

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 16.12.2021 20:54:42  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d0640c27095bbe70ca254d167520e53876728

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение высшего образования**  
**«Юго-Западный государственный университет»**  
**(ЮЗГУ)**

**Кафедра биомедицинской инженерии**

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Проректор по учебной работе**  
**О.И. Поктионова**  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.



**МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ**

Методические рекомендации по организации и выполнению  
самостоятельной работы для обучающихся по программам высшего  
образования по направлениям 12.04.04, 12.06.01 и 09.06.01

Курск 2018

УДК 004.93:61

Составитель: С.А. Филист.

Рецензент

Доктор технических наук, профессор Р.А. Томакова

**Мягкие вычисления и нейронные сети:** методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.А. Филист. - Курск, 2018. - 27 с.

Предназначены для обучающихся по программам высшего образования по направлениям 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии», 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии (Приборы, системы и изделия медицинского назначения)» и 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника (Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы))».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 1.03 18. Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л. 1,4. Уч.-изд.л. 1,3 Тираж 100 экз. Заказ: 1438. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

# 1 Самостоятельная работа студентов (СРС)

## Задание №1

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации. Сеть необходимо обучить классификации по пяти классам по 10-20 числовым признакам.

**Используемая модель:одномерная сеть Кохонена.**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых характеристик объектов и задать их диапазоны. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью от 10 до 20 примеров для каждого класса. Предусмотреть нормализацию входных векторов (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу нейронной сети Кохонена и провести обучение сети по алгоритму WTA.

Провести обучение сети Кохонена по алгоритму Кохонена с прямоугольным соседством (2 занятие).

Продемонстрировать работу сети Кохонена преподавателю.

Исследовать эффективность алгоритмов обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности классификации от алгоритма обучения.

Исследовать зависимость погрешности классификации от объёма обучающей выборки.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 6, 7, 8 (3 занятие).

Примерные предметные области:

Классификация типов самолётов.

Классификация типов автомобилей.

Классификация типов компьютеров.

Классификация заболеваний человека.

Классификация растений.

## Задание №2

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации и кластеризации. Сеть необходимо обучить классификации по пяти классам по 10–20 числовым признакам.

**Используемая модель: двумерная карта Кохонена.**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых характеристик объектов и задать их диапазоны. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью от 10 до 20 примеров для каждого класса. Предусмотреть нормализацию входных векторов (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу карты Кохонена и провести обучение сети по алгоритму Кохонена с прямоугольным соседством.

Провести обучение карты Кохонена по алгоритму Кохонена с гауссовым соседством (2 занятие).

Продемонстрировать работу сети Кохонена преподавателю.

Исследовать эффективность алгоритмов обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности классификации от алгоритма обучения.

Исследовать зависимость погрешности классификации от объёма обучающей выборки.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 6, 7, 8 (3 занятие).

Примерные предметные области:

Классификация типов самолётов.

Классификация типов автомобилей.

Классификация типов компьютеров.

Классификация заболеваний человека.

Классификация растений.

### Задание №3

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации. Сеть необходимо обучить классификации по десяти классам по 10–20 количественным или качественным признакам, задаваемым бинарными значениями.

**Используемая модель: сеть Хопфилда.**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых или качественных характеристик объектов и задать их значения. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью 10–20 примеров (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу нейронной сети Хопфилда и провести обучение сети по правилу Хебба.

Провести обучение сети Хопфилда по методу проекций или  $\Delta$  – проекций (2 занятие).

Продемонстрировать работу сети Хопфилда преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности классификации от алгоритма обучения.

Исследовать зависимость погрешности классификации от уровня «искажения» классифицируемого объекта.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 6, 7, 8 (3 занятие).

Примерные предметные области:

Классификация графических образов цифр.

Классификация графических образов букв.

Классификация видов млекопитающих.

Классификация видов растений.

Классификация заболеваний человека.

## Задание №4

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации. Сеть необходимо обучить классификации по десяти классам по 10–20 количественным или качественным признакам, задаваемым бинарными значениями.

**Используемая модель: сеть Хемминга.**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых или качественных характеристик объектов и задать их значения. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью 10–20 примеров (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу нейронной сети Хемминга и провести обучение сети.

Продемонстрировать работу сети Хемминга преподавателю (2 занятие).

Исследовать зависимость погрешности классификации от уровня «искажения» классифицируемого объекта.

Исследовать зависимость погрешности классификации от объёма обучающей выборки.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5,6 (3 занятие).

Примерные предметные области:

Классификация графических образов цифр.

Классификация графических образов букв.

Классификация видов млекопитающих.

Классификация видов растений.

Классификация заболеваний человека.

## Задание №5

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи

классификации. Сеть необходимо обучить классификации от двух до пяти классов по 10–20 числовым признакам.

**Используемая модель: многослойный персептрон.**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых характеристик объектов и задать их диапазоны. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью от 20 до 30 примеров для каждого класса (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу многослойного персептрона и провести обучение сети по методу наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения ошибки. Выбрать начальное значение числа скрытых слоёв, равным единице, число нейронов в скрытом слое – равным полусумме входов и выходов сети.

Провести обучение многослойного персептрона по одному из следующих алгоритмов: с учётом моментов, RPROP, QuickProp.

Продемонстрировать работу многослойного персептрона преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритмов обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности обучения от объёма обучающей выборки.

Исследовать зависимость погрешности классификации от структуры сети (числа скрытых слоёв, числа нейронов скрытого слоя, типа функции активации).

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 6, 7, 8 (3 занятие).

Примерные предметные области:

Классификация типов самолётов.

Классификация типов автомобилей.

Классификация типов компьютеров.

Классификация заболеваний человека.

Классификация растений.

## Задание №6\*

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации. Сеть необходимо обучить классификации от двух до пяти классов по 10–20 числовым признакам.

**Используемая модель: рекуррентная сеть Эльмана.**

**Задание.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых характеристик объектов и задать их диапазоны. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью от 20 до 30 примеров для каждого класса (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу сети Эльмана и провести обучение сети по алгоритму наискорейшего спуска или по алгоритму наискорейшего спуска с учётом моментов с использованием метода обратного распространения ошибки. Выбрать начальное значение числа скрытых слоёв, равным единице, число нейронов в скрытом слое – равным полусумме входов и выходов сети.

Продемонстрировать работу сети Эльмана преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритмов обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности обучения от объёма обучающей выборки.

Исследовать зависимость погрешности классификации от структуры сети (числа скрытых слоёв, числа нейронов скрытого слоя, типа функции активации).

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 6, 7, 8 (3 занятие).

Примерные предметные области:

Классификация типов самолётов.

Классификация типов автомобилей.

Классификация типов компьютеров.



Классификация заболеваний человека.  
Классификация растений.

### Задание №7

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации. Сеть необходимо обучить классификации от двух до пяти классов по 10–20 числовым признакам.

**Используемая модель: радиально-базисная сеть.**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых или качественных характеристик объектов и задать их значения. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью от 20 до 30 примеров для каждого класса (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу радиально-базисной сети и провести обучение сети по следующим алгоритмам: подбор центров и радиусов функций по методу K-усреднений, подбор весов сети – по методу наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения ошибки, или провести обучение всех параметров сети по методу наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения.

Продемонстрировать работу радиально-базисной сети преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритмов обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности обучения от объёма обучающей выборки.

Исследовать зависимость погрешности классификации от числа нейронов скрытого слоя.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6 (3 занятие).

Примерные предметные области:  
Классификация типов самолётов.

Классификация типов автомобилей.  
Классификация типов компьютеров.  
Классификация заболеваний человека.  
Классификация растений.

### **Задание №8\***

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации. Сеть необходимо обучить классификации от двух до пяти классов по 10-20 числовым признакам.

**Используемая модель: гипер радиально-базисная сеть.**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых или качественных характеристик объектов и задать их значения. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью от 20 до 30 примеров для каждого класса (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу гипер радиально-базисной сети и провести обучение всех параметров сети по методу наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения или гибриднему алгоритму обучения.

Продемонстрировать работу радиально-базисной сети преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритмов обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности обучения от объёма обучающей выборки.

Исследовать зависимость погрешности классификации от числа нейронов скрытого слоя.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6 (4 занятие).

Примерные предметные области:

Классификация типов самолётов.  
Классификация типов автомобилей.  
Классификация типов компьютеров.

Классификация заболеваний человека.  
Классификация растений.

### **Задание №9\***

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации при неполных или недостоверных данных. Сеть необходимо обучить классификации по пяти классам по 20 количественным или качественным признакам, задаваемым бинарными значениями.

**Используемая модель:** **нечёткая нейронная продукционная сеть Ванга-Менделя.**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10-20 числовых или качественных характеристик объектов и задать их значения. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью от 10 до 20 примеров для каждого класса (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу сети Ванга-Менделя и провести обучение сети по адаптивному алгоритму.

Продемонстрировать работу сети Ванга-Менделя преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения предельного евклидова расстояния между входным вектором и центром кластера.

Исследовать зависимость погрешности обучения от объёма обучающей выборки.

Исследовать зависимость погрешности классификации от числа эпох обучения.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6, 7 (3 занятие).

Примерные предметные области:

Классификация типов самолётов.

Классификация типов автомобилей.

Классификация типов компьютеров.

Классификация заболеваний человека.  
Классификация растений.

### **Задание №10\***

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации при неполных или недостоверных данных. Сеть необходимо обучить классификации по пяти классам по 10–20 количественным или качественным признакам, задаваемым бинарными значениями.

**Используемая модель:** нечёткая нейронная продукционная сеть Такаги-Сугэно-Канга (TSK).

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых или качественных характеристик объектов и задать их значения. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью от 10 до 20 примеров для каждого класса (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу сети Такаги-Сугэно-Канга и провести обучение сети по одному из следующих алгоритмов: подбор центров и радиусов функций по алгоритму нечёткой самоорганизации C-means, весов сети по методу наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения; всех параметров сети по гибриднему алгоритму обучения.

Продемонстрировать работу сети Такаги-Сугэно-Канга преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности классификации от объёма обучающей выборки.

Исследовать зависимость погрешности классификации от типа функции фуззификации.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6, 7 (3 занятие).

Примерные предметные области:  
Классификация типов самолётов.  
Классификация типов автомобилей.  
Классификация типов компьютеров.  
Классификация заболеваний человека.  
Классификация растений.

### **Задание №11\***

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации при неполных или недостоверных данных. Сеть необходимо обучить классификации по пяти классам по 10–20 количественным или качественным признакам, задаваемым бинарными значениями.

**Используемая модель: нечёткий многослойный персептрон.**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых или качественных характеристик объектов и задать их значения. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью от 20 до 30 примеров для каждого класса (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу нечёткого многослойного персептрона и провести обучение нечёткого слоя сети по алгоритму нечёткой самоорганизации C-means.

Провести обучение чёткого слоя сети по методу наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения ошибки.

Продемонстрировать работу нечёткого многослойного персептрона преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности классификации от числа нейронов скрытого слоя.

Исследовать зависимость погрешности классификации от объёма обучающей выборки.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 6, 7, 8. (3 занятие).

Примерные предметные области:

Классификация типов самолётов.

Классификация типов автомобилей.

Классификация типов компьютеров.

Классификация заболеваний человека.

Классификация растений.

### **Задание №12\***

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи классификации при неполных или недостоверных данных. Сеть необходимо обучить классификации по пяти классам по 10–20 количественным или качественным признакам, задаваемым бинарными значениями.

**Используемая модель: сети с нечёткой самоорганизацией в гибридной структуре (гибридный нейронечёткий классификатор).**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать предметную область, отобрать не менее 10 числовых или качественных характеристик объектов и задать их значения. Примеры типов предметных областей для классификации перечислены ниже.

Сгенерировать обучающую выборку размерностью от 20 до 30 примеров для каждого класса (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу гибридной нечёткой сети, и провести обучение сети по алгоритму наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения ошибки.

Продемонстрировать работу гибридной нечёткой сети преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности классификации от типа функции фуззификации.

Исследовать зависимость погрешности классификации от объёма обучающей выборки.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6, 7 (3 занятие).

Примерные предметные области:

Классификация типов самолётов.

Классификация типов автомобилей.

Классификация типов компьютеров.

Классификация заболеваний человека.

Классификация растений.

### **Задание №13**

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи прогнозирования. Сеть необходимо обучить прогнозированию на основе стохастических рядов и рядов реальных данных на 1–3 шага.

**Используемая модель: многослойный персептрон.**

**Задание.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать вид стохастического ряда (по одному из законов распределения случайной величины) и тип реальных данных. Примеры реальных данных приведены ниже.

Сгенерировать стохастический временной ряд размерностью от 100 до 300 отсчётов, найти реальные данные той же размерности (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу многослойного персептрона и провести обучение сети по алгоритму наискорейшего спуска или по алгоритму наискорейшего спуска с учётом моментов с использованием метода обратного распространения ошибки. Выбрать начальное значение числа скрытых слоёв, равным единице, число нейронов в скрытом слое – равным полусумме входов и выходов сети.

Продемонстрировать работу многослойного персептрона преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от способа разделения обучающей выборки на три части: обучающую, тестирующую, контрольную.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от структуры сети (числа скрытых слоёв, числа нейронов скрытого слоя, типа функции активации).

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6, 7 (3 занятие).

Примеры реальных данных:

Отказы аппаратуры.

Метеонаблюдения.

Курсы валют.

Экономические показатели деятельности предприятий (объём продаж, объём производства, объём перевозок и т. д.)

### **Задание №14\***

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи прогнозирования. Сеть необходимо обучить прогнозированию на основе стохастических рядов и рядов реальных данных на 1–3 шага.

**Используемая модель: рекуррентная сеть Эльмана.**

**Задание.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать вид стохастического ряда (по одному из законов распределения случайной величины) и тип реальных данных. Примеры реальных данных приведены ниже.

Сгенерировать стохастический временной ряд размерностью от 100 до 300 отсчётов, найти реальные данные той же размерности (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу сети Эльмана и провести обучение сети по алгоритму наискорейшего спуска или по алгоритму наискорейшего спуска с учётом моментов с использованием метода обратного распространения ошибки. Выбрать начальное значение числа скрытых слоёв, равным единице, число нейронов в скрытом слое – равным полусумме входов и выходов сети.



Продемонстрировать работу сети Эльмана преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от способа разделения обучающей выборки на три части: обучающую, тестирующую, контрольную.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от структуры сети (числа скрытых слоёв, числа нейронов скрытого слоя, типа функции активации).

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6, 7 (4 занятие).

Примеры реальных данных:

Отказы аппаратуры.

Метеонаблюдения.

Курсы валют.

Экономические показатели деятельности предприятий (объём продаж, объём производства, объём перевозок и т. д.)

### **Задание №15\***

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи прогнозирования. Сеть необходимо обучить прогнозированию на основе стохастических рядов и рядов реальных данных на 1–3 шага.

**Используемая модель: нечёткий многослойный персептрон.**

**Задание.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать вид стохастического ряда (по одному из законов распределения случайной величины) и тип реальных данных. Примеры реальных данных приведены ниже.

Сгенерировать стохастический временной ряд размерностью от 100 до 300 отсчётов, найти реальные данные той же размерности (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу нечёткого многослойного персептрона и провести обучение нечёткого слоя сети по алгоритму нечёткой самоорганизации C-means.

Провести обучение чёткого слоя сети по методу наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения ошибки.

Продемонстрировать работу нечёткого многослойного персептрона преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от структуры сети (числа скрытых слоёв, числа нейронов скрытого слоя, типа функции активации).

Исследовать зависимость погрешности классификации от объёма обучающей выборки.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 6, 7, 8. (3 занятие).

Примеры реальных данных:

Отказы аппаратуры.

Метеонаблюдения.

Курсы валют.

Экономические показатели деятельности предприятий (объём продаж, объём производства, объём перевозок и т. д.)

## Задание №16

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи прогнозирования. Сеть необходимо обучить прогнозированию на основе стохастических рядов и рядов реальных данных на 1–3 шага.

**Используемая модель: радиально-базисная сеть.**

**Задание.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать вид стохастического ряда (по одному из законов распределения случайной величины) и тип реальных данных. Примеры реальных данных приведены ниже.

Сгенерировать стохастический временной ряд размерностью от 100 до 300 отсчётов, найти реальные данные той же размерности (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу радиально-базисной сети и провести обучение сети по следующим алгоритмам: подбор центов и радиусов функций по методу К-усреднений, подбор весов сети – по одному из градиентных алгоритмов (наискорейшего спуска или наискорейшего спуска с моментом) с использованием метода обратного распространения ошибки.

Продемонстрировать работу радиально-базисной сети преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от способа разделения обучающей выборки на три части: обучающую, тестирующую, контрольную и от дальности прогноза.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от числа нейронов в скрытом слое и от типа функции активации.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6, 7 (3 занятие).

Примеры реальных данных:

Отказы аппаратуры.

Метеонаблюдения.

Курсы валют.

Экономические показатели деятельности предприятий (объём продаж, объём производства, объём перевозок и т. д.).

### **Задание №17\***

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи прогнозирования. Сеть необходимо обучить прогнозированию на основе стохастических рядов и рядов реальных данных на 1–3 шага.

**Используемая модель:** гипер радиально-базисная сеть.

**Задание.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать вид стохастического ряда (по одному из законов распределения случайной величины) и тип реальных данных. Примеры реальных данных приведены ниже.

Сгенерировать стохастический временной ряд размерностью от 100 до 300 отсчётов, найти реальные данные той же размерности (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу радиально-базисной сети и провести первичное обучение сети по одному из градиентных алгоритмов (наискорейшего спуска или наискорейшего спуска с моментом) с использованием метода обратного распространения ошибки.

Продемонстрировать работу радиально-базисной сети преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от способа разделения обучающей выборки на три части: обучающую, тестирующую, контрольную и от дальности прогноза.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от числа нейронов в скрытом слое и от типа функции активации.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6, 7 (3 занятие).

Примеры реальных данных:

Отказы аппаратуры.

Метеонаблюдения.

Курсы валют.

Экономические показатели деятельности предприятий (объём продаж, объём производства, объём перевозок и т. д.).

## **Задание №18**

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи прогнозирования. Сеть необходимо обучить прогнозированию на основе стохастических рядов и рядов реальных данных на 1–3 шага.

**Используемая модель: сеть Вольтерри.**

**Задание.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать вид стохастического ряда (по одному из законов распределения случайной величины) и тип реальных данных. Примеры реальных данных приведены ниже.

Сгенерировать стохастический временной ряд размерностью от 100 до 300 отсчётов, найти реальные данные той же размерности (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу сети Вольтерри при  $K = 3$ , провести обучение сети по алгоритму сопряжённых графов.

Увеличить порядок системы до  $K = 4$ , переобучить сеть по алгоритму сопряжённых графов.

Продемонстрировать работу сети Вольтерри преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от порядка системы  $K$ .

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от способа разделения обучающей выборки на три части: обучающую, тестирующую, контрольную (3 занятие).

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 6, 7 (4 занятие).

Примеры реальных данных:

Отказы аппаратуры.

Метеонаблюдения.

Курсы валют.

Экономические показатели деятельности предприятий (объём продаж, объём производства, объём перевозок и т. д.).

### **Задание №19\***

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи прогнозирования. Сеть необходимо обучить прогнозированию на основе стохастических рядов и рядов реальных данных на 1–3 шага.

**Используемая модель: нечёткая нейронная продукционная сеть Ванга-Менделя.**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать вид стохастического ряда (по одному из законов распределения случайной величины) и тип реальных данных. Примеры реальных данных приведены ниже.

Сгенерировать стохастический временной ряд размерностью от 100 до 300 отсчётов, найти реальные данные той же размерности (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу сети Ванга-Менделя и провести обучение сети по адаптивному алгоритму.

Продемонстрировать работу сети Ванга-Менделя преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения предельного евклидова расстояния между входным вектором и центром кластера.

Исследовать зависимость погрешности обучения от объёма обучающей выборки.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от способа разделения обучающей выборки на три части: обучающую, тестирующую, контрольную и от дальности прогноза.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6, 7 (3 занятие).

Примеры реальных данных:

Отказы аппаратуры.

Метеонаблюдения.

Курсы валют.

Экономические показатели деятельности предприятий (объём продаж, объём производства, объём перевозок и т. д.).

### **Задание №20\***

**Цель работы.** Целью данной лабораторной работы является демонстрация способности нейронной сети решать задачи прогнозирования. Сеть необходимо обучить прогнозированию на основе стохастических рядов и рядов реальных данных на 1–3 шага.

**Используемая модель: нечёткая нейронная продукционная сеть Такаги-Сугэно-Канга (TSK).**

**Порядок выполнения работы.** Данная лабораторная работа выполняется в несколько этапов:

Необходимо выбрать вид стохастического ряда (по одному из законов распределения случайной величины) и тип реальных данных. Примеры реальных данных приведены ниже.

Сгенерировать стохастический временной ряд размерностью от 100 до 300 отсчётов, найти реальные данные той же размерности (1 занятие).

Написать программу, имитирующую работу сети Такаги-Сугэно-Канга и провести обучение сети по одному из следующих алгоритмов: подбор центров и радиусов функций по алгоритму нечёткой самоорганизации C-means, весов сети по методу наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения; всех параметров сети по гибриднему алгоритму обучения.

Продемонстрировать работу сети Такаги-Сугэно-Канга преподавателю (2 занятие).

Исследовать эффективность алгоритма обучения от значения коэффициента обучения.

Исследовать зависимость погрешности классификации от объёма обучающей выборки.

Исследовать зависимость погрешности прогнозирования от типа функции фуззификации.

Составить отчёт, который должен содержать постановку задачи, обучающие выборки, результаты исследований по пунктам 5, 6, 7 (3 занятие).

Примеры реальных данных:

Отказы аппаратуры.

Метеонаблюдения.

Курсы валют.

Экономические показатели деятельности предприятий (объём продаж, объём производства, объём перевозок и т. д.).

## Список литературы

1. Осовский С., Нейронные сети для обработки информации, Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
2. Леоненков А. В., Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
3. Зо Тун. Способы и алгоритмы морфологического анализа в задачах распознавания QRS-комплексов / Зо Зо Тун, С. А. Филист, О.В. Шаталова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Белгород. 2011. № 7 (102). Выпуск 18/1. С. 129–136.
4. Зо Зо Тун. Программный модуль для кодирования QRS-комплексов на основе морфологических признаков / Зо Зо Тун, С. А. Филист, С. А. Горбатенко // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. №2. С. 24–29
5. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации: Пер. с пол. И. Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.
6. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс: Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.: ил.
7. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика: Пер. с англ. Ю. А. Зуев. – М.: Мир, 1992.
8. Солдатова О. П. Основы нейроинформатики: учеб. пособие. Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 132 с. ил.
9. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечёткие модели и сети. – М: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.: ил.
10. Руденко О. Г., Бодянский Е. В. Искусственные нейронные сети – Харьков, 2005. – 407с.
11. Котов А., Красильников Н. Кластеризация данных
12. Jain A. K., Murty M. N., Flynn P. J. Data Clustering: A Review. – URL: <http://www/csee/umbc/edu/nicolas/clustering/p264-jain.pdf>.
13. Kogan J., Nicholas C., Teboulle M. Clustering Large and High Dimensional Data. – URL: <http://www/csee/umbc/edu/nicolas/clustering/tutorial.pdf>.
14. Медведев В. С., Потемкин В. Г. Нейронные сети. MATLAB 6 – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496с.



## **2 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **2.1 Основная и дополнительная учебная литература**

#### **а) Основная учебная литература**

1. 1. Сидоркина, Ирина Геннадьевна. Системы искусственного интеллекта [Текст] : учебное пособие / И. Г. Сидоркина. - Москва : КНОРУС, 2016. - 246 с. : рис. - Библиогр.: с. 244-245. - ISBN 978-5-406-04876-4 : 427.16 р.

2. Системная инженерия. Принципы и практика [Текст] = Systems engineering principles and practice : учебник / А. Косяков [и др.] ; пер. с англ. под ред. В. К. Батоврин . - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2014. - 624 с. : ил. - Указ.: с. 610-619. - 400 экз. - ISBN 978-5-97060-122-8 (в пер.) : 875.00 р.

#### **б) Дополнительная учебная литература**

3. Филист С.А. Моделирование систем искусственного интеллекта в среде MATLAB и FUZZYTECH: учебное пособие/С.А. Филист, К.Д.А. Кассим, О.В. Шаталова.- Курск, 2016.- 186 с.

4. Батоврин В.К. Системная и программная инженерия [Электронный ресурс] : Словарь-справочник: учебное пособие для вузов. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 280 с. // Режим доступа - <http://www.knigafund.ru>

5. Экспертные системы : принципы разработки и программирование [Текст] / пер. с англ. Джарратано Д. ; Г. Райли. - 4-е изд. - М. : Вильямс, 2007. - 1152 с.

6. Серегин, М.Ю. Интеллектуальные информационные системы : учебное пособие / М.Ю. Серегин, М.А. Ивановский, А.В. Яковлев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 205 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; Б. ц. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>

7. Рассел, С. Искусственный интеллект. Современный подход [Текст] / С. Рассел, П. Норвиг. - 2-е изд. - М. : Вильямс, 2006. - 1408 с. : ил. - ISBN 5-8459-0887-6 : 711.71 р.

8. Основы теории нечетких и гибридных систем [Текст] : учебное пособие / Н. Г. Ярушкина. - М. : Финансы и статистика, 2004. - 320 с. : ил. – ISBN 5-279-02776-6 : 126.50 р.

9. Девятков, В. В. Системы искусственного интеллекта [Текст] : учеб. пособие / В. В. Девятков. - М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 352 с. : ил. - ISBN 5-7038-1727-7 : 82.50 р.

## **2.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной системы Интернет**

1. <http://www.lib.swsu.ru/> - Электронная библиотека ЮЗГУ
2. <http://window.edu.ru/library> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
3. <http://www.biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
4. [www.statsoft.ru](http://www.statsoft.ru) - Сайт инновационной компании Statsoft
5. [www.exponenta.ru/soft/Statist/Statist.asp](http://www.exponenta.ru/soft/Statist/Statist.asp) - Статистический портал Statistica
6. [http://www.statsoft.ru/resources/statistica\\_text\\_book.php](http://www.statsoft.ru/resources/statistica_text_book.php) - Электронный учебник по статистике «StatSoft»
7. <http://www.physionet.org/> - Исследовательский ресурс для сложных физиологических сигналов «PhysioNet»
8. <http://www.intuit.ru> – Сайт Национального Открытого Университете «ИНТУИТ»
9. <http://videouroki.net> – Видео-уроки для учителей
10. <http://wordexpert.ru> – Сайт профессиональной работы с текстом «WordExpert»
11. <http://www.pcweek.ru> – Сайт корпоративных информационных технологий и решения «PCweek»
12. <http://www.rmj.ru/internet.htm> - Русский медицинский журнал «Клиническая офтальмология»

## **3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При самостоятельном изучении дисциплины используются следующие формы обучения: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.