Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Макаренко Елена Николаевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.08.2026 10:59:52
Уникальный программный ключ:
c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

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

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
учебно-методического управления
Т.К. Платонова
«25» мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины
Моделирование нейронных сетей

Направление подготовки
01.03.05 Статистика

Направленность (профиль) программы бакалавриата
01.03.05.01 Анализ больших данных

Для набора 2026 года

Квалификация
Бакалавр

КАФЕДРА **Информационные технологии и программирование**

Распределение часов дисциплины по семестрам / курсам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**7 (4.1)**		Итого	
Недель	14 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	10	10	10	10
Итого ауд.	18	18	18	18
Контактная работа	18	18	18	18
Сам. работа	86	86	86	86
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

ОСНОВАНИЕ

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

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

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

Методический совет: к.э.н., доцент О.В. Андреева

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 нейро-нечеткого моделирования (соотнесено с индикатором ПК-6.1);
основные инструментальные средства для моделирования нечетких множеств и нейронных сетей(соотнесено с индикатором ПК-5.1).

Уметь:

использовать методы прикладной статистики анализа количественных данных и содержательной интерпретации полученных результатов в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей (соотнесено с индикатором ПК-6.2);
применять теоретические знания для сбора и подготовки нейро-нечеткой информации в моделировании (соотнесено с индикатором ПК-5.2).

Владеть:

навыками реализации методов математической и дескриптивной статистики в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей с использованием современного инструментария (соотнесено с индикатором ПК-6.3);
навыками обработки входных массивов статистических данных для нейро-нечеткого моделирования с использованием современного инструментария (соотнесено с индикатором ПК-5.3).

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Нечеткое моделирование

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
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. Нечеткое множество. Универсум. Функции принадлежности. Диаграмма Заде. Диаграмма Венна. Сравнение нечетких множеств. Носитель. Высота. Нормализация. Ядро. α-сечение. α-уровень. Основные типы функций принадлежности	Лекционные занятия	7	2	ПК-5 ПК-6
1.2	Тема 1.1 "Введение в нечеткие множества и операции над ними": Основы работы в пакете SCILAB. Переменные, массивы, структуры SCILAB. Математические базовые функции. Очистка командной строки, удаление переменных. Арифметические операции. Тригонометрические функции. Обработка элементов массивов: мин, макс, среднее значение, сумма, произведение, поворот матрицы, транспонирование, дискриминант, выбор элементов массива, удаление элементов	Лабораторные занятия	7	2	ПК-5 ПК-6
1.3	Тема 1.1 "Введение в нечеткие множества и операции над ними": Основы работы в пакете SCILAB. Генератор числовых последовательностей. Двумерные, трехмерные графики	Самостоятельная работа	7	4	ПК-5 ПК-6
1.4	Тема 1.1 " Введение в нечеткие множества и операции над ними " Программирование в SCILAB .Разработка функций. Параметры функций (input, output). Логические операторы. Циклы	Лабораторные занятия	7	2	ПК-5 ПК-6
1.5	Тема 1.1 " Введение в нечеткие множества и операции над ними " Программирование в SCILAB .Разработка функций. Работа с файлами	Самостоятельная работа	7	4	ПК-5 ПК-6
1.6	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. Нечеткая истинность. Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Основные логические операции с нечеткими высказываниями: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция. Свойства операций над нечеткими множествами	Лекционные занятия	7	2	ПК-5 ПК-6

1.7	Тема 1.2 "Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы" Программирование в SCILAB. GUI-интерфейс	Лабораторные занятия	7	2	ПК-5 ПК-6
1.8	Тема 1.2 "Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы" Программирование в SCILAB. Построение GUI-графиков	Самостоятельная работа	7	4	ПК-5 ПК-6
1.9	Тема 1.2 "Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы" Процесс нечеткого моделирования в пакете SCILAB. Основные средства редактирования систем нечеткого вывода. Графический редактор лингвистической переменной и функций принадлежности их термов. Графические средства анализа результатов нечеткого вывода. Редактор систем нечеткого вывода. Моделирование систем нечеткого вывода типа y=x1^2*sin(x2-1), алгоритм Мамдани, алгоритм Сугено. Моделирование систем нечеткого вывода типа y = x^2, алгоритм Сугено	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
1.10	Тема 1.3 "Моделирование систем нечеткого вывода" Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы разработки нечетких моделей. Формирование базы правил систем нечеткого вывода. Фаззификация (Fuzzification). Агрегирование (Aggregation). Активизация (Activation). Аккумуляция (Accumulation). Дефаззификация (Defuzzifica tion). Основные алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритм Мамдани (Mamdani). Алгоритм Сугено (Sugeno). Примеры использования систем нечеткого вывода. Основные элементы рабочего интерфейса модуля по работе с нечеткой логикой в математических пакетах. Графические средства визуализации результатов нечеткого вывода, имитация результатов моделирования	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
1.11	Тема 1.3 "Моделирование систем нечеткого вывода" Разработка нечеткой модели определения размера чаевых в ресторане. Разработка нечетких переменных. Формирование правил вывода. Поверхности вывода. Имитация модели. Реализация системы нечеткого вывода для моделирования ситуации набора спортсменов в команду. Разработка нечетких переменных. Формирование правил вывода. Поверхности вывода. Имитация модели	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
1.12	Тема 1.3 "Моделирование систем нечеткого вывода" Разработка управленческих рекомендаций по модификации нечетких моделей	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
1.13	Тема 1.3 " Моделирование систем нечеткого вывода" Разработка нечеткой модели регулирования заработной платы и систем премирования персонала на предприятии. Разработка нечетких переменных. Формирование правил вывода	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
1.14	Тема 1.3 " Моделирование систем нечеткого вывода" Разработка нечеткой модели регулирования заработной платы и систем премирования персонала на предприятии. Имитация модели. Модификация нечеткой модели. Разработка интегральной модели	Самостоятельная работа	7	6	ПК-5 ПК-6
1.15	Тема 1.4 "Адаптивные системы нейро-нечеткого вывода. Нечеткое моделирование на языке Python " Адаптивные системы нейро-нечеткого вывода. Обучение гибридной нейронной сети. Основные элементы рабочего интерфейса модуля по работе с гибридной (нейро-нечеткой) сетью. Прогнозирование результатов моделирования. Отличительные особенности гибридного подхода, преимущества и недостатки. Особенности нечеткого моделирования на языке Python	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
1.16	Тема 1.4 "Адаптивные системы нейро-нечеткого вывода. Нечеткое моделирование на языке Python " Гибридная сеть как адаптивная система нейро-нечеткого вывода. Разработка нейро-нечеткой модели прогнозирования	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
1.17	Тема 1.4 " Адаптивные системы нейро-нечеткого вывода. Нечеткое моделирование на языке Python" Разработка нечеткой модели на языке Python, алгоритм вывода Мамдани	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6

Раздел 2. Нейросетевое моделирование

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
2.1	Тема 2.1 "Введение в нейронные сети" Нейронная сеть (НС). Предпосылки создания и развития НС. Искусственный нейрон. Модель нейрона. Типы нейронов. Процесс обучения нейронной сети. Базовая искусственная модель. Круг задач, решаемых с помощью нейронных сетей. Классификация искусственных нейронных сетей. Однослойная нейронная сеть (однослойный персептрон). Многослойные нейронные сети. Изучение радиальных базисных, сетей регрессии, вероятностных нейронных сетей. Обучение нейрона классификации векторов. Пример	Лекционные занятия	7	2	ПК-5 ПК-6

	реализации НС в Python				
2.2	Тема 2.1 "Введение в нейронные сети " Массивы в Python. Библиотека NumPy	Лабораторные занятия	7	2	ПК-5 ПК-6
2.3	Тема 2.1 "Введение в нейронные сети " Моделирование косинуса. Линейная модель НС. Сравнение с методами классического ML	Лабораторные занятия	7	2	ПК-5 ПК-6
2.4	Тема 2.1 "Введение в нейронные сети " Библиотека PANDAS. Предобработка данных. Построение сводной таблицы. Графики в Python	Самостоятельная работа	7	8	ПК-5 ПК-6
2.5	Тема 2.2 "Алгоритмы обучения нейронной сети" Общий алгоритм обучения НС. Обучение с учителем и без учителя. Функции активации, критерии качества работы НС. Библиотека Keras для языка Python: основы работы, модель Sequential, оптимизаторы, слои, Dropout, Batch Normalization. Сеть Кохонена. Сеть Хопфилда. Явление переобучения. Алгоритм обратного распространения ошибки	Лекционные занятия	7	2	ПК-5 ПК-6
2.6	Тема 2.2 "Алгоритмы обучения нейронной сети" Реализация и обучение НС для задач классификации на Python . НС регрессионного прогнозирования эффективности показателей на Python	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
2.7	Тема 2.2 "Алгоритмы обучения нейронной сети" Разработка нейронной сети со слоем Кохонена на Python. Разработка нейронной сети Хопфилда на Python	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
2.8	Тема 2.2 "Алгоритмы обучения нейронной сети" Основы Tensorflow. Тензоры. Математические операции и функции над тензорами. Алгоритмы. Оптимизаторы. Обучение	Самостоятельная работа	7	8	ПК-5 ПК-6
2.9	Тема 2.3 " Сверточные и рекуррентные нейронные сети " Сверточные нейронные сети. Принцип работы. Операция свертки. Ядра свертки. MAX-Pooling. Flatten. Пример реализации сверточной НС в Keras. Примеры архитектур сверточных сетей. Введение в обработку изображений. Модели программирования в Keras: последовательное, функциональное. Рекуррентные нейронные сети. Принцип работы. LSTM - долгая краткосрочная память. Пример реализации рекуррентной НС в Keras. Обертка Bidirectional	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
2.10	Тема 2.3 "Сверточные и рекуррентные нейронные сети" Сверточная нейронная сеть в Keras. Классификация изображений БД CIFAR-10. Обучение сети по распознаванию рукописных цифр в Keras	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
2.11	Тема 2.3 " Сверточные и рекуррентные нейронные сети " Разработка рекуррентной НС по прогнозированию символов	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
2.12	Тема 2.3 " Сверточные и рекуррентные нейронные сети " Применение архитектур сверточных сетей VGG-16 и VGG-19 Перенос стилей изображений. Раскраска изображений (из градаций серого в цветное)	Самостоятельная работа	7	4	ПК-5 ПК-6
2.13	Тема 2.3 " Сверточные и рекуррентные нейронные сети " Классификация объектов. Разработка собственного Dataset. Библиотеки scikit-learn, keras	Самостоятельная работа	7	8	ПК-5 ПК-6
2.14	Тема 2.4 " Генетические алгоритмы и «продвинутые» НС" Основные этапы работы генетического алгоритма. Популяция. Генотип. Естественный отбор, скрещивание и мутация. Область применения. Пример реализации. Глубокие НС. Автоэнкодеры. Генеративно-состязательные сети. Перспективы разработки НС	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
2.15	Тема 2.4 " Генетические алгоритмы и «продвинутые» НС" Поиск минимальных маршрутов в графе	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
2.16	Тема 2.5 " Генетические алгоритмы и «продвинутые» НС" Нейросеть для анализа комментариев на кинорецензии IMDb.	Самостоятельная работа	7	2	ПК-5 ПК-6
2.17	Тема 2.5 " Генетические алгоритмы и «продвинутые» НС" Алгоритм распознавания речи. Библиотека SpeechRecognition. Введение в OpenCV. Предобученные классификаторы	Самостоятельная работа	7	8	ПК-5 ПК-6
2.18	Подготовка к промежуточной аттестации	Зачет	7	4	ПК-5 ПК-6

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Учебные, научные и методические издания

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Библиотека / Количество
1		Программные продукты и системы: журнал	Тверь: Центрпрограммсистем, 2017	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
2	Горожанина, Е. И.	Нейронные сети: учебное пособие	Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017	ЭБС «IPR SMART»
3	Кошкидько В. Г., Панычев А. И.	Основы программирования в системе MATLAB: учебное пособие	Таганрог: Южный федеральный университет, 2016	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	Павлова, А. И.	Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017	ЭБС «IPR SMART»
5	Шелудько, В. М.	Язык программирования высокого уровня Python. Функции, структуры данных, дополнительные модули: учебное пособие	Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017	ЭБС «IPR SMART»
6	Белозерова Г. И., Скуднев Д. М., Кононова З. А.	Нечеткая логика и нейронные сети: учебное пособие	Липецк: Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»

5.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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 типичного программиста tproger.ru. Раздел Новости, статьи и обучающие материалы о разновидностях и алгоритмах искусственных нейронных сетей. - https://tproger.ru/tag/neural-network/
Русскоязычная документация Keras. - https://ru-keras.com/home/
Обучающие материалы портала tensorflow. - https://www.tensorflow.org/tutorials
Консультант +
Гарант

5.3. Перечень программного обеспечения

Операционная система РЕД ОС
Scilab
Python

5.4. Учебно-методические материалы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:
- столы, стулья;
- персональный компьютер / ноутбук (переносной);
- проектор;
- экран / интерактивная доска.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, рабочие места в которых оборудованы необходимыми лицензионными и/или свободно распространяемыми программными средствами и выходом в Интернет, и/или в специализированных лабораториях, предусмотренных образовательной программой.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Приложение 1

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

1.1 Критерии оценивания компетенций

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания
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: методы нейро-нечеткого моделирования	изучает основную и дополнительную литературу, лекционный материал, использует профессиональные базы данных для изучения статистических методов в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей при подготовке к экзамену и опросу	полнота и содержательность ответа на опросе и экзамене, умение приводить примеры, умение отстаивать свою позицию; соответствие ответов материалам лекций и учебной литературы, сведениям из информационных ресурсов Интернет; актуальность информации	Вопросы к зачету (1-40), практико-ориентированные задания к зачету (раздел 1-2), лабораторные задания (раздел 1-2), опрос (раздел 1-2)
У: использовать методы прикладной статистики анализа количественных данных и содержательной интерпретации полученных результатов в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей	применяет методы прикладной статистики для решения лабораторных и практико-ориентированных заданий в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей	правильность применения методов прикладной статистики в лабораторных и практико-ориентированных заданиях; обоснованность применения выбранного метода	Вопросы к зачету (1-40), практико-ориентированные задания к зачету (раздел 1-2), лабораторные задания (раздел 1-2), опрос (раздел 1-2)
В: навыками реализации методов математической и дескриптивной статистики в процессе моделирования нечетких множеств и нейронных сетей с использованием современного инструментария	применяет методы прикладной статистики для решения лабораторных и практико-ориентированных заданий с использованием современного инструментария; анализирует полученные результаты моделирования	объем и индивидуальность выполнения задания с использованием современного инструментария и применения методов прикладной статистики; корректность интерпретации полученных результатов в задании	Вопросы к зачету (1-40), практико-ориентированные задания к зачету (раздел 1-2), лабораторные задания (раздел 1-2), опрос (раздел 1-2)
ПК-5: Способен осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач			
З: основные инструментальные средства 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 экзамену и опросу	полнота и содержательность ответа на опросе и экзамене, умение приводить примеры, умение отстаивать свою позицию; соответствие ответов материалам лекций и учебной литературы, сведениям из информационных ресурсов Интернет; актуальность информации	Вопросы к зачету (1-40), практико-ориентированные задания к зачету (раздел 1-2), лабораторные задания (раздел 1-2), опрос (раздел 1-2)

У: применять теоретические знания для сбора и подготовки нейро-нечеткой информации в моделировании	применяет методы сбора и подготовки нейро-нечеткой информации для решения лабораторных и практико-ориентированных заданий	правильность применения методов сбора и обработки данных в лабораторных и практико-ориентированных заданиях; обоснованность применения выбранного метода	Вопросы к зачету (1-40), практико-ориентированные задания к зачету (раздел 1-2), лабораторные задания (раздел 1-2), опрос (раздел 1-2)
В: навыками обработки входных массивов статистических данных для нейро-нечеткого моделирования с использованием современного инструментария	применяет методы обработки входных массивов статистических данных для решения лабораторных и практико-ориентированных и индивидуального заданий с использованием современного инструментария; анализирует полученные результаты моделирования	объем и индивидуальность выполнения задания с использованием современного инструментария и применения методов обработки данных; корректность интерпретации полученных результатов в задании	Вопросы к зачету (1-40), практико-ориентированные задания к зачету (раздел 1-2), лабораторные задания (раздел 1-2), опрос (раздел 1-2)

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

50-100 баллов (зачтено)
0-49 баллов (не зачтено)

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

Вопросы к зачету

1. Возникновение нечетких множеств. Нечеткая логика. Мягкие вычисления. Лингвистическая неопределенность.
2. Нечеткая логика и теория вероятностей. Определения нечетких множеств.
3. Диаграмма Заде. Диаграмма Венна. Сравнение нечетких множеств.
4. Носитель. Высота. Нормализация. Ядро. α-сечение. α-уровень.
5. Функции принадлежности нечетких множеств.
6. Нечеткие величины, числа и интервалы.
7. Нечеткая переменная.
8. Лингвистическая переменная.
9. Нечеткая истинность.
10. Понятие предиката, нечеткого высказывания и нечеткого предиката.
11. Основные логические операции с нечеткими высказываниями.
12. Свойства операций над нечеткими множествами.
13. Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Формирование базы правил систем нечеткого вывода.
14. Основные этапы нечеткого вывода. Фаззификация (Fuzzification). Агрегирование (Aggregation). Активизация (Activation). Аккумуляция (Accumulation). Дефаззификация (Defuzzifica tion).
15. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритм Мамдани (Mamdani).
16. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритм Сугено (Sugeno).
17. Практика применения систем нечеткого вывода.
18. Редакторы систем нечеткого вывода. Имитация результатов нечеткого моделирования.
19. Адаптивные системы нейро-нечеткого вывода. Обучение гибридной нейронной сети. Прогнозирование результатов «гибридного» моделирования.
20. Нечеткое моделирование на языке Python
21. Искусственный нейрон. Модель нейрона. Нейронная сеть (НС). Процесс обучения нейронной сети. Базовая искусственная модель.

22. Применение НС. Классификация искусственных нейронных сетей. Подготовка данных для обучения НС.
23. Линейная НС. Многослойная НС.
24. Перцептрон. Обучение персептрона.
25. Радиальная базисная сеть, НС регрессии
26. Вероятностных НС. Обобщенно-регрессионная НС.
27. Общий алгоритм обучения НС. Обучение с учителем и без учителя. Функции активации, критерии качества работы НС.
28. Сеть Кохонена.
29. Сеть Хопфилда
30. Явление переобучения. Алгоритм обратного распространения ошибки.
31. Tensorflow. Тензоры. Операции, функции, алгоритмы.
32. Библиотека Keras для языка Python
33. Библиотека scikit-learn для языка Python
34. Сверточные нейронные сети.
35. Модели программирования в Keras: последовательное, функциональное.
36. Рекуррентные нейронные сети.
37. Генетические алгоритмы.
38. Глубокие НС.
39. Автоэнкодеры. Генеративно-состязательные сети.
40. Перспективы разработки НС

Практико-ориентированные задания к зачету
Раздел 1 «Нечеткое моделирование»

1.1. Основы работы в пакете SCILAB. Арифметические выражения и тригонометрия.
1.2. Основы работы в пакете SCILAB. Работа с матрицами.
1.3. Разработка 2D-графиков в SCILAB.
1.4. Разработка 3D-графиков в SCILAB.
1.5. Работа с файлами в SCILAB.
1.6. Реализация вычислений с помощью графического интерфейса GUI в SCILAB.
1.7. Разработка нечеткой модели в SCILAB, модуль по работе с нечеткой логикой.
1.8. Разработка нейро-нечеткой модели.
1.9. Разработка нечеткой модели на языке Python.

Раздел 2 «Нейросетевое моделирование»

2.1. Массивы в Python. Библиотека NumPy.
2.2. Библиотека PANDAS.
2.3. Графики в Python
2.4. Линейная модель НС на Python.
2.5. Задача классификации изображений на Python.
2.6. Задача классификации текстов на Python.
2.7. Задача прогнозирования на Python.
2.8. Разработка НС со слоем Кохонена на Python.
2.9. Разработка НС Хопфилда на Python
2.10. Разработка собственного Dataset для обучения.
2.11. Применение архитектур сверточных сетей.
2.12. Практика применения библиотеки Tensorflow в Python.
2.13. Практика применения библиотеки Keras в Python.
2.14. Практика применения библиотеки Scikit-learn в Python.
2.15. Практика применения библиотеки SpeechRecognition в Python.
2.16. Практика применения библиотеки OpenCV в Python.
2.17. Практика разработки генетических алгоритмов.

Критерии оценивания:
-50-100 баллов (зачтено) – изложенный материал верен, наличие знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;

- 0-49 баллов (не зачтено) - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы..

Лабораторные задания

Раздел 1 «Нечеткое моделирование»
Лабораторное задание № 1.1 (4 балла)
Решение задач по математической обработке данных в системе SCILAB.

1.1.1 Записать выражение по правилам алгоритмического языка:
1.1.2 Задать матрицу помощью операции конкатенации:
1.1.3 Сгенерировать массив B размером 3x3 со случайными элементами, равномерно распределенными на интервале от 0 до 1.
1.1.4 Задать массив C, используя операцию индексации и одну из функций: ones или zeros.
1.1.5 Даны матрицы A и B. Произвести стандартные вычисления над матрицами.
1.1.6 Построить двумерный график функции.
1.1.7 Построить два графика в рамках одних осей координат. Построить графики функций в разных подобластях одного графического окна.
1.1.8 Построить поверхность (трехмерный график) для функции.

Лабораторное задание № 1.2 (4 балла)
Программирование в SCILAB

1.2.1 Выполнить передачу двумерного массива в качестве аргумента функции. Рассчитать основные статистические показатели элементов массива.
1.2.2 Рассчитать сумму числового ряда.
1.2.3 Требуется подсчитать:
- сумму элементов массива (задается произвольно пользователем) исключая элемент с индексом 5;
- количество отрицательных элементов;
- количество нечетных элементов;
- произведение элементов, находящихся на четных позициях (индексах) массива.
Алгоритм продумать функционально.
1.2.4 Построить графики функции (продумать самостоятельно параметры функций и их значения). В качестве аргумента функции передавать значение x, название графика.
1.2.5 Написать функцию, записывающую/считывающую строку чисел в файл, разделенных пробелом. Вывести сумму числовых данных.
1.2.6 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 файла. Записать информацию в файл.
1.2.6 Написать программу по обработке изображения.

Лабораторное задание № 1.3 (4 балла)
Реализация GUI в SCILAB

1.3.1 Реализация GUI-программы, вычисляющей арифметические операции над двумя числами.
1.3.2 Построение графиков через GUI-интерфейс.

Лабораторное задание № 1.4 (4 балла)

Разработка системы нечеткого логического вывода, моделирующей зависимость $y = x_1^2 \cdot \sin(x_2 - 1)$, $x_1 \in [-7,3], x_2 \in [-4.4,1.7]$.
Моделирование системы нечеткого логического вывода на основе графического изображения указанной зависимости.
1.4.1 Моделирование систем типа Мамдани
1.4.2 Моделирование систем типа Сугэно

Лабораторное задание № 1.5 (4 балла)
Моделирование нечёткой системы, отображающую зависимость между переменными x и y (зависимость y = x^2), алгоритм вывода – типа Сугэно

Лабораторное задание № 1.6 (4 балла)
Разработка нечеткой модели определения размера чаевых в ресторане (кафе) за ужин, алгоритм вывода Мамдани.

Лабораторное задание № 1.7 (4 балла)
Разработка нечеткой модели «Набор баскетболистов в команду», алгоритм вывода Мамдани.

Лабораторное задание № 1.8 (7 баллов)
Разработка нечеткой системы организации и регулирования заработной платы и систем премирования персонала на предприятии, алгоритм вывода Мамдани.

Лабораторное задание № 1.9 (4 балла)
Моделирование и реализация нейро-нечеткой (гибридной) сети.
Имеются исходные данные индекса за период. Требуется построить нейро-нечеткую сеть и спрогнозировать значение индекса.

Лабораторное задание № 1.10 (4 балла)
Нечеткое моделирование на языке Python. Алгоритм вывода Мамдани.

Критерии оценивания заданий первого раздела:
Баллы по каждому заданию проставлены в скобках.
Максимальное количество баллов, которые могут быть получены обучающимся, - 43.

Критерии оценивания для заданий в 4 балла:
4 б. – задание выполнено верно;
3 б. – при выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат;
2 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;
1 б. – при выполнении задания были допущены существенные ошибки;
0 б. – задание не выполнено.

Критерии оценивания для задания в 7 баллов:
7 б. – задание выполнено верно;
5-6 б. – при выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат;
3-4 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;
1-2 б. – при выполнении задания были допущены существенные ошибки;
0 б. – задание не выполнено.

Раздел 2 «Нейросетевое моделирование»

Лабораторное задание № 2.1 (6 баллов)
Массивы в Python. Библиотека NumPy.
Библиотека PANDAS. Построение сводной таблицы.
Графики в matplotlib.

Лабораторное задание № 2.2 (2 баллав)
Линейная модель НС. Моделирование косинуса. Сравнение с методами классического ML.

Лабораторное задание № 2.3 (2 балла)
Реализация и обучение НС для задач классификации на Python.

Лабораторное задание № 2.4 (2 балла)
НС регрессионного прогнозирования эффективности показателей на Python

Лабораторное задание № 2.5 (4 балла)
Разработка нейронной сети со слоем Кохонена на Python.
Разработка нейронной сети Хопфилда на Python

Лабораторное задание № 2.6 (2 балла)
Сверточная нейронная сеть в Keras. Классификация изображений БД CIFAR-10.

Лабораторное задание № 2.7 (2 балла)
Обучение сети по распознаванию рукописных цифр в Keras.

Лабораторное задание № 2.8 (2 балла)
Разработка рекуррентной НС по прогнозированию символов.

Лабораторное задание № 2.9 (2 балла)
Применение архитектур сверточных сетей VGG-16 и VGG-19.

Лабораторное задание № 2.10 (3 балла)
Перенос стилей изображений.
Раскраска изображений (из градаций серого в цветное).

Лабораторное задание № 2.11 (6 баллов)
Классификация объектов. Разработка собственного Dataset. Библиотеки scikit-learn, keras.

Лабораторное задание № 2.12 (2 балла)
Поиск минимальных маршрутов в графе.

Лабораторное задание № 2.13 (2 балла)
Нейросеть для анализа комментариев на кинорецензии IMDb. Адекватность модели.

Лабораторное задание № 2.14 (4 балла)
Алгоритм распознавания речи. Библиотека SpeechRecognition.

Лабораторное задание № 2.15 (2 балла)
Введение в OpenCV. Предобученные классификаторы

Критерии оценивания заданий первого раздела:
Баллы по каждому заданию проставлены в скобках.
Максимальное количество баллов, которые могут быть получены обучающимся, - 43.

Критерии оценивания для заданий в 2 балла:
2 б. – задание выполнено верно;
1 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;
0 б. – задание не выполнено.

Критерии оценивания для заданий в 3 балла:
3 б. – задание выполнено верно;
2 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;
1 б. – при выполнении задания были допущены существенные ошибки;
0 б. – задание не выполнено.

Критерии оценивания для заданий в 4 балла:
4 б. – задание выполнено верно;
3 б. – при выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат;
2 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;
1 б. – при выполнении задания были допущены существенные ошибки;
0 б. – задание не выполнено.

Критерии оценивания для задания в 6 баллов:
6 б. – задание выполнено верно;
4-5 б. – при выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат;
3 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;
1-2 б. – при выполнении задания были допущены существенные ошибки;
0 б. – задание не выполнено.

Перечень вопросов для опроса
Раздел 1 «Нечеткое моделирование»

1. Что изучает нечеткая логика? Почему нечеткие вычисления называют «мягкими»? Есть ли связи между нечеткой логикой и теорией вероятностей?
2. Чем отличается лингвистическая переменная от нечеткой? Существуют ли отличительные характеристики, операции, свойства нечетких множеств в зависимости от четких?
3. Устарела ли диаграмма Заде? Какие способы визуализации нечетких множеств Вам известны?
4. Перечислите основные типы функций принадлежности. Как и кем выбирается при моделировании функция принадлежности лингвистической переменной?
5. Перечислите основные этапы нечеткого моделирования. Как формируется база правил систем нечеткого вывода? Какие Вы знаете алгоритмы нечеткого моделирования? В чем их отличительные особенности?
6. Какие Вы знаете инструменты разработки нечетких моделей? Как провести анализ результатов нечеткого моделирования? Каковы пути улучшения точности получения нечетких результатов в моделировании?
7. В чем заключаются особенности гибридных сетей? Каков алгоритм их разработки? Как интерпретировать результаты? Как проверить адекватность разработки?

Критерии оценивания:

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

Максимальное количество баллов: 7 баллов.

Раздел 2 «Нейросетевое моделирование»

1. Приведите классификационные группы НС. Какие типы задач способна решить НС? Существуют ли НС полноценно имитирующие биологические нейроны? Что такое синапс? Что такое персептрон? Назовите современные тенденции в области искусственного интеллекта.
2. Охарактеризуйте обучение с учителем и обучение НС без учителя. Приведите примеры радиальных базисных функций. Какова роль получения ошибок обучения? Из каких основных этапов состоит алгоритм обратного распространения ошибки?
3. Дайте описание явления переобучения нейросети. Как провести анализ результатов НС после обучения/самообучения? Как вы понимаете адаптивность при разработке моделей?
4. В чем заключается задача кластеризации? Какую структуру имеет НС Кохонена? Дайте описание нейросети Хопфилда.
5. Что такое тензоры? Какие Вы знаете математические операции и функции над ними? Приведите алгоритмы работы с тензорами.
6. Как работают сверточные нейронные сети? Как рекуррентная нейронная сеть прогнозирует показатели?
7. Каковы правила формирования исходных данных для моделирования? Где можно получить datasets при разработке моделей? Какие Вы знаете инструменты разработки и применения НС? Что является первоисточником для изучения библиотек в Python? Для чего нужны библиотеки Keras и Tensorflow? Они разработаны только для языка Python?

Критерии оценивания:

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

Максимальное количество баллов: 7 баллов.

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

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

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

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Зачет проводится по расписанию промежуточной аттестации в письменном виде. Количество вопросов в задании – 3 (2 теоретических вопроса и 1 практико-ориентированное задание). Проверка ответов и объявление результатов производится в день зачета. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку

студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Приложение 2

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:
- лекции;
- лабораторные.

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.

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 опроса. 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.