерии оценки:

- 16-33 балла – разработанная модель (1 раздел), алгоритмическое решение (2 раздел), их функциональные возможности соответствуют требованиям индивидуального задания; текстовое описание составлено в полном объеме; модель адекватна для всех типовых экспериментов; алгоритм работоспособен на всех наборах исходных данных; обучающийся показал свободное владение тематикой проекта, знание используемого инструментария; изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в рамках пройденной программы; правильные, уверенные действия по применению полученных умений и навыков на практике; усвоение основной и дополнительной литературы, работа с профессиональными базами данных;

- 0-15 баллов – разработанная модель (1 раздел), алгоритмическое решение (2 раздел), их функциональные возможности не в полной мере соответствуют требованиям индивидуального задания; текстовое описание составлено не в полном объеме и не достаточно аккуратно; модель адекватна не для всех типовых экспериментов; алгоритм работоспособен не на всех наборах исходных данных; обучающийся показал достаточно слабые знания по тематике проекта; отсутствие материала из основной и дополнительной литературы, отсутствие индивидуальности в представленном материале; наличие заимствований существующих аналогичных проектов, приведенных в профессиональных базах данных.

### 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 окончании теоретического обучения до начала экзаменационной сессии. Количество вопросов в билете – 4. Проверка ответов и объявление результатов производится в день зачета.

Результаты аттестации заносятся в зачетную ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.



## Приложение 2

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- лабораторные занятия.

В ходе лекционных занятий рассматриваются теоретические вопросы с учетом практико-ориентированности изучаемой дисциплины, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются навыки нейро-нечеткого моделирования и программирования, применения методов и инструментария разработки моделей.

При подготовке к лабораторным занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную учебную литературу;
- изучить практические примеры, рассмотренные на лекциях.

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

По согласованию с преподавателем студент может подготовить индивидуальное задание.

Вопросы, не рассмотренные на лекциях и лабораторных занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется в ходе занятий методом устного опроса или при выполнении лабораторных заданий с учетом индивидуальности представленного решения. 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.

**Методические рекомендации по оформлению индивидуального задания.**

Индивидуальное задание выполняется с учетом приобретенных знаний, навыков и умений по данной дисциплине и интереса обучающегося.

Индивидуальное задание состоит из двух разделов.

Основными этапами выполнения первого раздела индивидуального задания являются:

1. Постановка задачи нечеткого моделирования.
2. Описание предметной области.
3. Обосновать выбранную систему проектирования модели (тип Мамдани, Сугэно).
4. Разработка входных переменных нечеткой модели. Обоснование выбора функции принадлежности.
5. Разработка выходных переменных нечеткой модели. Обоснование выбора функции принадлежности.
6. Разработка правил нечеткой модели.
7. Корректировка весовых коэффициентов правил модели

8. Визуализировать поверхность “входы-выход”.
9. Анализ поверхностей выводов нечеткой модели.
10. Проведение имитационного моделирования над полученными результатами.
11. Сделать вывод о проведенном моделировании.
12. Составление отчета.

Работа должна содержать теорию относительно выбранной предметной области: понятия, определения, классификации, возможности применения, плюсы и недостатки; анализ количественных данных модели, а также обязательно практика применения выбранного инструментария, включая скрины этапов разработки и имитации нечеткой модели, содержательную интерпретацию полученных результатов.

Основными этапами выполнения второго раздела индивидуального задания являются:

1. Постановка задачи нейросетевого моделирования.
2. Описание предметной области.
3. Обосновать выбранный алгоритм реализации НС.
4. Сбор и предобработка входных переменных модели.
5. Разработка алгоритмического решения реализации НС.
7. Корректировка весовых коэффициентов НС. Переобучение (при необходимости).
8. Тренировка модели.
9. Адекватность полученных результатов.
11. Сделать вывод о проведенном моделировании.
12. Составление отчета.

Работа должна содержать теорию относительно выбранной предметной области: понятия, определения, классификации, возможности применения, обоснование языка программирования, использования сторонних библиотек, плюсы и недостатки; описание этапов формирования входных массивов статистических данных (dataset) в соответствии с целью моделирования, а также обязательно практика применения выбранного инструментария, включая скрины этапов разработки нейронной сети и содержательную интерпретацию полученных результатов.

Оформление индивидуального задания должно соответствовать требованиям государственных стандартов, в т.ч. и методических рекомендаций вуза (кафедры). Текст работы должен быть набран на белой бумаге формата А4 с одной стороны листа. Размер шрифта: 12, интервал: 1,5. Поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм.