

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета информационных
технологий и компьютерной безопасности



/ П.Ю. Гусев

«21» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Нечеткие множества и нейронные сети»

Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль (специализация) Управление программным инжинирингом

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2023 г.

Автор(ы) программы



Т.Н. Недикова

Заведующий кафедрой
автоматизированных
и вычислительных систем



В.Ф. Барабанов

Руководитель ОПОП



С.А. Олейникова

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель дисциплины состоит в приобретении студентами знаний по теории нечетких множеств, освоении методов нечеткой логики и теории нейронных сетей, формирующих новые подходы к анализу и моделированию практических задач, возникающих при исследовании вычислительных систем и сетей.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачи освоения дисциплины следующие:

- ознакомить студентов с основными понятиями теории нечетких множеств, нечеткой математики;
- ознакомить студентов с основными классами и принципами обучения нейронных сетей, как традиционных, так и основанных на нечеткой логике;
- сформировать у студентов практические навыки по использованию программ моделирования нейронных сетей для решения практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Нечеткие множества и нейронные сети» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Нечеткие множества и нейронные сети» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен разрабатывать программные системы с применением современных технологий и инструментальных средств

ПК-6 - Способен применять математический аппарат в программном инжиниринге

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать основные определения теории нечетких множеств и нечеткой логики, нейронных сетей, их области применения, технологию создания и использования нейронных сетей, принципы моделирования нечеткой логики и нейронных сетей для решения задач управления программной инженерией.
	Уметь разрабатывать программные средства с применением

	моделей нечеткой логики, нейронных сетей.
	Владеть навыками построения и обучения искусственных нейронных сетей; навыками формирования систем нечеткого логического вывода
ПК-6	Знать программные средства для моделирования нечетких множеств и создания нейронных сетей, инструментальные интегрированные программные среды разработчиков для применения моделей нечетких множеств и нейронных сетей.
	Уметь пользоваться аппаратными средствами создания нейронных сетей и нечетких логических моделей при решении задач управления программным инжинирингом.
	Владеть навыками построения и обучения искусственных нейронных сетей; навыками формирования систем нечеткого логического вывода, различных стратегий вывода знаний и объяснения полученных результатов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Нечеткие множества и нейронные сети» составляет 4 зачетных единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2			
Аудиторные занятия (всего)	72	72			
В том числе:					
Лекции	36	36			
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
Самостоятельная работа	72	72			
Курсовой проект (работа) (есть, нет)	есть	есть			
Контрольная работа (есть, нет)	нет	нет			
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой			
Общая трудоемкость час	144	144			

зач. ед.	4	4			
----------	---	---	--	--	--

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Теория нечетких множеств, операции над ними.	Возникновение нечетких множеств. Современные тенденции использования нечетких множеств в создании интегрированных информационных систем. Нечеткая логика. Мягкие вычисления. Лингвистическая неопределенность. Основные типы функций принадлежности. Нечеткие отношения	4			8	12
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	4		6	8	18
3	Основы нечеткой логики	Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Нечеткие предикаты. Основные логические операции с нечеткими высказываниями. Логическое отрицание нечетких высказываний. Нечеткая конъюнкция и дизъюнкция. Нечеткая импликация.	4			8	12
4	Системы нечеткого вывода	Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы нечеткого вывода. Формирование базы правил систем нечеткого вывода. Фаззификация. Дефаззификация Основные алгоритмы нечеткого вывода.	4		6	8	18
5	Нечеткие модели	Типы нечетких моделей Глобальные и локальные нечеткие модели. Нечеткие мультимодели. Нейронечеткие модели. Альтернативные модели. Принципы подобия систем и моделей систем. Нечеткая классификация. Методы нечеткого моделирования	4			8	12

6	Технологии машинного обучения. Модели машинного обучения.	Основные понятия теории машинного обучения: проблемы, решаемые методами машинного обучения, модели машинного обучения (геометрические, вероятностные, логические), признаки. Концептуальное обучение: пространство гипотез, поиск в пространстве гипотез, обучаемость, оценка качества решения задачи. Древовидные, линейные, вероятностные, нечеткие, нейросетевые модели, модели на основе правил. Применение моделей машинного обучения для решения задач классификации, регрессии и кластеризации. Бинарная и многоклассовая классификация. Глубинное обучение.	4		6	8	18
7	Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей	История исследования в области нейронных сетей. Биологический нейрон. Структура и функционирование искусственного нейрона. Постановка задачи обучения нейронной сети. Классификация нейронных сетей и их свойства. Эффективность нейронных сетей. Многослойная нейронная сеть. Круг задач, решаемых с помощью нейронных сетей. Решение задач классификации, распознавания образов, прогнозирования и управления с помощью указанных классов нейронных сетей.	4		6	8	18
8	Стандартные архитектуры нейронных сетей.	Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей. Исследование персептронных сетей, алгоритм обратного распространения ошибки. Исследование радиальных базисных сетей общего вида.	4		6	8	18
9	Гибридные нейронные сети	Нечеткий нейрон. Архитектура нечеткой (гибридной) нейронной сети. Обучение гибридной нейронной сети. Решение задачи классификации с помощью гибридной нейронной сети.	4		6	8	18

	Итого	36		36	72	144
--	-------	----	--	----	----	-----

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Моделирование процессов и явлений с помощью аппарата теории нечетких множеств.
2. Моделирование простейшей системы нечеткого вывода.
3. Построение нечеткой продукционной модели. Задание нечеткости, процедур агрегирования, активизации, аккумуляирования, приведение к четкости и параметрической оптимизации конечной базы нечетких правил.
4. Моделирование, программирование и исследование возможностей простейшего перцептронного нейрона.
5. Моделирование и обучение сети обратного распространения.
6. Моделирование и обучение нейро-нечеткой сети распространения.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 2 семестре.

Примерная тематика курсового проекта (работы):

«Разработка нейронной сети (по варианту)»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- провести анализ предметной области, поставить задачу, выбрать наиболее оптимальный путь ее решения;
- использовать технологию разработки алгоритмов и программ, на одном из алгоритмических процедурных языков программирования высокого уровня реализовать поставленную задачу;
- проверить корректность и эффективность проектного решения;
- при составлении пояснительной записки руководствоваться основными стандартами Единой системы программной документации.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

Учебным планом по дисциплине «Нечеткие множества и нейронные сети» не предусмотрено выполнение контрольной работы (контрольных работ) в 2 семестре.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«НЕ АТТЕСТОВАН».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать основные определения теории нечетких множеств и нечеткой логики, нейронных сетей, их области применения, технологию создания и использования нейронных сетей, принципы моделирования нечеткой логики и нейронных сетей для решения задач управления программной инженерией.	Активная работа на занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать программные средства с применением моделей нечеткой логики, нейронных сетей.	Решение стандартных практических задач при выполнении лабораторных работ, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками построения и обучения искусственных нейронных сетей; навыками формирования систем нечеткого логического вывода	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-6	Знать программные средства для моделирования нечетких множеств и создания нейронных сетей, инструментальные интегрированные программные среды разработчиков для применения моделей нечетких множеств и нейронных сетей.	Активная работа на занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь пользоваться аппаратными средствами создания нейронных сетей и нечетких логических моделей при решении задач управления программным инжинирингом.	Решение стандартных практических задач при выполнении лабораторных работ, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками построения и обучения искусственных нейронных сетей; навыками формирования систем нечеткого логического вывода, различных стратегий вывода знаний и объяснения по-	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	лученных результатов.			
--	-----------------------	--	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-4	Знать основные определения теории нечетких множеств и нечеткой логики, нейронных сетей, их области применения, технологию создания и использования нейронных сетей, принципы моделирования нечеткой логики и нейронных сетей для решения задач управления программной инженерией.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь разрабатывать программные средства с применением моделей нечеткой логики, нейронных сетей.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения, но не получены верные ответы во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками построения и обучения искусственных нейронных сетей; навыками формирования систем нечеткого логического вывода	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения, но не получены верные ответы во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	Знать программные средства для моделирования нечетких множеств и создания нейронных сетей, инструментальные интегрированные программные среды разработчиков для применения моделей нечетких множеств и нейронных сетей.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

Уметь пользоваться аппаратными средствами создания нейронных сетей и нечетких логических моделей при решении задач управления программным инжинирингом.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения, но не получен верные ответы во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
Владеть навыками построения и обучения искусственных нейронных сетей; навыками формирования систем нечеткого логического вывода, различных стратегий вывода знаний и объяснения полученных результатов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения, но не получен верные ответы во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Задание #1

Нечетким множеством называется:

- + (1) совокупность пар $\{ \langle x, \mu_A(x) \rangle \mid x \in U \}$
- (2) множество значений функции принадлежности
- (3) множество элементов, чья вероятность обладания данным свойством больше нуля

Задание #2

α -уровнем нечеткого множества A называется:

- + (1) множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству A не меньше α
- (2) множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству A больше α
- (3) множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству A не больше α
- (4) множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству A равна α

Задание #3

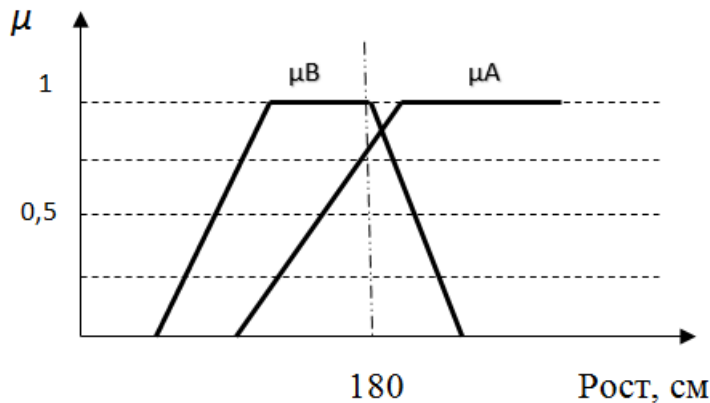
Нечетким отношением называется...

- (1) композиция нечетких множеств
- (2) декартово произведение нечетких множеств
- (3) подмножество декартова произведения нечетких множеств

+ (4) нечеткое подмножество декартова произведения четких множеств

Задание #4

На рисунке показаны графики функции принадлежности нечетких множеств - «Высокий рост» и - «Средний рост». Определить степень принадлежности человека ростом 180 см к первому ($\mu_A/180$) и второму ($\mu_B/180$) множествам.



(1) $\mu_A/180 = \mu_B/180 = \min \{0,75, 1\}$

(2) $\mu_A/180 = \mu_B/180 = \max \{0,75, 1\}$

(3) $\mu_A/180 = \mu_B/180 = 0,5 * (\mu_A/180 + \mu_B/180) = 0,875$

+ (4) $\mu_A/180 = 0,75, \mu_B/180 = 1$

Задание #5

Какими свойствами должна обладать t-норма?

+ (1) коммутативность

+ (2) ассоциативность

(3) дистрибутивность

(4) идемпотентность

+ (5) ограниченность

+ (6) монотонность

(7) непрерывность

Задание #6

Что является множеством значений лингвистической переменной?

(1) множество нечетких переменных

(2) множество слов естественного языка

+ (3) терм-множество

(4) множество функций принадлежности

Задание #7

Семантическое правило описывает:

(1) процедуру порождения новых значений лингвистической переменной

+ (2) процедуру вычисления смысла лингвистических значений

(3) процедуру построения лингвистической переменной

(4) процедуру вычисления значений лингвистической переменной

Задание #8

Нечеткое число называется унимодальным, если:

(1) его высота равна единице

+ (2) существует единственная точка, степень принадлежности которой данному нечеткому числу равна единице

(3) существует единственная точка, степень принадлежности которой данному нечеткому числу больше, чем степень принадлежности всех остальных точек

Задание #9

Какие из следующих высказываний можно формализовать нечетким треугольным числом?

+ (1) "около 5"

(2) "не меньше 5"

(3) "немного больше 5"

+ (4) "приблизительно равно 5"

(5) "между 5 и 6"

Задание #10

Как называется система нечетких правил типа A1 и/или A2 и/или ... и/или An, то B1 и/или ... и/или Bn?

+ (1) нечеткой базой данных

(2) нечеткой экспертной системой

(3) формализацией процесса нечеткого вывода

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задание #1

Что является входом искусственного нейрона?

+ (1) множество сигналов

(2) единственный сигнал

(3) весовые значения

(4) значения активационной функции

Задание #2

Можно ли построить однослойную нейронную сеть с обратными связями?

+ (1) да

(2) нет

Задание #3

Как происходит обучение нейронной сети?

(1) эксперты настраивают нейронную сеть

(2) сеть запускается на обучающем множестве, и незадействованные нейроны выкидываются

+ (3) сеть запускается на обучающем множестве, и подстраиваются весовые значения

(4) сеть запускается на обучающем множестве, и добавляются или убираются соединения между нейронами

Задание #4

Искусственный нейрон

(1) является моделью биологического нейрона

+ (2) имитирует основные функции биологического нейрона

(3) по своей функциональности превосходит биологический нейрон

Задание #5

Входом персептрона являются:

+ (1) вектор, состоящий из действительных чисел

(2) значения 0 и 1

(3) вектор, состоящий из нулей и единиц

(4) вся действительная ось (-?; +?)

Задание #6

Однослойный персептрон решает задачи:

+ (1) аппроксимации функций

(2) распознавания образов

+ (3) классификации

Задание #7

Все ли нейроны многослойного персептрона возможно обучить?

(1) только нейроны первого слоя

(2) да

+ (3) только нейроны последнего слоя

Задание #8

Активационной функцией называется:

(1) функция, суммирующая входные сигналы нейрона

+ (2) функция, вычисляющая выходной сигнал нейрона

(3) функция, распределяющая входные сигналы по нейронам

(4) функция, корректирующая весовые значения

Задание #9

Память называется ассоциативной, если извлечение необходимой информации происходит по:

+ (1) по содержанию данной информации

(2) имеющимся образцам

(3) адресу начальной точки данной информации

Задание #10

Фаза поиска считается успешно завершённой, если:

- +(1) найдется нейрон, в котором запомнен образ, достаточно похожий на входной образ
- (2) весовые значения «победившего» нейрона из слоя распознавания будут подкорректированы согласно данному входному вектору
- (3) входному образу будет сопоставлен нейрон, в котором никакой информации еще не было запомнено

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задание #1

Пусть $U=\{1,2,\dots,9\}$, $A1=\{1,2,3\}$, $A2=\{3,4,5\}$, $A3=\{5,6,7\}$, $A4=\{7,8,9\}$, $B=\{3,4,5,6,7\}$.

Методом вычисления частичной принадлежности друг другу строгих множеств найдите нечеткое множество $B?$, определенное на универсуме $\{A1,A2,A3,A4\}$.

- (1) $B?=\{ \langle A1;1/9 \rangle, \langle A2;3/5 \rangle, \langle A3;4/5 \rangle, \langle A4;1/7 \rangle \}$
- (2) $B?=\{ \langle 3;1/7 \rangle, \langle 4;3/5 \rangle, \langle 5;1 \rangle, \langle 6;3/5 \rangle, \langle 7;1/7 \rangle \}$
- +(3) $B?=\{ \langle A1;1/7 \rangle, \langle A2;3/5 \rangle, \langle A3;3/5 \rangle, \langle A4;1/7 \rangle \}$

Задание #2

Запишите логические выражения, описывающие на экране, разбитом на клетки с координатами, букву А, как показано на рисунке. Учтите возможность ее допустимого искажения при изображении.

	•	
•		•
•	•	•
•	•	•
•		•

- +(1) $(1,1) \wedge (1,3) \wedge (2,1) \wedge ((2,2) \vee (3,2)) \wedge (2,3) \wedge ((3,1) \wedge (3,3)) \wedge (4,1) \wedge (4,3) \wedge (5,2)$
- (2) $(1,1) \wedge (1,3) \wedge (2,1) \wedge (2,2) \wedge (3,2) \wedge (2,3) \wedge (3,1) \wedge (3,3)) \wedge (4,1) \wedge (4,3) \wedge (5,2)$
- (3) $(1,1) \wedge (1,3) \wedge (2,1) \wedge ((2,2) \vee (3,2)) \wedge (2,3) \wedge (3,1) \wedge (3,3) \wedge (4,1) \wedge (4,3) \wedge ((5,1) \vee (5,2) \vee (5,3))$

Задание #3

По точно известным ситуациям, на основе 5 - 6 достоверных, т.е. "единичных", наборов данных, произведите верификацию всех вариантов выполнения системы принятия решений: "электронной" схемы, схемы на нечеткой логике, "многослойной" и однослойной нейронной сети. Каждый удовлетворительный результат анализа сопровождайте расчетом 2 - 3 (единых для всех способов построения СПР) вариантов нечеткого задания данных. Результаты должны совпасть. При задании возбуждения рецепторов следуйте принципу исчерпывающих множеств событий.

Запишите логические выражения, описывающие на экране, разбитом на клетки с координатами, букву В, как показано на рисунке. Учтите возможность ее допустимого искажения при изображении.

•	•	•
•		•
•	•	
•		•
•	•	•

$$\begin{aligned}
 & (1) (1,1) \wedge (1,2) \wedge (1,3) \wedge (2,1) \wedge ((2,3) \wedge (3,1)) \wedge (3,2) \wedge (4,1) \wedge (4,3) \wedge ((5,1) \vee (5,2) \vee (5,3)) \\
 & + (2) (1,1) \wedge (1,2) \wedge (1,3) \wedge (2,1) \wedge ((2,3) \wedge (3,1)) \wedge (3,2) \wedge ((4,1) \vee (5,1)) \wedge (4,3) \wedge ((5,2) \vee (5,3)) \\
 & (3) (1,1) \wedge (1,2) \wedge (1,3) \wedge (2,1) \wedge ((2,3) \wedge (3,1)) \wedge (3,2) \wedge ((4,1) \vee (5,1)) \wedge (4,3) \wedge ((5,2) \vee (5,3))
 \end{aligned}$$

Задание #4

По точно известным ситуациям, на основе 5 - 6 достоверных, т.е. "единичных", наборов данных, произведите верификацию всех вариантов выполнения системы принятия решений: "электронной" схемы, схемы на нечеткой логике, "многослойной" и однослойной нейронной сети. Каждый удовлетворительный результат анализа сопровождайте расчетом 2 - 3 (единых для всех способов построения СПР) вариантов нечеткого задания данных. Результаты должны совпасть. При задании возбуждения рецепторов следуйте принципу исчерпывающих множеств событий.

Запишите логические выражения, описывающие на экране, разбитом на клетки с координатами, букву С, как показано на рисунке. Учтите возможность ее допустимого искажения при изображении.

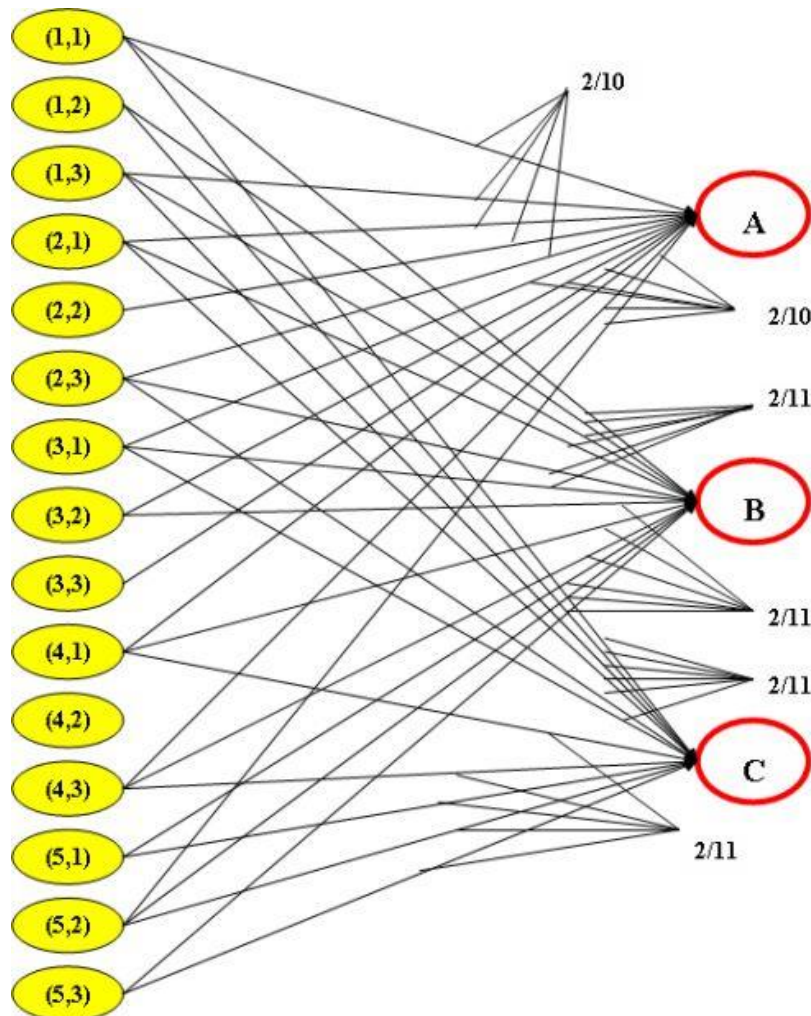
•	•	•
•		•
•		
•		•
•	•	•

- (1) $(1,1) \wedge (1,2) \wedge ((1,3) \vee (2,3)) \wedge (2,1) \wedge (3,1) \wedge (4,1) \vee (5,1) \wedge (5,2) \wedge ((5,3) \vee (4,3))$
+ (2) $((1,1) \vee (1,2)) \wedge ((1,3) \vee (2,3)) \wedge (2,1) \wedge (3,1) \wedge (4,1) \vee (5,1) \wedge (5,2) \wedge ((5,3) \vee (4,3))$
(3) $((1,1) \vee (1,2)) \wedge ((1,3) \vee (2,3)) \wedge (2,1) \wedge (3,1) \wedge (4,1) \vee (4,3) \wedge (5,1) \wedge ((5,2) \vee (5,3))$

Задание #5

По точно известным ситуациям, на основе 5 - 6 достоверных, т.е. "единичных", наборов данных, произведите верификацию всех вариантов выполнения системы принятия решений: "электронной" схемы, схемы на нечеткой логике, "многослойной" и однослойной нейронной сети. Каждый удовлетворительный результат анализа сопровождайте расчетом 2 - 3 (единиц для всех способов построения СПР) вариантов нечеткого задания данных. Результаты должны совпасть. При задании возбуждения рецепторов следуйте принципу исчерпывающих множеств событий.

Нейронная сеть для обучения трем буквам, приведена на рисунке.



Показаны веса связей – одинаковые для каждой буквы. Функция активации $tanh$ представляет собой сумму величин возбуждения рецепторов, каждый из которых входит в область экрана, покрываемую эталоном буквы. Для порога распознавания $tanh$ определите, на какую букву более всего похож вариант возбуждения рецепторов? $(1,1) = 0,9$, $(1,2) = 0$, $(1,3) = 0,9$, $(2,1) = 1$, $(2,2) = 0,1$, $(2,3) = 1$, $(3,1) = 0,8$, $(3,2) = 0,9$, $(3,3) = 1$, $(4,1) = 0,9$, $(4,2) = 0,1$, $(4,3) = 1$, $(5,1) = 0$, $(5,2) = 0,9$, $(5,3) = 0,1$.

+(1) это буква А

(2) это буква В

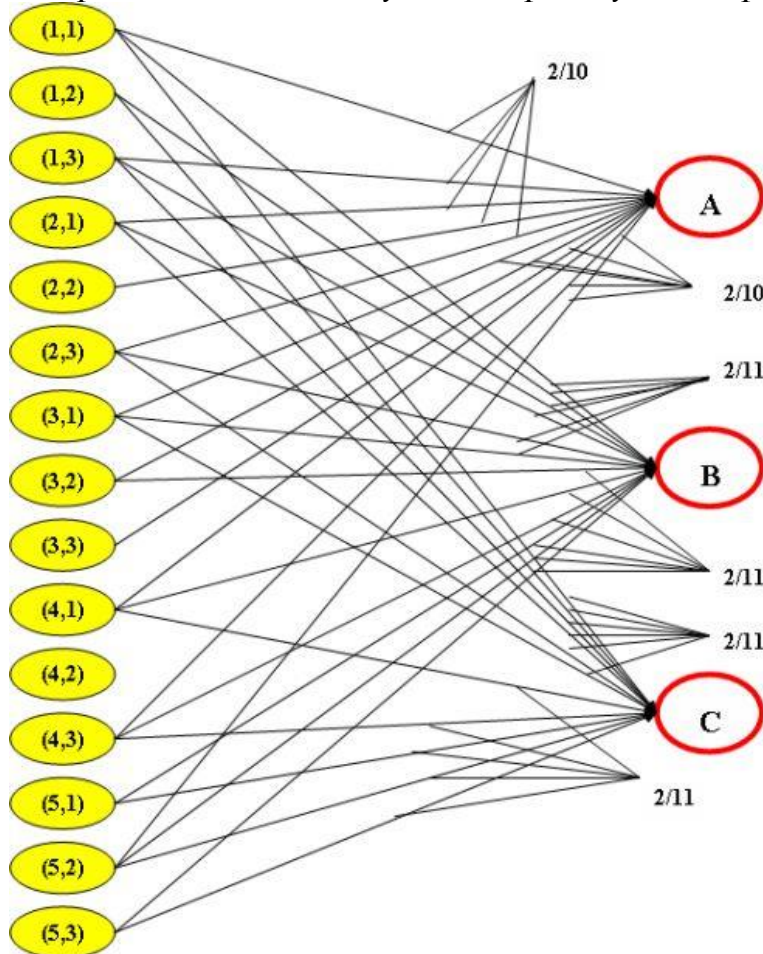
(3) это буква С

(4) это не похоже ни на одну из известных букв

Задание #6

По точно известным ситуациям, на основе 5 - 6 достоверных, т.е. "единичных", наборов данных, произведите верификацию всех вариантов выполнения системы принятия решений: "электронной" схемы, схемы на нечеткой логике, "многослойной" и однослойной нейронной сети. Каждый удовлетворительный результат анализа сопровождайте расчетом 2 - 3 (единиц для всех способов построения СПР) вариантов нечеткого задания данных. Результаты должны совпасть. При задании возбуждения рецепторов следуйте принципу исчерпывающих множеств событий.

Нейронная сеть для обучения трем буквам, приведена на рисунке.



Показаны веса связей – одинаковые для каждой буквы. Функция активации $\tanh$ представляет собой сумму величин возбуждения рецепторов, каждый из которых входит в область экрана, покрываемую эталоном буквы. Для порога распознавания $\tanh$ определите, на какую букву более всего похож вариант возбуждения рецепторов? $(1,1) = 0,9$, $(1,2) = 1$, $(1,3) = 0,9$, $(2,1) = 1$, $(2,2) = 0,1$, $(2,3) = 1$, $(3,1) = 0,8$, $(3,2) = 0,9$, $(3,3) = 0,1$, $(4,1) = 0,9$, $(4,2) = 0$, $(4,3) = 0,8$, $(5,1) = 0,9$, $(5,2) = 0,9$, $(5,3) = 0,8$.

(1) это буква A

+ (2) это буква B

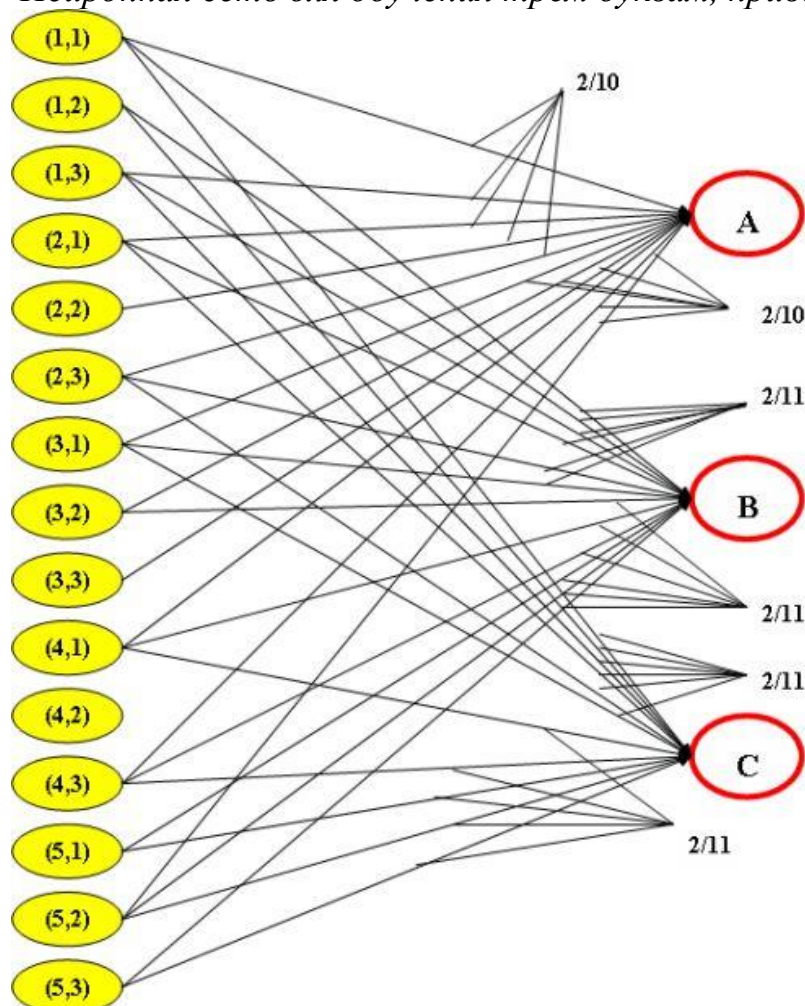
(3) это буква C

(4) это не похоже ни на одну из известных букв

Задание #7

По точно известным ситуациям, на основе 5 - 6 достоверных, т.е. "единичных", наборов данных, произведите верификацию всех вариантов выполнения системы принятия решений: "электронной" схемы, схемы на нечеткой логике, "многослойной" и однослойной нейронной сети. Каждый удовлетворительный результат анализа сопровождайте расчетом 2 - 3 (единиц для всех способов построения СПР) вариантов нечеткого задания данных. Результаты должны совпасть. При задании возбуждения рецепторов следуйте принципу исчерпывающих множеств событий.

Нейронная сеть для обучения трем буквам, приведена на рисунке.



Показаны веса связей – одинаковые для каждой буквы. Функция активации $\tanh$ представляет собой сумму величин возбуждения рецепторов, каждый из которых входит в область экрана, покрываемую эталоном буквы. Для порога распознавания $\tanh$ определите, на какую букву более всего похож вариант возбуждения рецепторов? $(1,1) = 0,9$, $(1,2) = 0,9$, $(1,3) = 0,9$, $(2,1) = 1$, $(2,2) = 0,1$, $(2,3) = 1$, $(3,1) = 0,9$, $(3,2) = 0$, $(3,3) = 0,1$, $(4,1) = 0,9$, $(4,2) = 0$, $(4,3) = 1$, $(5,1) = 0,9$, $(5,2) = 0,9$, $(5,3) = 0,1$.

(1) это буква А

+ (2) это буква В или С

(3) это буква С

(4) это не похоже ни на одну из известных букв

Задание #8

Исследуйте диагностические возможности логических нейронных сетей. Рассмотрите принципы медицинской диагностики.

+ (1) логическая нейронная сеть способна заменить собой самый высококвалифицированный консилиум мировых светил, благодаря воплощению коллективного опыта, в том числе, - этих самых светил. На основе неполных и неточных данных о симптомах болезни, но на основе характера проявления, она запоминает дальнейшую стратегию диагностирования – до успешного

получения результата. При этом нейронные сети способны образовывать длинные логические цепочки и обладать обратными связями

(2) при формировании запроса к логической нейронной сети указываются известные, возможно, неполные и неточные проявления болезни, такие, как температура, боль в горле и др. В результате первого цикла обработки нейросеть выдает рекомендацию о дальнейших действиях (анализах) для повышения степени определенности информации о болезни. Так, цикл за циклом, эта информация уточняется, и на основе отображенного в нейросети (постоянно уточняемого!) опыта квалифицированных специалистов устанавливается диагноз и необходимое лечение

(3) при формировании запроса к логической нейронной сети указываются известные, возможно, неполные и неточные проявления болезни, такие, как температура, боль в горле и др. Нейросеть выдает рекомендацию о дальнейших действиях (анализах) для повышения степени определенности информации о болезни. В соответствии с обратными связями, начальная информация уточняется, и на основе отображенного в нейросети (постоянно дополняемого!) опыта квалифицированных специалистов устанавливается диагноз и необходимое лечение

Задание #9

Исследуйте диагностические возможности логических нейронных сетей. Рассмотрите принципы компьютерной диагностики на основе динамического выбора стратегии поиска неисправностей.

+ (1) на основе теории контроля и диагностики электронной аппаратуры, а также на основе опыта специалистов, нейронная сеть формирует оптимальную, уточняемую динамически, последовательность запуска тестов для локализации неисправности в минимальное время

(2) если аппаратный контроль показал наличие неустранимого сбоя или отказа, первичная информация об этом событии возбуждает те рецепторы логической нейронной сети, которые соответствуют характеру его проявления. Это на ранней стадии способствует сокращению времени диагностики. Собственно диагностика производится с помощью последовательного принятия решений о сужении области поиска отказа – до его локализации. Ветвящийся поиск осуществляется с помощью логической нейронной сети, реализующей связки типа "если – то"

(3) компьютерная диагностика производится на стадии регламентного контроля оборудования. Моделируется отказ и запускается система диагностики. Нейронная сеть способна запомнить большое число связей вида "если – то", позволяющих на основе большого числа известных ситуаций быстро установить причину отказа

Задание #10

Сформулируйте свои соображения о построении логической нейронной сети. Рассмотрите возможности защиты от несанкционированного, в том числе – насильственного, доступа.

+(1) основной информацией для средств защиты является комбинация условных сигналов и "почерк" пользователя. В результате статистической обработки этой информации в реальном времени на рецепторном слое нейронной сети формируется возбуждение. На основе индивидуальных характеристик производится распознавание пользователя. При насильственном воздействии на пользователя, на основе его психологического состояния правильность распознавания нарушается, что является сигналом тревоги

(2) основной информацией для средств защиты является комбинация условных сигналов, согласованных со службой безопасности, и "почерк" пользователя. В результате статистической обработки этой информации на рецепторном слое нейронной сети формируется возбуждение. На основе индивидуальных характеристик производится распознавание пользователя. При насильственном воздействии на пользователя, даже в случае подкупа, на основе его психологического состояния устанавливается несоответствие пользователя тому, который должен работать в настоящее время

(3) основной информацией для средств защиты является комбинация условных сигналов, согласованных со службой безопасности, и "почерк" пользователя. В результате статистической обработки этой информации на рецепторном слое нейронной сети формируется возбуждение. На основе индивидуальных характеристик производится распознавание пользователя. При насильственном воздействии на пользователя, даже в случае подкупа, он формирует условный сигнал тревоги

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

- 1. Возникновение нечетких множеств. Нечеткая логика. Мягкие вычисления.*
- 2. Определения нечетких множеств. Диаграмма Заде. Представления нечетких множеств. Диаграмма Венна.*
- 3. Характеристики, операции, свойства нечетких множеств*
- 4. Основные типы функций принадлежности. Нечеткие отношения*
- 5. Определения нечеткой и лингвистической переменных.*
- 6. Нечеткие величины, числа и интервалы.*
- 7. Треугольные нечеткие числа и трапецевидные нечеткие интервалы*
- 8. Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Нечеткие предикаты.*
- 9. Основные логические операции с нечеткими высказываниями. Логическое отрицание нечетких высказываний.*
- 10. Логическая конъюнкция нечетких высказываний. Логическая дизъюнкция нечетких высказываний.*
- 11. Нечеткая импликация. Нечеткая эквивалентность. Правила нечетких продукций.*
- 12. Прямой и обратный методы вывода заключений в системах нечетких продукций*

13. Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы нечеткого вывода. Формирование базы правил систем нечеткого вывода.

14. История исследования в области нейронных сетей. Биологический нейрон.

15. Структура и функционирование искусственного нейрона. Постановка задачи обучения нейронной сети.

16. Классификация нейронных сетей и их свойства.

17. Эффективность нейронных сетей. Многослойная нейронная сеть.

18. Решение задач классификации, распознавания образов, прогнозирования и управления с помощью указанных классов нейронных сетей.

19. Нечеткий нейрон. Архитектура нечеткой (гибридной) нейронной сети.

20. Обучение гибридной нейронной сети.

21. Решение задачи классификации с помощью гибридной нейронной сети.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по билетам, включающим по два вопроса. Допуском к зачету является выполнение всех лабораторных работ и положительное текущее тестирование.

Зачет ставится, если студент выполнил все лабораторные работы, прошел тестирование по темам теоретического материала и ответил на один или два вопроса.

Зачет не ставится, если студент не выполнил лабораторные работы и не ответил ни на один вопрос на зачете.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Теория нечетких множеств, операции над ними.	ПК-4, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
2	Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы	ПК-4, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
3	Основы нечеткой логики	ПК-4, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
4	Системы нечеткого вывода	ПК-4, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
5	Нечеткие модели	ПК-4, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ

6	Технологии машинного обучения. Модели машинного обучения.	ПК-4, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
7	Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей	ПК-4, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
8	Стандартные архитектуры нейронных сетей.	ПК-4, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
9	Гибридные нейронные сети	ПК-4, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие / Яхьяева Г.Э.. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 315 с. — ISBN 978-5-4497-0665-2.

- Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97552.html>
2. Белозерова Г.И. Нечеткая логика и нейронные сети : учебное пособие / Белозерова Г.И., Скуднєв Д.М., Кононова З.А.. — Липецк : Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семёнова-Тян-Шанского, 2017. — 63 с. — ISBN 978-5-88526-875-2 (Ч. 1), 978-5-88526-874-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101639.html>
3. Седов В.А. Введение в нейронные сети: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Нейроинформатика» для студентов специальности 09.03.02 «Информационные системы и технологии» / Седов В.А., Седова Н.А.. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 30 с. — ISBN 978-5-4486-0047-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69319.html>
4. Горожанина Е.И. Нейронные сети: учебное пособие / Горожанина Е.И.. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 84 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75391.html>
5. Седова Н.А. Теория нечетких множеств : учебное пособие / Седова Н.А., Седов В.А.. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 421 с. — ISBN 978-5-4497-0196-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/86526.html>
6. Павлова А.И. Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей: учебное пособие / Павлова А.И.. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 191 с. — ISBN 978-5-7014-0801-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87110.html>
7. Барский А.Б. Введение в нейронные сети : учебное пособие / Барский А.Б.. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 357 с. — ISBN 978-5-4497-0309-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/89426.html>
8. Организация самостоятельной работы обучающихся: методические указания для студентов, осваивающих основные образовательные программы высшего образования – бакалавриата, специалитета, магистратуры: методические указания / сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина, В.Р. Демидов; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж, 2020. – 14 с.
9. Методические рекомендации по выполнению курсовых проектов (работ) по программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета, магистратуры / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2020. 10 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Лицензионное ПО:

- Windows Professional 7 Single Upgrade MVL A Each Academic
- Microsoft Office Word 2007
- Microsoft Office Power Point 2007

Свободно распространяемое ПО:

- Microsoft Visual Studio Community Edition
- Microsoft SQL Server Express
- Microsoft SQL Server Managment Studio
- СУБД MS SQL Server 2012

Отечественное ПО:

- Яндекс.Браузер
- Архиватор 7z
- Astra Linux

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- Образовательный портал ВГТУ
- <http://www.edu.ru/>
- <https://metanit.com/>

Информационно-справочные системы:

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных:

- <https://proglib.io>
- <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/>
- <https://docs.microsoft.com/>

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- лекции с применением мультимедийных средств;
- обучение прикладным информационным технологиям, ориентированным на специальность, в рамках лабораторных работ с применением лицензионного программного обеспечения.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Для проведения лабораторных работ необходима лаборатория с ПК, оснащенными программами для проведения лабораторного практикума и

обеспечивающими возможность доступа к локальной сети кафедры и Интернет, из следующего перечня:

- 408 (Лаборатория разработки программных систем)
- 412 (Лаборатория микропроцессорной техники)
- 415 (Лаборатория распределённых вычислений)
- 419 (Лаборатория телекоммуникационных систем)
- 417 (Лаборатория проектирования вычислительных комплексов и сетей)

Лаборатории расположены по адресу: 394018, г. Воронеж, Плехановская, 11 (учебный корпус №2).

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Нечеткие множества и нейронные сети» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию обо всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта, защитой лабораторных работ и на зачете при ответе на вопросы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента (особенности деятельности студента инвалида и лица с ОВЗ, при наличии таких обучающихся)
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторные занятия	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать

	все возможности лабораторных занятий для подготовки к ним необходимо: разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебного пособия, проработать дополнительную литературу и источники, изучить методическое обеспечение лабораторной работы.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - выполнение курсового проекта; - оформление расчетно-пояснительной записки; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к дифференцированному зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение индивидуальных заданий на лабораторных занятиях.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата вне- сения из- менений	Подпись заведующе- го кафедрой, ответ- ственной за реализа- цию ОПОП