

ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЭФ Гайдамако В.К.

15.09. 2017 г.

Нейросетевые технологии в обработке экономической информации рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Математических методов и исследований операций в экономике	
Учебный план	Направление подготовки 38.04.01 Экономика Магистерская программа "Прикладной экономический анализ"	
Квалификация	магистр	
Форма обучения	очная	
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: экзамены 3 курсовые работы 3
в том числе:		
аудиторные занятия	36	
самостоятельная работа	72	
экзамены	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семес тр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	Неделя 20		уп	рпд
Вид занятий	уп	рпд	уп	рпд
Лекции	14	14	14	14
Лабораторные	22	22	22	22
В том числе инт.	4	4	4	4
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная раб	36	36	36	36
Сам. работа	72	72	72	72
Часы на контрол	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

д.т.н., профессор Миркин Е.Л., к.т.н., доцент Савченко Е.Ю.



Рецензент(ы):

к.т.н., доцент Цой Ман-Су



Рабочая программа дисциплины

Нейросетевые технологии в обработке экономической информации

разработана в соответствии с ФГОС 3+;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 38.04.01 (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 30.03.2015г. №321)

составлена на основании учебного плана;

Направление подготовки 38.04.01 Экономика Магистерская программа "Прикладной экономический анализ" утвержденного учёным советом вуза от 28.06.2017 протокол №11.


Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Математических методов и исследований операций в экономике

Протокол от 13.09 2017 г. № 1

Срок действия программы: 2017-2019 уч.г.

Зав. кафедрой д.э.н., доцент Лукашова И.В.



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

18.09. 2018 г.

Дж- (Лукашова И.В.)

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2018-2019 учебном году на заседании кафедры **Математических методов и исследований операций в экономике**

Протокол от 14.09. 2018 г. № 1
Зав. кафедрой д.э.н., доцент Лукашова И.В.



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

2.09. 2019 г.

Дж- (Лукашова И.В.)

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры **Математических методов и исследований операций в экономике**

Протокол от 27.08. 2019 г. № 1
Зав. кафедрой д.э.н., доцент Лукашова И.В.



Визирование ООП для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС факультета

08.09. 2020 г.

Дж- (Лукашова И.В.)

ООП пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры **Математических методов и исследований операций в экономике**

Протокол от 04.09. 2020 г. № 1
Зав. кафедрой д.э.н., доцент Лукашова И.В.



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

_____ 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры **Математических методов и исследований операций в экономике**

Протокол от _____ 2021 г. № ____
Зав. кафедрой д.э.н., доцент Лукашова И.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	•дать представления об инструментальном ПО для обучения нейронных сетей и экспериментов с ними;
1.2	•дать представление о прикладных программных средствах, основанных на нейронных сетях;
1.3	•подготовить магистров к использованию нейросетевых технологий в практической и научно-исследовательской деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В.ОД
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Изучение дисциплины опирается на знания, навыки и умения, полученные при освоении курсов информатика, линейная алгебра, математический анализ,нейронные сети.	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Дисциплина «Нейросетевые технологии в обработке экономической информации» входит в вариативную часть профессионального цикла дисциплин ФГОС ВПО по направлению 38.04.01 Магистерская программа "Прикладной экономический анализ"	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-3: способность проводить самостоятельные исследования в соответствии с разработанной программой

Знать:

Уровень 1	Основные источники данных, описывающих экономические процессы и современные программные продукты, необходимые для их обработки. З (ОК-1) –I
Уровень 2	Разработанность выбранной темы, методы исследования, возможности и ограничения их применения З (ОК-1) –II
Уровень 3	Методологию организации самостоятельной научно-исследовательской работы В (ОК-1) –III

Уметь:

Уровень 1	Работать с научной литературой. Формулировать гипотезы. Собирать, обрабатывать и анализировать данные с использованием современного программного обеспечения; У (ОК-1) –I
Уровень 2	Обосновывать выбор темы и методов исследования, проводить содержательную интерпретацию полученных результатов У (ОК-1) –II
Уровень 3	Разрабатывать техническое задание на выбранную тему, определять ключевые направления исследования, выбрать методологию, соотносить результаты с исследованиями современных авторов, формулировать выводы и рекомендации. В (ОК-1) –III

Владеть:

Уровень 1	Методами сбора, первичной обработки и систематизации данных по теме исследования в профессиональной сфере В (ОК-1) –I
Уровень 2	Навыками поиска и анализа научной литературы по теме исследования, оценки разработанности выбранной темы, выбора методов исследования и проведения исследования В (ОК-1) –II
Уровень 3	Навыками подготовки технического задания на исследование, проведения научного исследования и оценки получаемых результатов В (ОК-1) –III

ПК-10: способность составлять прогноз основных социально-экономических показателей деятельности предприятия, отрасли, региона и экономики в целом

Знать:

Уровень 1	Теоретические основы прогнозирования социально-экономических показателей
Уровень 2	Методы и модели описания и прогнозирования социально-экономических показателей на основе статистических данных, границы применения моделей, ограничения прогнозов.

Уровень 3	Методы и модели прогнозирования на основе обработки больших массивов статистической информации; границы применения моделей; горизонты прогнозирования, оценку достоверности краткосрочных и долгосрочных прогнозов ; современное программное обеспечение для анализа и прогноза данных.
Уметь:	
Уровень 1	Выбирать подходящие методы и модели для анализа и прогноза социально-экономических показателей экономики разного уровня.
Уровень 2	Строить корректные модели социально-экономических показателей, оценивать их прогнозные свойства; соотносить модельные данные с реальностью; строить прогнозы.
Уровень 3	Применить подходящие модели и методы обработки больших массивов разнородных данных из разных источников, используя современное программное обеспечение и инструменты анализа в целях прогноза.
Владеть:	
Уровень 1	Навыкам сбора данных для построения моделей в целях прогнозирования социально-экономических показателей экономики разного уровня.
Уровень 2	Навыками моделирования социально-экономических показателей, подготовки данных для моделирования; выбора методов прогнозирования и подходящего программного обеспечения, оценки прогнозных свойств моделей.
Уровень 3	Методологией и навыками кратко и долгосрочного прогнозирования социально-экономических показателей на основе опыта работы с большими массивами разнообразной информации и применения современного программного обеспечения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	принципы постановки задач для решения с помощью нейронных сетей;
3.1.2	этапы решения задач с помощью нейронных сетей;
3.1.3	методы представления данных для обучения и использования нейронных сетей;
3.1.4	методы обучения нейронных сетей и оценки качества обучения нейронной сети;
3.1.5	формализацию постановок задач в области обработки экономической информации.
3.2	Уметь:
3.2.1	ориентироваться в различных типах прикладных систем, основанных на использовании нейронных сетей;
3.2.2	ориентироваться в различных методах представления данных для обучения нейронной сети;
3.2.3	выбирать и ставить задачу для решения ее нейронной сетью;
3.2.4	выбирать модель нейронной сети для решения задачи.
3.3	Владеть:
3.3.1	работы с инструментом Toolbox Neural Network Matlab для работы с нейронными сетями
3.3.2	владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;
3.3.3	иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией;
3.3.4	выбора инструментальных средств для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей и анализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы ;
3.3.5	использования для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Основные конфигурации соединения нейронных сетей						
1.1	Области применения нейронных сетей. Математическая модель нейрона /Лек/	3	1		Л1.1 Л1.2	0	
1.2	Представление знаний в нейронных сетях. /Лек/	3	1		Л1.3 Л1.2	0	
1.3	Обучение нейронных сетей. Парадигмы обучения. /Лек/	3	1		Л1.4 Л2.1 Л2.2	0	
1.4	Лабораторная работа 1 /Лаб/	3	2			0	
1.5	Лабораторная работа 2 /Лаб/	3	2			0	
1.6	Лабораторная работа 3 /Лаб/	3	2			0	
1.7	Обучение нейронных сетей средствами ППП NNT Matlab /Ср/	3	16		Л1.1	0	

	Раздел 2. Использование нейронных сетей в задачах кластеризации данных						
2.1	Процедуры обучения нейронных сетей /Лек/	3	2		Л1.3 Л2.1 Л2.3	2	Компьютерная симуляция
2.2	Примеры использования нейронных сетей для решения простейших задач. /Лек/	3	2		Л2.2 Л2.3	2	Компьютерная симуляция
2.3	Лабораторная работа 4 /Лаб/	3	2			0	
2.4	Лабораторная работа 5 /Лаб/	3	2			0	
2.5	Многослойные нейронные сети прямого распространения /Ср/	3	10			0	
	Раздел 3. Практическое использование нейронных сетей						
3.1	Кластеризация данных на базе нейронных сетей /Лек/	3	2		Л1.1 Л2.1	0	
3.2	Пример использования сетей в экономике /Лек/	3	1		Л1.2 Л2.2	0	
3.3	Сети Кохонена /Лек/	3	4		Л1.4	0	
3.4	Лабораторная работа 6-7 /Лаб/	3	4			0	
3.5	Лабораторная работа 8-10 /Лаб/	3	8			0	
3.6	Самоорганизующаяся карта признаков. Сеть Кохонена /Ср/	3	10		Л1.2 Л1.3 Л2.1	0	
	Раздел 4. Курсовой проект						
4.1	Курсовой проект /Ср/	3	36			0	
4.2	/Экзамен/	3	36			0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Что такое нейронные сети (НС)? Что дает моделирование НС? Проблемы, возникающие при моделировании. Свойства биологических и искусственных НС. Способы реализации нейросетей.
2. Место НС среди других методов решения задач. Типы задач, решаемых нейронными сетями. Недостатки и ограничения НС.
3. Биологический нейрон. Структура, функции.
4. Формальный нейрон. Виды функций активации. Ограниченность модели формального нейрона.
5. Многослойный перцептрон. Структура, алгоритм работы. Этапы решения задачи с помощью НС.
6. Формализация условий задачи для НС. Примеры. Подготовка входных и выходных данных. Выбор количества слоев.
7. Обучение однослойного перцептрона. Выбор шагов по W, Θ .
8. Проблема "исключающего ИЛИ" и ее решение.
9. Перцептронная представляемость.
10. Метод обратного распространения ошибки.
11. Паралич сети. Выбор шага по параметрам. Локальные минимумы. Временная неустойчивость.
12. Примеры применения перцептронов.
13. Динамическое добавление нейронов. Способность НС к обобщению.
14. Обучение без учителя. Сеть с линейным поощрением.
15. Задача классификации. Сеть Кохонена.
16. Обучение слоя Кохонена. Метод выпуклой комбинации. Примеры обучения.
17. Режимы работы сети Кохонена. Применение для сжатия данных.
18. Сеть встречного распространения. Схема, обучение, свойства.
19. Генетические алгоритмы для обучения НС. Положительные качества и недостатки.
20. Послойность сети и матричное умножение. Расчет градиента квадратичной формы с помощью НС. Выбор начальной точки и длины шага.
21. Сети с обратными связями. Сеть Хопфилда. Вычислительная энергия и ее минимизация.
22. Этапы решения задачи сетью Хопфилда. Устойчивость, сходимости к эталонам.
23. Соотношение стабильности пластичности при запоминании. Сеть АРТ 1. Структура, описание элементов сети.
24. Работа сети АРТ 1. Запоминание и классификация векторов сетью.
25. Метод имитации отжига.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Примерные темы и структура курсовой работы приведены в приложении (Приложение Примерные темы курсовых работ)

5.3. Фонд оценочных средств

Лабораторные работы (Приложение 1-8)

Самостоятельная работа (Приложение) Тест (Приложение) Контрольная работа (Приложение)
5.4. Перечень видов оценочных средств
Контрольная работа СРС Тест Лабораторные работы

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Павлова А.И.	Информационные технологии. Основные положения теории искусственных нейронных сетей. www.iprbookshop.ru/87110.html	Новосибирский гос. университет экономики и управления 2017
Л1.2	Барский А.Б.	Введение в нейронные сети www.iprbookshop.ru/52144.html	М. : ИНТУИТ, 2016
Л1.3	Горожанина Е.И.	Нейронные сети. Учебное пособие www.iprbookshop.ru/75391.html	Самара: 2017
Л1.4	Яхьяева Г.Э.	Нечеткие множества и нейронные сети www.iprbookshop.ru/67390.html	М. : ИНТУИТ, 2017

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	В. Дьяконов, В. Круглов	Математические пакеты расширения MATLAB: Специальный справочник	Санкт-Петербург.: Питер 2001
Л2.2	П.В. Козлов, С.Н. Скляр	Применение системы MATLAB в задачах вычислительной математики : Методический материал к курсу«Численные методы и математическое моделирование»	Бишкек : Изд-во КРСУ , 1999
Л2.3	В.Г. Потемкин	Система MATLAB: Справ. пособие	М. : ДИАЛОГ-МИФИ , 1997

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения

6.3.1.1	Toolbox Neural Network Matlab
6.3.1.2	MS Excel, MS WORD
6.3.1.3	MS Windows

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Компьютерное и мультимедийное оборудование:
7.2	1. Компьютерный класс для проведения лабораторных работ и доступа в Интернет.
7.3	2. Мультимедийный проектор для чтения лекций.
7.4	3. Интерактивная доска для проведения практических занятий.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Приложение 8

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Что такое нейронные сети (НС)? Что дает моделирование НС? Проблемы, возникающие при моделировании. Свойства биологических и искусственных НС. Способы реализации нейросетей.
2. Место НС среди других методов решения задач. Типы задач, решаемых нейронными сетями. Недостатки и ограничения НС.
3. Биологический нейрон. Структура, функции.
4. Формальный нейрон. Виды функций активации. Ограниченность модели формального нейрона.
5. Многослойный перцептрон. Структура, алгоритм работы. Этапы решения задачи с помощью НС.
6. Формализация условий задачи для НС. Примеры. Подготовка входных и выходных данных. Выбор количества слоев.
7. Обучение однослойного перцептрона. Выбор шагов по W, Θ .
8. Проблема "исключающего ИЛИ" и ее решение.
9. Перцептронная представляемость.
10. Метод обратного распространения ошибки.
11. Паралич сети. Выбор шага по параметрам. Локальные минимумы. Временная неустойчивость.
12. Примеры применения перцептронов.
13. Динамическое добавление нейронов. Способность НС к обобщению.
14. Обучение без учителя. Сеть с линейным поощрением.
15. Задача классификации. Сеть Кохонена.
16. Обучение слоя Кохонена. Метод выпуклой комбинации. Примеры обучения.
17. Режимы работы сети Кохонена. Применение для сжатия данных.
18. Сеть встречного распространения. Схема, обучение, свойства.
19. Генетические алгоритмы для обучения НС. Положительные качества и недостатки.
20. Послойность сети и матричное умножение. Расчет градиента квадратичной формы с помощью НС. Выбор начальной точки и длины шага.

21. Сети с обратными связями. Сеть Хопфилда. Вычислительная энергия и ее минимизация.
22. Этапы решения задачи сетью Хопфилда. Устойчивость, сходимость к эталонам.
23. Соотношение стабильности пластичности при запоминании. Сеть АРТ 1. Структура, описание элементов сети.
24. Работа сети АРТ 1. Запоминание и классификация векторов сетью.
25. Метод имитации отжига.

Примерные темы курсовых работ

При изучении курса «Нейросетевые технологии в обработке экономической информации» каждому студенту направления «Экономика» профиля «Математические методы в экономике», в начале семестра, был предложен временной ряд, (Табл. 1), официально публикуемый на сайте НСК КР¹ с которым следует работать при прохождении курса.

Особенности предложенных временных рядов заключаются в том, что:

- Ряды, отражают историю реальной экономики Кыргызской Республики с трендами, сезонностями и шоками, которые испытывало производство в КР за более, чем 20 лет.
- Ряды длинные.
- Имеется возможность разбивки годовых данных на квартальные и ежемесячные.

Эти особенности реальных экономических рядов позволяют:

- выявить структуру временного ряда на основе методов тренд-сезонного анализа данных;
- работать с моделями ARMA и ARIMA и др., требующими использования лаговых переменных и, следовательно, накладывающих требования на длину ряда;
- заниматься прогнозированием по специальным методам, присущим только временным рядам;
- столкнуться со всеми проблемами, которые отличают моделирование и прогнозирование реальных временных рядов от специально подобранных примеров, обладающими «чистыми» свойствами.

Таблица 1. Производство промышленной продукции в КР за 1994-2013 гг.

№№ варианта	Производство промышленной продукции
1	Уголь каменный и лигнит

¹ www.stat.kg

№№ варианта	Производство промышленной продукции
2	Мясо и пищевые субпродукты крупного рогатого скота
3	Мясо и пищевые субпродукты домашней птицы
4	Колбасные изделия
5	Соки фруктовые и овощные
6	Фрукты, овощи и грибы, переработанные и консервированные
7	Масло растительное
8	Масло сливочное всех видов
9	Молоко, обработанное жидкое
10	Сыры всех типов
11	Мука из зерновых культур
12	Хлеб свежий
13	Торты, изделия кондитерские и пирожные
14	Сухари и печенье, изделия кондитерские и пирожные длительного хранения
15	Сахар
16	Макароны, лапша, кускус и изделия мучные аналогичные
17	Коньяк
18	Водка
19	Вино типа "Шампанское"
20	Пиво
21	Воды минеральные и газированные, неподслащенные и неароматизированные

№№ варианта	Производство промышленной продукции
22	Табак ферментированный
23	Сигареты, содержащие табак, или смеси табака с заменителями табака
24	Ткани всех видов
25	Кожгалантерийные изделия
26	Обувь
27	Книги, брошюры, листовки и материалы печатные аналогичные, на отдельных листах
28	Препараты фармацевтические
29	Емкости для напитков и продуктов пищевых из стекла
30	Кирпичи и блоки строительные неогнеупорные
31	Цемент
32	Известь
33	Бетон товарный
34	Шифер гофрированный, листы, панели, плитки и изделия аналогичные из асбоцемента
35	Листовое стекло
36	Вилки и розетки штепсельные и аппаратура прочая для отключения
37	Лампы электрические
38	Мебель
39	Электроэнергия
40	Тепловая энергия

Курсовая работа носит прикладной характер и предназначена для более глубокого исследования производства видов промышленной продукции в Кыргызской Республике, приведенных в Таблице 1.

Курсовая работа будет являться продолжением работы над рядами, которыми пользовались студенты в процессе изучения курса «Анализ временных рядов»

В соответствии с вышеозначенной логикой, темы курсовых работ будут называться:
«Анализ, моделирование и прогнозирования производства . . . в Кыргызской Республике за период 1994-2013 гг.»

Например, для варианта №1 - «Анализ, моделирование и прогнозирования производства тканей всех видов в Кыргызской Республике за период 1994-2013 гг.»

Для варианта № 5 – «Анализ, моделирование и прогнозирования производства соков фруктовых и овощных в Кыргызской Республике за период 1994-2013 гг.» и т.д.

Примерные темы курсовых работы

1. На основании информации о продаже жилой недвижимости в г. Бишкек, размещенной в периодических изданиях, Интернет – изданиях, телефонного опроса продавцов и на основании других источников, собрать данные о ценах предложения и параметрах жилья за период январь - апрель текущего года.

2. Рассчитать оценочную стоимость собранной недвижимости двумя методами массовой оценки:

- На основании налогового Кодекса, 2008 г.

- На основании поправок к налоговому Кодексу (3 августа 2013 г. N 184)

3. Провести анализ смещений оценочной стоимости жилой недвижимости, от действительной стоимости недвижимости, складывающейся на рынке: внутри каждой группы; между группами.

Распределение заданий

№№	Тип	Местоположение
1	Дома	Восточный автовокзал
2	Дома	Пишпек
3	Дома	За БЧК
4	Дома	Р-н Дордоя
5	Дома	Рабочий городок
6	Дома	Арча-Бешик
7	Дома	Кок-Жар
8	Дома	Западный автовокзал
9	Дома в новостройках	Северная часть
10	Дома новые	Горького-Советская- Белорусская
11	Дома старые	Горького-Советская- Белорусская
12	Индивидуалки	Южные мкр.
13	Индивидуалки старые	Центр

14	Квартиры элитные	Южные мкр.
15	Квартиры элитные	Центр
16	Квартиры 105, 106 серий	Южные мкр.
17	Квартиры 104 серии	Южные мкр.
18	Квартиры 105, 106 серий	Центр
19	Квартиры 104 серии	Центр
20	Квартиры 105, 106 серий	Аламедин мкр.
21	Дома	ж-м Ала-Тоо
22	Дома	Джал мкр.

Примерная структура курсовой работы

Введение

- Актуальность исследования
- Постановка задачи

Глава 1

- Нормативно-правовые документы, регламентирующие введение налога на недвижимость в КР.

Глава 2

- Источники данных для выборки объектов недвижимости
- Структура выборки
- Структура информационной базы данных
- Анализ неполноты информационной базы
- Анализ противоречивости информационной базы
- Восстановление информационной базы

Глава 3

- Описательные статистики и графическое представление свойств недвижимости, представленной на анализируемом сегменте рынка.

Глава 4

- Равномерность оценки внутри каждой группы (Проверяемые гипотезы, выводы)
- Равномерность оценки между группами (Проверяемые гипотезы, выводы)
- Заключение
- Рекомендации по массовой оценки недвижимости

Список литературы

Программные средства, рекомендуемые для выполнения работы

1. MATLAB
1. Excel
2. SPSS
3. Econometric Views
4. Surfer
5. Access
6. Word

Примерная структура БД

1. Уникальный номер
2. Дата (Поступления информации, если из газеты, то число, месяц)
4. Зональный коэффициент
5. Пересечение улиц
6. Тип
7. Кол-во комнат
8. Площадь жилая
9. Площадь общая
10. Год постройки
11. Материал стен
12. Земельный участок
13. Источник информации
14. и Др.

Будет приветствоваться расширение структуры Базы Данных за счет внесения дополнительных параметров, представляющих интерес.

База данных должна содержать не менее 50 записей с достоверной информацией, легко проверяемой по указанному источнику. Приветствуется увеличение объема.

Все манипуляции с Базой должны быть обоснованы и задокументированы.

В приложении следует представить EXCEL-файл, содержащий, как исходную информацию, так и подготовленную для анализа.

Объем курсовой работы с таблицами, графиками, приложением и списком литературы не мене 30 и не более 40 стр.

Оформление курсовой работы должны соответствовать требованиям стандарта ГОСТ 7.1-2003.

Проверка всех работ будет осуществляться одновременно. Любая задержка сдачи без уважительной причины приведет к уменьшению оценки.

➤ Лабораторная работа 1.

Тема 1. «Графическая визуализация вычислений в системе MATLAB»

Цель работы: Применение средств системы MATLAB, используемых для построения графиков функций активации нейрона.

Общие сведения

Функции активации

Функции активации (передаточные функции) нейрона могут иметь самый различный вид. Функция активации f , как правило, принадлежит к классу сигмоидальных функций, которые имеют две горизонтальные асимптоты и одну точку перегиба, с аргументом функции n (входом) и значением функции (выходом) a . В таблице приведены примеры активационных функций.

Таблица 1

№	Название	Название функции в Matlab	Формула	Область значений
1	Пороговая	hardlim(v)	$\varphi v = \begin{cases} 0, & v < 0 \\ 1, & v \geq 0 \end{cases}$	0, 1
2	Знаковая	hardlims(v)	$\varphi v = \begin{cases} 1, & v > 0 \\ -1, & v \leq 0 \end{cases}$	-1, 1
3	Сигмоидальная	logsig(v)	$\varphi v = \frac{1}{1 + e^{-v}}$	(0, 1)
4	Полулинейная	poslin(v)	$\varphi v = \begin{cases} v, & v > 0 \\ 0, & v \leq 0 \end{cases}$	(0, ∞)
5	Линейная	purelin(x)	$\varphi v = v$	($-\infty$, ∞)
6	Радиальная базисная	radbas(v)	$\varphi v = e^{-v^2}$	(0, 1)
7	Полулинейная с насыщением	satlin(v)	$\varphi v = \begin{cases} 0, & v \leq 0 \\ v, & 0 < v < 1 \\ 1, & v \geq 1 \end{cases}$	(0, 1)
8	Линейная с насыщением	satlins(x)	$\varphi v = \begin{cases} -1, & v \leq -1 \\ v, & -1 < v < 1 \\ 1, & v \geq 1 \end{cases}$	(-1, 1)
9	Гиперболический тангенс	tansig(v)	$\varphi v = \frac{e^v - e^{-v}}{e^v + e^{-v}}$	(-1, 1)

Рассмотрим три наиболее распространенные формы функции активации. **Единичная функция активации (пороговая) с жестким ограничением hardlim.** Эта функция описывается соотношением $a = \text{hardlim}(n)$.

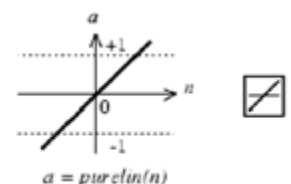
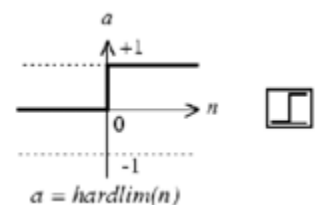
Она равна 0, если $n < 0$, и равна 1, если $n \geq 0$. Чтобы построить график этой функции в диапазоне значений входа от -5 до +5, необходимо ввести следующие операторы языка MATLAB в командном окне:

```
n = -5:0.1:5;
plot(n,hardlim(n), 'b+:');
```

Линейная функция активации purelin. Эта функция описывается соотношением

```
a = purelin(n) = n.
```

Построим график этой функции в диапазоне значений входа от -5 до +5:



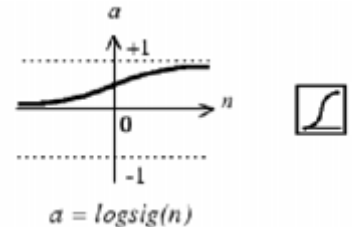
```
n=-5:0.1:5;
```

```
plot(n,purelin(n), 'b+:' );
```

Логистическая функция активации `logsig`. Эта функция описывается соотношением

$$a = \text{logsig}(n) = 1 / (1 + \exp(-n)).$$

Она принадлежит к классу сигмоидальных функций, и ее аргумент может принимать любое значение в диапазоне от $-\infty$ до $+\infty$, а выход изменяется в диапазоне от 0 до 1. Благодаря свойству дифференцируемости, эта функция часто используется в сетях с обучением на основе метода обратного распространения ошибки.



Построим график этой функции в диапазоне значений входа от -5 до +5:

```
n=-5:0.1:5;
```

```
plot(n,logsig(n), 'b+:' );
```

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Построить графики функций активации (таблица 1 с 1 по 5 функции) в заданных диапазонах значений в соответствии с вариантом (таблица 2), используя функцию `plot`.

2. Составить и распечатать отчет, который должен содержать:

- титульный лист;
- цель лабораторной работы;
- название, описание функции активации, график функции.

Таблица 2

№	Диапазон входных значений	№	Диапазон входных значений	№	Диапазон входных значений
1	-3...+3	11	-4...+4	21	-2...+2
2	-1...+1	12	-5...+5	22	-8...+8
3	-4...+4	13	-2...+2	23	-7...+7
4	-5...+5	14	-8...+8	24	-10...+10
5	-2...+2	15	-7...+7	25	-3...+3
6	-8...+8	16	-10...+10	26	-1...+1
7	-7...+7	17	-3...+3	27	-4...+4
8	-10...+10	18	-1...+1	28	-1...+1
9	-3...+3	19	-4...+4	29	-4...+4
10	-6...+6	20	-5...+5	30	-5...+5

Тема 2. «Представление нейронных сетей с помощью блочных диаграмм»

Цель работы: изучение структурных схем модели нейрона с представлением их в виде блочных диаграмм. Решение задач.

Общие сведения

Задача 1.

Нейрон получает входной сигнал x_m , где $m = 4$, блочная диаграмма данной модели представлена на рисунке

$$x_1 = 10, x_2 = -20, x_3 = 4, x_4 = -2.$$

Соответствующие весовые коэффициенты нейрона равны

$$w_{11} = 0.8, w_{12} = 0.2, w_{13} = 0.4,$$

$$w_{14} = -0.9$$

Вычислить выходное значение нейрона, модель которого описывается сигмоидальной функцией активации. Предполагается, что порог отсутствует.

Решение.

Сигмоидальная функция активации имеет вид: $\varphi v = \frac{1}{1+e^{-v}}$. Сделаем вычисления согласно следующим формулам

$$u_k = \sum_{j=0}^m w_{kj} x_j,$$

$$v_k = u_k + b_k$$

$$y_k = \varphi(u_k)$$

Тогда,

$$u_1 = x_1 w_{11} + x_2 w_{12} + x_3 w_{13} + x_4 w_{14}$$

$$u_1 = 10 * 0.8 + -20 * 0.2 + 4 * 0.4 + -2 * -0.9 = 7.4$$

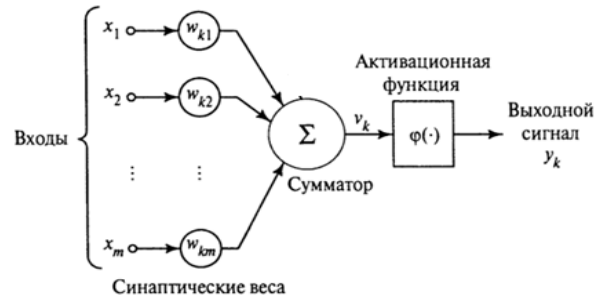
$$v_1 = u_1 + b_1$$

$$b_1 = 0, \text{ т.к. по условию порог отсутствует}$$

$$v_1 = 7.4$$

$$y_1 = \frac{1}{1+e^{-7.4}} = 0.99$$

Таким образом, выход нейронной сети на данное входное множества равен $y_1 = 0,99$



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Нейрон получает входной сигнал x_m .

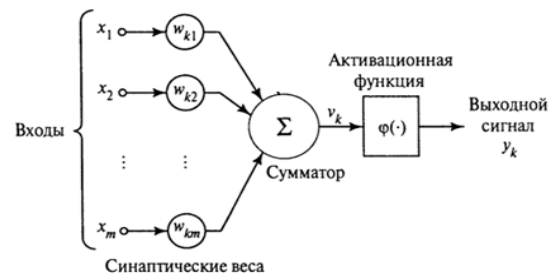
(см.таблицу №1)

Значения весовых коэффициентов и соответствующие им весовые коэффициенты нейрона (см.таблицу №1)

Вычислить выходное значение нейрона, модель которого описывается сигмоидальной функцией активации.

Предполагается, что порог равен +1.

Нарисовать блочную диаграмму модель нейронной сети.



Составить и распечатать отчет, который должен содержать:

- титульный лист;
- расчеты;

Таблица №1

№	m	Входные значения	Весовые коэффициенты	№	m	Входные значения	Весовые коэффициенты
1	3	[2,5,4]	[1,0.5,2]	16	3	[2,5,4]	[1,0.5,2]
2	4	[1,8,3,9]	[0.2,-1, 2,-0.3]	17	4	[1,8,3,9]	[0.2,-1, 2,-0.3]
3	5	[3,4,8,4,1]	[-0.1,-3,5,-0.7,0.6]	18	5	[3,4,8,4,1]	[-0.1,-3,5,-0.7,0.6]
4	2	[3,5]	[-3,5]	19	2	[3,5]	[-3,5]
5	4	[1,8,3,4]	[-3,-0.7,0,6]	20	4	[1,8,3,4]	[-3,-0.7,0,6]
6	3	[4,8,4]	[1,0.5,2]	21	3	[4,8,4]	[1,0.5,2]
7	4	[5,4,3,2]	[0.2,-1, 2,-0.3]	22	4	[5,4,3,2]	[0.2,-1, 2,-0.3]
8	5	[1,3,5,7,9]	[-0.1,-3,5,-0.7,0.5]	23	5	[1,3,5,7,9]	[-0.1,-3,5,-0.7,0.5]
9	2	[2,6]	[-3,5]	24	2	[2,6]	[-3,5]
10	4	[7,6,5,4]	[-3,-0.7,0,6]	25	4	[1,8,3,4]	[-3,-0.7,0,6]
11	3	[2,5,4]	[1,0.5,2]	26	3	[2,5,4]	[1,0.5,2]
12	4	[1,8,3,9]	[0.2,-1, 2,-0.3]	27	4	[1,8,3,9]	[0.2,-1, 2,-0.3]
13	5	[3,4,8,4,1]	[-0.1,-3,5,-0.7,0.6]	28	5	[3,4,8,4,1]	[-0.1,-3,5,-0.7,0.6]
14	2	[3,5]	[-3,5]	29	2	[3,5]	[-3,5]
15	4	[1,8,3,4]	[-3,-0.7,0,6]	30	4	[1,8,3,4]	[-3,-0.7,0,6]

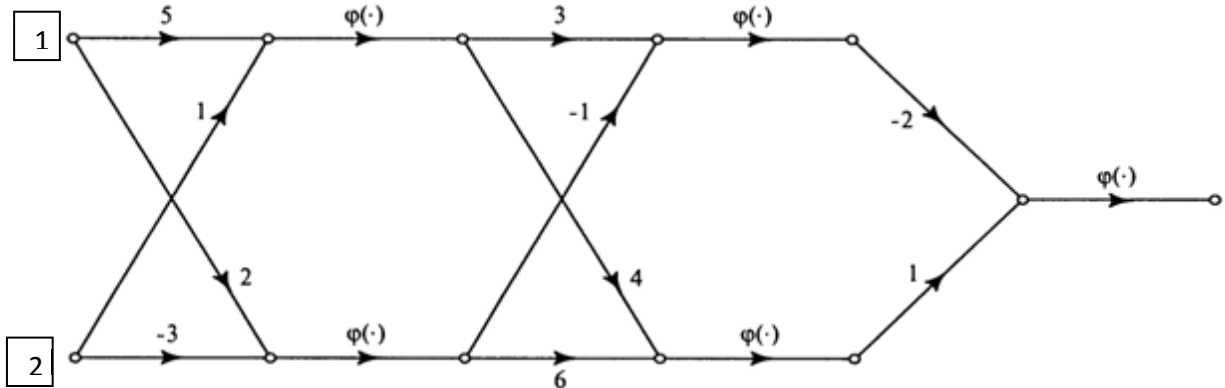
➤ Лабораторная работа 2.

Тема «Представление нейронных сетей с помощью ориентированных графов»

Цель работы: изучение структурных схем модели нейрона с представлением их в виде ориентированных графов. Решение задач.

Общие сведения

Задача 1. На рисунке представлен граф прохождения сигнала по сети прямого распространения вида 2-2-2-1. Функция активации является логистической. Описать отображение вход выход. Для входа равного [1, 2].



Сигмоидальная функция активации имеет вид: $\varphi v = \frac{1}{1+e^{-v}}$. Прочитав граф передачи сигнала, можно сказать следующие:

1. Нейронная сеть имеет 1 входной слой, состоящий из двух элементов; 1 входной слой нейронов, состоящий из двух нейронов, один скрытый слой, состоящий из двух нейронов и один выходной слой, состоящий из одного нейрона. (2-2-2-1).
2. Весовые коэффициенты первого слоя равны 5,1,2,-3.
3. Весовые коэффициенты скрытого слоя равны 3,-1,4,6.
4. Весовые коэффициенты выходного слоя равны -2, 1, вычисления согласно следующим формулам

Тогда

Вычислим выходной сигнал первого слоя

$$u_1 = 1 * 5 + 2 * 1 = 7$$

$$u_2 = 1 * 2 + 2 * -3 = -4$$

$$v_1 = u_1 + b_1$$

$b_1 = 0, b_2 = 0$ т.к. по условию порог отсутствует

$$v_1 = 7 \quad v_2 = -4$$

$$y_1 = \frac{1}{1+e^{-7}} = 0,9991 \quad y_2 = \frac{1}{1+e^4} = 0,0180$$

Вычислим выходной сигнал второго слоя

$$u_1 = 0,9991 * 3 + 0,0180 * -1 = 2,99 - 0,0180 = 2,972$$

$$u_2 = 0,9991 * 4 + 0,0180 * 6 = 3,964 + 0,108 = 4,072$$

$$v_1 = u_1 + b_1 \quad v_2 = u_2 + b_2$$

$b_1 = 0, b_2 = 0$ т.к. по условию порог отсутствует

$$v_1 = 2,972 \quad v_2 = 4,072$$

$$y_1 = \frac{1}{1+e^{-2,972}} = 0,9513 \quad y_2 = \frac{1}{1+e^{-4,0724}} = 0,9832$$

Вычислим выходной сигнал выходного слоя

$$u_1 = 0,9513 * -2 + 0,9832 * 1 = -0,9194$$

$$v_1 = u_1 + b_1$$

$b_1 = 0, b_2 = 0$ т.к. по условию порог отсутствует

$$v_1 = -0,9194$$

$$y_1 = \frac{1}{1+e^{0,9194}} = 0,2851$$

Таким образом, выход нейронной сети на данное входное множества равен $y_1 = 0,2851$

Для выполнения в Matlab

Следующий оператор создает сеть с прямой передачей сигнала

```
P=[ 1; 1]
```

```
net = newff([-1 2; 0 5],[3,1],{'tansig','purelin'},'traingd');
```

```
gensim(net)
```

Функция **gensim** –формирует S-модель нейронной сети для ее запуска в среде Simulink

Эта сеть использует один вектор входа с двумя элементами, имеющими допустимые границы значений [-1 2] и [0 5];

- имеет 2 слоя с 3 нейронами в первом слое и 1 нейроном во втором слое;
- используемые функции активации: **tansig** - в первом слое, **purelin** – во втором слое;
- используемая функция [обучения](#) **traingd**.

Инициализация нейронной сети (настройка параметров).

После того как сформирована архитектура сети, должны быть заданы начальные значения весов и смещений, или иными словами, сеть должна быть инициализирована. Такая процедура выполняется с помощью метода *init* для объектов класса *network*. Оператор вызова этого метода имеет вид

```
net = init(net);
```

Если мы хотим заново инициализировать веса и смещения в первом слое, используя функцию **rands**, то следует ввести следующую последовательность операторов:

```
net.layers{1}.initFcn = 'initwb';
```

```
net.inputWeights{1,1}.initFcn = 'rands';
```

```
net.biases{1,1}.initFcn = 'rands';
```

```
net.biases{2,1}.initFcn = 'rands';
```

```
A = sim(net,P);
```

 Моделирование работы сети net с входным сигналом P и выходом A. (Прямой проход сети)

Пример инициализации нейронной сети вручную

```
net=newff([-1 1;-1 1],[3 2 1],{'radbas','radbas','radbas'},'traingd');
```

```
net = init(net);
```

```
net.IW{1,1}=[ 0 1; 2 0; 1 2];
```

```
net.IW{1,1}
```

```
net.b{1}=[ 1; 5 ;1];
```

```
net.b{1}
```

```
net.b{2}=[6; 1];
```

```
net.b{2}
```

```
net.LW{2}=[-1 0 0; 0 1 0];
```

```
net.LW{2}
```

Результат

```
ans =
```

```
0 1
```

```
2 0
```

```
1 2
```

```
ans =
```

```
1
```

```

5
1
ans =
6
1
ans =
-1    0    0
0    1    0
ans =
0.1459

```

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Нарисовать граф прохождения сигнала по сети прямого распространения вида, заданного вариантом (см. таблицу №1).

Описать отображение вход-выход. Для первых двух функций активаций вычисления произвести с помощью Matlab для третьей функции активации вручную.

Для первой функции активации веса и смещения установить случайными величинами из диапазона (0..1). Для второй и третьей любыми величинами.

Значения элементов входного слоя устанавливаются самостоятельно

Таблица №1

№	Вид сети	Функции активации	№	Вид сети	Функции активации
1.	2-3-3-2	Пороговая Сигмоидальная Линейная	19.	2-2-3-1	Полулинейная с насыщением Сигмоидальная Пороговая
2.	3-3-2-3	Сигмоидальная Радиальная базисная Линейная	20.	3-3-4-3	Знаковая Сигмоидальная Пороговая
3.	2-3-2-1	Линейная Сигмоидальная Пороговая	21.	2-4-3-2	Полулинейная с насыщением Сигмоидальная Пороговая
4.	2-2-3-2	Радиальная базисная Сигмоидальная Линейная	22.	2-3-3-1	Пороговая Сигмоидальная Радиальная базисная
5.	3-2-4-1	Линейная с насыщением Сигмоидальная Пороговая	23.	3-3-2-2	Сигмоидальная Радиальная базисная Пороговая
6.	2-3-4-2	Полулинейная Сигмоидальная Пороговая	24.	2-3-2-1	Линейная Сигмоидальная Радиальная базисная

7.	3-4-2-1	Гиперболически й тангенс Сигмоидальная Пороговая	25.	2-2-3-1	Радиальная базисная Сигмоидальная Пороговая
8.	3-2-4-1	Линейная с насыщением Сигмоидальная Пороговая	26.	3-3-2-2	Гиперболически й тангенс Сигмоидальная Пороговая
9.	2-3-3-1	Сигмоидальная Пороговая Полулинейная с насыщением	27.	3-3-2-1	Гиперболически й тангенс Сигмоидальная Пороговая
10.	3-3-4-3	Сигмоидальная Радиальная базисная Пороговая	28.	2-2-3-2	Радиальная базисная Сигмоидальная Линейная
11.	2-4-3-2	Знаковая Сигмоидальная Пороговая	29.	3-2-4-1	Линейная с насыщением Сигмоидальная Пороговая
12.	2-2-3-1	Гиперболически й тангенс Сигмоидальная Пороговая	30.	2-3-4-2	Полулинейная Сигмоидальная Пороговая
13.	3-3-2-2	Сигмоидальная Радиальная базисная Пороговая	31.	3-2-2-1	Линейная с насыщением Сигмоидальная Пороговая
14.	2-2-3-2	Радиальная базисная Сигмоидальная Линейная	32.	2-3-2-1	Сигмоидальная Пороговая Полулинейная с насыщением
15.	3-2-4-1	Линейная с насыщением Сигмоидальная Пороговая	33.	3-3-2-1	Сигмоидальная Радиальная базисная Пороговая
16.	3-3-2-2	Сигмоидальная Радиальная базисная Пороговая	34.	3-2-2-1	Линейная с насыщением Сигмоидальная Пороговая
17.	2-2-3-2	Радиальная базисная Сигмоидальная Линейная	35.	2-3-2-1	Сигмоидальная Пороговая Полулинейная с насыщением
18.	3-2-4-1	Линейная с насыщением Сигмоидальная	36.	3-3-2-1	Сигмоидальная Радиальная базисная

		Пороговая			Пороговая
--	--	-----------	--	--	-----------

➤ Лабораторная работа 3.

Тема 1. «Формирование, инициализация и моделирование архитектуры нейронной сети в системе MATLAB»

Цель работы: Применение стандартных функций Toolbox системы MATLAB, используемых для формирования, инициализации и моделирования нейронных сетей.

Общие сведения

Формирование архитектуры нейронной сети.

Следующий оператор создает сеть с прямой передачей сигнала

```
net = newff([-1 2; 0 5],[3,1],{'tansig','purelin'},'traingd');  
gensim(net)
```

Функция **gensim** –формирует S-модель нейронной сети для ее запуска в среде Simulink

Эта сеть использует один вектор входа с двумя элементами, имеющими допустимые границы значений [-1 2] и [0 5];

- имеет 2 слоя с 3 нейронами в первом слое и 1 нейроном во втором слое;
- используемые функции активации: **tansig** - в первом слое, **purelin** – во втором слое;
- используемая функция обучения **traingd**.

Инициализация нейронной сети.

После того как сформирована архитектура сети, должны быть заданы начальные значения весов и смещений, или иными словами, сеть должна быть инициализирована. Такая процедура выполняется с помощью метода *init* для объектов класса *network*. Оператор вызова этого метода имеет вид

```
net = init(net);
```

Если мы хотим заново инициализировать веса и смещения в первом слое, используя функцию **rands**, то следует ввести следующую последовательность операторов:

```
net.layers{1}.initFcn = 'initwb';  
net.inputWeights{1,1}.initFcn = 'rands';  
net.biases{1,1}.initFcn = 'rands';  
net.biases{2,1}.initFcn = 'rands';  
net = init(net);
```

Моделирование сети.

Статическая нейронная сеть характеризуется тем, что в ее состав не входят линии задержки и обратные связи.

Рассмотрим однослойную сеть с двухэлементным вектором входа и линейной функцией активации. Для задания такой сети предназначена М-функция **newlin**, которая требует указать минимальное и максимальное значения для каждого из элементов входа; в данном случае они равны -1 и 1, соответственно, а также количество слоев, в данном случае 1.

Формирование однослойной линейной сети **net** с двухэлементным входным сигналом со значениями от -1 до 1:

```
net = newlin([-1 1;-1 1],1);
```

Определим весовую матрицу и смещение, равными **W** = [1 2], **b** = 0, и зададим эти значения, используя описание структуры сети

```
net.IW{1,1} = [1 2];  
net.b{1} = 0;
```

Предположим, что на сеть подается следующая последовательность из четырех векторов входа

$$\left\{ \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} \right\}.$$

Поскольку сеть статическая, можно перегруппировать эту последовательность в следующий числовой массив

```
P = [-1 0 0 1; 0 -1 1 -1];
```

Теперь можно моделировать сеть

```
A = sim(net,P)
```

```
A =  
    -1    -2     2    -1
```

Результат следует интерпретировать следующим образом. На вход сети подается последовательность из 4 входных сигналов, и сеть генерирует вектор выхода из 4 элементов.

Адаптация нейронных сетей.

Статические сети.

Воспользуемся следующей моделью однослойной линейной сети с двухэлементным вектором входа, значения которого находятся в интервале $[-1 \ 1]$ и нулевым параметром скорости настройки

```
clear
```

```
net = newlin([-1 1;-1 1],1, 0, 0);
```

Требуется адаптировать параметры сети так, чтобы она формировала линейную зависимость вида

Последовательный способ.

Рассмотрим случай последовательного представления обучающей последовательности. В этом случае входы и целевой вектор формируются в виде массива формата cell

```
P = {[-1; 1] [-1/3; 1/4] [1/2; 0] [1/6; 2/3]};
```

```
T = {-1 -5/12 1 1};
```

```
P1 = [P{:}], T1=[T{:}]
```

```
P1 =  
    -1.0000    -0.3333     0.5000     0.1667  
     1.0000     0.2500         0     0.6667
```

```
T1 =  
    -1.0000    -0.4167     1.0000     1.0000
```

Сначала зададим сеть с нулевыми значениями начальных весов и смещений

```
net.IW{1} = [0 0];
```

```
net.b{1} = 0;
```

Выполним один цикл адаптации сети с нулевым параметром скорости настройки:

```
[net1,a,e] = adapt(net,P,T);
```

В этом случае веса не модифицируются, выходы сети остаются нулевыми, поскольку параметр скорости настройки равен нулю, адаптации сети не происходит. Погрешности совпадают со значениями целевой последовательности

```
net1.IW{1, 1}, a, e  
ans =  
     0     0
```

```

a =
    [0]    [0]    [0]    [0]
e =
    [-1]   [-0.4167]  [1]    [1]

```

Зададим значения параметров скорости настройки и весов входа и смещения

```

net.IW{1} = [0 0];
net.b{1} = 0;
net.inputWeights{1,1}.learnParam.lr = 0.2;
net.biases{1,1}.learnParam.lr = 0;

```

Выполним один цикл настройки:

```

[net1,a,e] = adapt(net,P,T);
net1.IW{1, 1}, a, e
ans =
    0.3454   -0.0694
a =
    [0]    [-0.1167]    [0.1100]    [-0.0918]
e =
    [-1]    [-0.3000]    [0.8900]    [1.0918]

```

Теперь выполним последовательную адаптацию сети в течение 30 циклов:

```

net = newlin([-1 1;-1 1],1, 0, 0);
net.IW{1} = [0 0];
net.b{1} = 0;
Зададим значения параметров скорости настройки для весов входа и смещения
net.inputWeights{1,1}.learnParam.lr = 0.2;
net.biases{1,1}.learnParam.lr = 0;
P = {-1; 1] [-1/3; 1/4] [1/2; 0] [1/6; 2/3]];
T = {-1 -5/12 1 1};
for i=1:30,
    [net,a{i},e{i}] = adapt(net,P,T);
    W(i,:)=net.IW{1,1};
end
mse(cell2mat(e{30}))
ans =
    0.0017

```

Веса после 30 циклов:

```

W(30,:)
ans =
    1.9199    0.9250
cell2mat(a{30})
ans =
    -0.9944   -0.4086    0.9566    0.9301
cell2mat(e{30})
ans =
    -0.0056   -0.0081    0.0434    0.0699

```

Групповой способ.

Рассмотрим случай группового представления обучающей последовательности. В этом случае входы и целевой вектор формируются в виде массива формата double:

```
clear
```

```
P = [-1 -1/3 1/2 1/6; 1 1/4 0 2/3];
```

```
T = [-1 -5/12 1 1];
```

Основной цикл адаптации сети выглядит следующим образом:

```
net3 = newlin([-1 1;-1 1],1, 0, 0.2);
```

```
net3.IW{1} = [0 0];
```

```
net3.b{1} = 0;
```

```
net3.inputWeights{1,1}.learnParam.lr = 0.2;
```

```
EE = 10; i=1;
```

```
while EE > 0.0017176
```

```
    [net3,a{i},e{i},pf] = adapt(net3,P,T);
```

```
    W(i,:) = net3.IW{1,1};
```

```
    EE = mse(e{i});
```

```
    ee(i)= EE;
```

```
    i = i+1;
```

```
end
```

Результатом адаптации являются следующие значения коэффициентов, значений выходов и среднеквадратической погрешности адаптации

```
W(63,:) =
```

```
ans =  
    1.9114    0.8477
```

```
cell2mat(a(63))
```

```
ans =  
   -1.0030   -0.3624    1.0172    0.9426
```

```
EE = mse(e{63})
```

```
EE =  
    0.0016
```

```
mse(e{1})
```

```
ans =  
    0.7934
```

Тема «Применение нейронных сетей для задач аппроксимации функций в системе MATLAB»

Цель работы: изучение нейронных сетей для задач аппроксимации функций

Общие сведения

Аппроксимация функций. Предположим, что имеется обучающая выборка $((X_1, Y_2), (X_2, Y_2), \dots, (X_N, Y_N))$ (пары данных вход-выход), которая генерируется неизвестной функцией $f(x)$, искаженной шумом. Задача аппроксимации состоит в нахождении оценки этой функции. Аппроксимация функции необходима при решении многочисленных инженерных и научных задач моделирования

Создадим нейронную сеть прямого распространения с именем *net*, реализующую функциональную зависимость между входом и выходом вида $y=x^2$ на отрезке $[-1,1]$, используя следующие экспериментальные данные:

```
x=[-1:0.002:1]
```

```
y=x.^2
```

Проверку качества восстановления приведенной зависимости осуществим, используя данные контрольной выборки $x = [-1:0.1:1]$

Процедура создания и использования данной нейронной сети описывается следующим образом:

```
x=[-1:0.002:1];
y=x.^2;
plot(x,y)
net=newff([-1 1],[6 1],{'tansig','tansig'},'trainlm')
net.trainParam.epochs=300
net.divideFcn='dividerand';
net.divideParam.trainRatio=0.7
net.divideParam.valRatio=0.2
net.divideParam.testRatio=0.1
```

```
[net1,a]=train(net,x,y)
x=[-1:0.1:1]
a=sim(net1,x)
hold on
plot(x,a,'+r')
```

x=	a=	X^2
-1.0000	0.9856	1.0000
-0.9000	0.8083	0.8100
-0.8000	0.6410	0.6400
-0.7000	0.4900	0.4900
-0.6000	0.3591	0.3600
-0.5000	0.2503	0.2500
-0.4000	0.1609	0.1600
-0.3000	0.0900	0.0900
-0.2000	0.0390	0.0400
-0.1000	0.0093	0.0100
0	0.0004	0
0.1000	0.0112	0.0100
0.2000	0.0408	0.0400
0.3000	0.0895	0.0900
0.4000	0.1583	0.1600
0.5000	0.2487	0.2500
0.6000	0.3610	0.3600
0.7000	0.4924	0.4900
0.8000	0.6386	0.6400
0.9000	0.8093	0.8100
1.0000	0.9807	1.0000

Как видно, точность аппроксимации в данном случае получилась достаточно высокой.

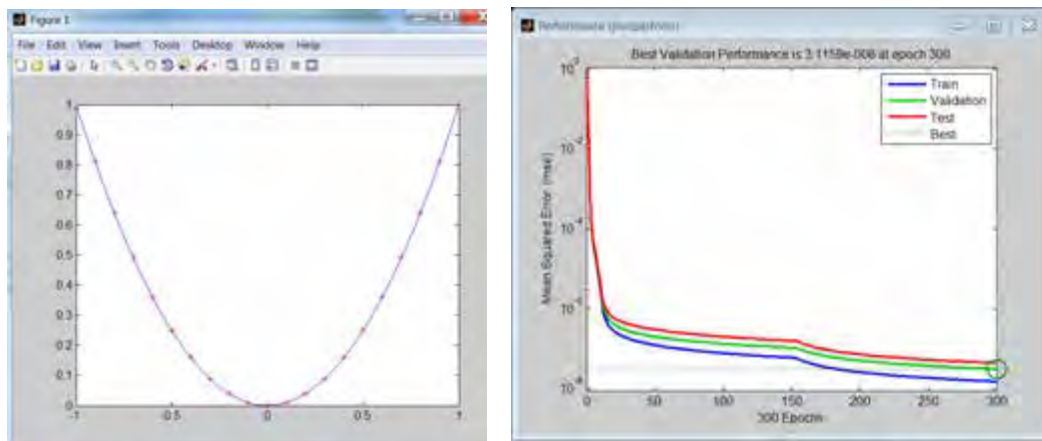


Рис.1

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- Для заданного преподавателем варианта (таблица) аппроксимировать функцию.
- обучить нейронную сеть разными активационными функциями

№	Название	Название функции в Matlab	Формула	Область значений
1	Сигмоидальная	logsig(v)	$\varphi v = \frac{1}{1 + e^{-v}}$	(0, 1)
2	Полулинейная	poslin(v)	$\varphi v = \begin{cases} v, & v > 0 \\ 0, & v \leq 0 \end{cases}$	(0, ∞)
3	Линейная	purelin(x)	$\varphi v = v$	(-∞, ∞)
4	Полулинейная с насыщением	satlin(v)	$\varphi v = \begin{cases} 0, & v \leq 0 \\ v, & 0 < v < 1 \\ 1, & v \geq 1 \end{cases}$	(0, 1)
5	Линейная с насыщением	satlins(x)	$\varphi v = \begin{cases} -1, & v \leq -1 \\ v, & -1 < v < 1 \\ 1, & v \geq 1 \end{cases}$	(-1, 1)
6	Гиперболический тангенс	tansig(v)	$\varphi v = \frac{e^v - e^{-v}}{e^v + e^{-v}}$	(-1, 1)

- Проанализировать какое количество нейронов решает поставленную задачу и за какое количество эпох

- при обучении нейронной сети использовать два алгоритма обучения `trainlm` и `traingd`

- Разработать алгоритм создания и моделирования нейронной сети.
- Реализовать разработанный алгоритм в системе MATLAB.
- Вывести параметры созданной и обученной нейронной сети (веса и смещение)
- Проверить правильность работы сети для последовательности входных векторов.
- Построить график, аналогичный представленному на рис. 1, для своих исходных данных.
- Составить отчет.

Вариант	Функция	Вариант	Функция
1	$Y = x.^3 + 0.1$	17	$Y = x.^3 + 0.2x$
2	$Y = 0.3 * x.^3 + 0.4$	18	$Y = 0.3 * x.^3 + x.^2 - 0.2 * x$
3	$Y = 0.1 * x.^3 + 0.2$	19	$Y = \sin(2 * \pi * x)$
4	$Y = 0.3 * x.^3 + 0.3 * x.^2$	20	$Y = \cos(2 * \pi * x) + x.^3 + 0.2 * x$
5	$Y = 0.4 * x.^2 + 0.3$	21	$Y = \cos(2 * \pi * x) + x.^3 + 0.2$
6	$Y = 0.4 * x.^2 + 0.4 * x.^3$	22	$Y = 0.4 * x.^2 + \cos(3 * \pi * x)$
7	$Y = 0.1 * x.^2 + 0.5$	23	$Y = 0.5 * \pi * x.^2 + 0.1$
8	$Y = 0.4 * x.^5 + 0.4 * x$	24	$Y = 0.4 * x.^5 + 0.4 * x - \sin(2 * \pi * x)$
9	$Y = 0.1 * x.^3 + 0.2 * x.^2 + \sin(2 * \pi * x)$	25	$Y = 0.1 * x.^3 + 0.2 * x.^2 - \sin(2 * \pi * x)$
10	$Y = 0.1 * x.^3 - 0.2 * x - \cos(0.2 * \pi * x)$	26	$Y = 0.1 * x.^3 - 0.2 * x + \sin(2 * \pi * x)$
11	$Y = 0.2 * x.^3 - 0.1$	27	$Y = \cos(2 * \pi * x) + 0.2 * x.^3 - 0.1$
12	$Y = 0.5 * x.^3 - 0.2 * x.^2$	28	$Y = \cos(2 * \pi * x) + 0.5 * x.^3 - 0.2 * x.^2$

13	$Y = 0.4x^2 - 0.6$	29	$Y = \cos(0.4\pi x) + 0.4x^2 - 0.6$
14	$Y = 0.3x^2 - 0.4x^3$	30	$Y = 0.3x^2 - 0.4x^3$
15	$Y = 0.2x^2 + 0.4$		
16	$Y = 0.1x^4 + 0.3x$		

Лабораторная работа 4

Тема «Классификация образов с помощью персептрона»

Цель работы: Построение нейронных сетей в среде MATLAB. Исследование возможностей распознавания печатных символов с помощью нейронных сетей.

Общие сведения

Задание к лабораторной работе:

Напишите программу, обучающую однонейронный персептрон распознаванию изображений "крестиков" и "ноликов". Входные образы представляют собой графические изображения. Каждое изображение разбито на квадраты (или пиксели) и от каждого квадрата на персептрон подается вход. Если в квадрате имеется линия (или пиксель окрашен в черный цвет), то от него подается единица, в противном случае - ноль. Множество квадратов на изображении задает, таким образом, множество нулей и единиц, которое и подается на входы персептрона (рис. 3). Цель состоит в том, чтобы научить персептрон давать единичный выход при подаче на него множества входов, задающих "крестик", и нулевой выход в случае "нолика".

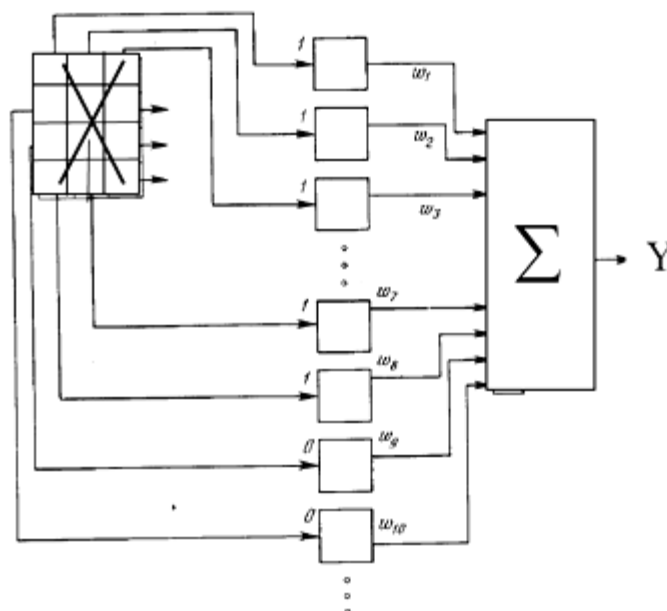


Рис. 3. Модель персептрона, разделяющего "крестики" от "ноликов"

1	1	1
1	0	1
1	1	1

Нолик

Крестик

1	0	1
0	1	0
1	0	1

```
clear
nol=[1 1 1 1 0 1 1 1 1]';
kr=[1 0 1 0 1 0 1 0 1]';

p=[kr,nol] % входной вектор
t=[1 0] % эталонное значение для крестика выход равен 1, для нолика -0
my_per=newp([0 1 ;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1],1) % создаем персептрон
e=1; ошибка равна 1
my_per=init(my_per); % инициализация параметров обучения нейронной сети
задается по умолчанию
while (sse(e))
```

```
[my_per, y, e]=adapt(my_per, p, t) % Производим адаптацию или обучение
нейронной сети
end;
a= sim(my_per, kr) % Моделирование работы обученной нейронной сети.
```

Результат: Подаем крестик: $a = 1$. Сеть распознала крестик верно.

Итак, для настройки (обучения) персептрона применяется процедура адаптации, которая корректирует параметры персептрона по результатам обработки каждого входного вектора. Применение функции *adapt* гарантирует, что любая задача классификации с линейно отделимыми векторами будет решена за конечное число циклов настройки.

Нейронные сети на основе персептрона имеют ряд ограничений. Во-первых, выход персептрона может принимать только одно из двух значений (0 или 1); во-вторых, персептроны могут решать задачи классификации только для линейно отделимых наборов векторов. Если векторы входа линейно неотделимы, то процедура адаптации не в состоянии классифицировать все векторы должным образом. Для решения более сложных задач можно использовать сети с несколькими персептронами. Например, для классификации четырех векторов на четыре группы можно построить сеть с двумя персептронами, чтобы сформировать две разделяющие линии и таким образом приписать каждому вектору свою область. Итак, основное назначение персептронов – решать задачи классификации. Они великолепно справляются с задачей классификации линейно отделимых векторов, при этом сходимость гарантируется за конечное число шагов.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Напишите программу, обучающую однонейронный персептрон распознаванию изображений для своего варианта. Входные образы (4-6 штук) представляют собой графические изображения. Каждое изображение разбито на квадраты (или пиксели) и от каждого квадрата на персептрон подается вход. Если в квадрате имеется линия (или пиксель окрашен в черный цвет), то от него подается единица, в противном случае - ноль. Множество квадратов на изображении задает, таким образом, множество нулей и единиц, которое и подается на входы персептрона. Цель состоит в том, чтобы научить персептрон давать единичный выход при подаче на него множества входов, задающих "один вариант изображения", и нулевой выход в случае "другой вариант изображения".

1. Для заданного преподавателем варианта (таблица) разработать структурную схему персептронной нейронной сети.
2. Разработать алгоритм создания и моделирования персептронной нейронной сети.
3. Реализовать разработанный алгоритм в системе MATLAB.
4. Распечатать текст программы.
5. Составить отчет, который должен содержать:
 - цель лабораторной работы;
 - структурную схему нейронной сети;

- алгоритм, текст программы, результат распознавания объекта;
- ВЫВОДЫ.

№	Изображение
1	А
2	Б
3	В
4	Г
5	Д
6	У
7	Ж
8	З
9	И
10	К
11	Л
12	М
13	Н
14	О
15	П
16	Р
17	С
18	Т
19	У
20	Ф
21	Х
22	Ш
23	Щ
24	Ц
25	Ь
26	Ю
27	Э
28	Я
29	Q
30	W
31	R
32	F
33	Z
34	S
35	N
36	J

Лабораторная работа 5

Тема «Реализация булевых функций AND и OR при помощи персептрона»

Однослойный персептрон способен реализовать булевы функции *AND* и *OR*.

1. Требуется привести расчеты, подтверждающие правильность отнесения входных векторов x_1, x_2 к одному их классов.
2. Написать программу в Matlab по обучению персептрона булевых функций *AND* и *OR*. Построить график с разделяющий множество на классы.

Для выполнения лабораторной работы использовать материал лекции №4

Данные для реализации функции *AND* (изображение гиперплоскости см. на рис. 1, схему персептрона см. на рис. 2):

AND

гиперплоскость: $x_1 + x_2 = 1.5$	Результаты вычислений персептрона		
весовой вектор: $w = (-1.5, 1, 1)$	x_1	x_2	$x_1 \text{ AND } x_2$
вектор нормали: $w' = (1, 1)$	0	0	0
	0	1	0
	1	0	0
	1	1	1

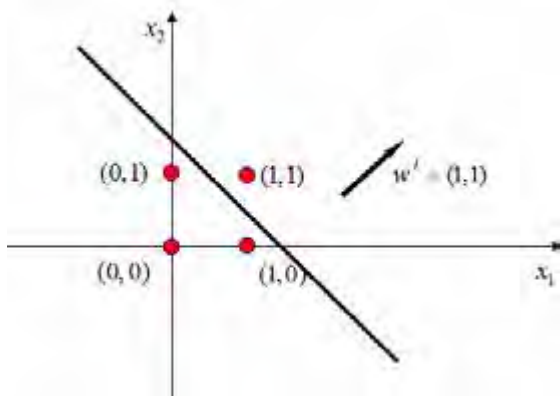


Рис.1 Гиперплоскость $x_1 + x_2 = 1.5$ реализующая булеву функцию *AND*

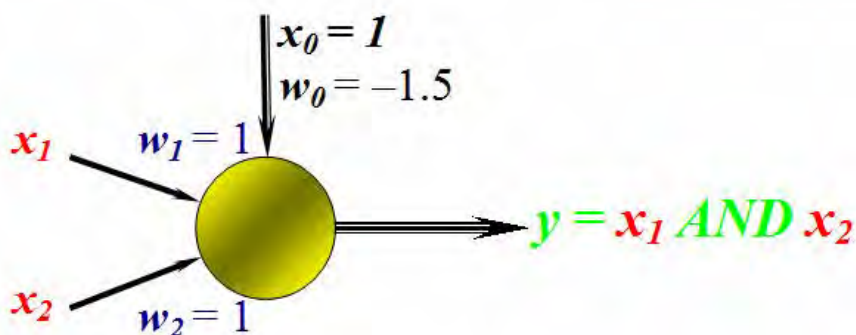


Рис.2 Однослойный персептрон реализующий булеву функцию *AND*

Данные для реализации функции *OR* (изображение гиперплоскости см. на рис. 3, схему персептрона см. на рис. 4):

OR

гиперплоскость: $x_1 + x_2 = 0.5$	Результаты вычислений персептрона		
весовой вектор: $w = (-0.5, 1, 1)$	x_1	x_2	$x_1 \text{ OR } x_2$
вектор нормали: $w' = (1, 1)$	0	0	0
	0	1	1
	1	0	1
	1	1	1

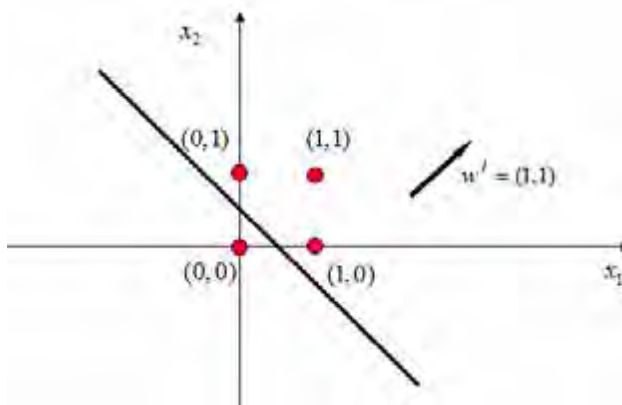


Рис.3 Гиперплоскость $x_1 + x_2 = 0,5$ реализующая булеву функцию *AND*

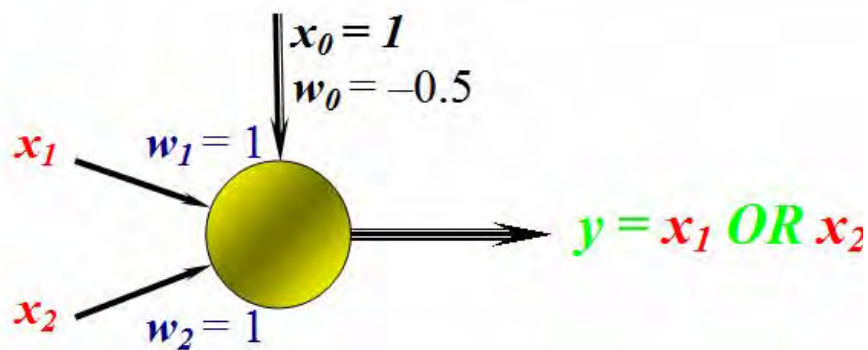


Рис.4 Однослойный персептрон реализующий булеву функцию *AND*

Общие сведения

Персептроном называется простейшая нейронная сеть, веса и смещения которого могут быть настроены таким образом, чтобы решить задачу классификации входных векторов. Задачи классификации позволяют решать сложные проблемы анализа коммутационных соединений, распознавания образов и других задач классификации с высоким быстродействием и гарантией правильного результата.

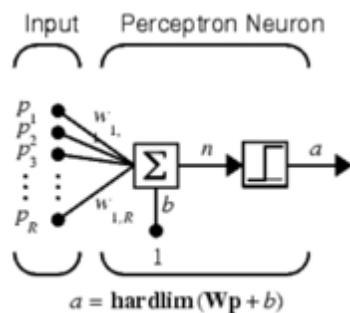


Рис.1

Каждое значение элемента вектора входа персептрона умножено на соответствующий вес w_{lj} , и сумма полученных взвешенных элементов является входом функции активации. Если вход функции активации $n \geq 0$, то нейрон персептрона возвращает 1, если $n < 0$, то 0. Функция активации с жесткими ограничениями придает персептрону способность классифицировать векторы входа, разделяя пространство входов на две области, как это показано на рис. 2, для персептрона с двумя входами и смещением.

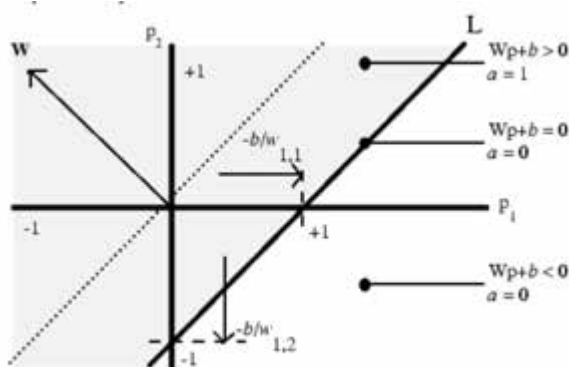


Рис.2

Пространство входов делится на две области разделяющей линией L , которая для двумерного случая задается уравнением

$$W^m p + b = 0. \quad (1)$$

Эта линия перпендикулярна к вектору весов w и смещена на величину b . Векторы входа выше линии L соответствуют положительному потенциалу нейрона, и, следовательно, выход персептрона для тех векторов будет равен 1; векторы входа ниже линии L соответствуют выходу персептрона, равному 0.

При изменении значений смещения и весов граница линии L изменяет свое положение. Персептрон без смещения всегда формирует разделяющую линию, проходящую через начало координат; добавление смещения формирует линию, которая не проходит через начало координат, как это показано на рис. 2. В случае, когда размерность вектора входа превышает 2, т.е. входной вектор P имеет более 2 элементов, разделяющей границей будет служить гиперплоскость.

Архитектура сети

Персептрон состоит из единственного слоя, включающего S нейронов, как это показано на рис. 3, а и б в виде развернутой и укрупненной структурных схем соответственно; веса w_{ij} – это коэффициенты передачи от j -го входа к i -му нейрону. Уравнение однослойного персептрона имеет вид $a = f(Wp + b)$.

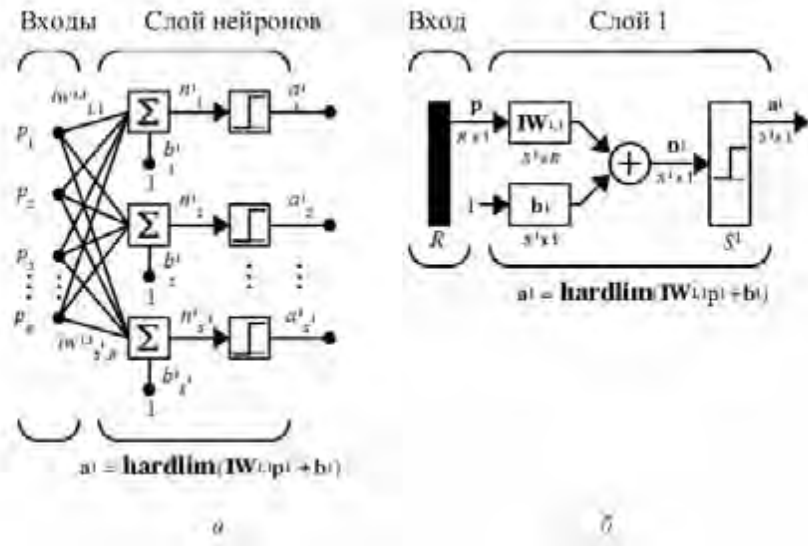


Рис.3

Модель персептрона

Для формирования модели однослойного персептрона в системе MATLAB предназначена функция *newp*

$$net = newp(PR, S)$$

со следующими входными аргументами: *PR* – массив минимальных и максимальных значений для *R* элементов входа размера $R \times 2$; *S* – число нейронов в слое. Например, функция $net = newp([0 \ 2], 1)$; создает персептрон с одноэлементным входом и одним нейроном; диапазон значений входа – $[0 \ 2]$.

В качестве функции активации персептрона по умолчанию используется функция *hardlim*.

Моделирование персептрона

Рассмотрим однослойный персептрон с одним двухэлементным вектором входа, значения элементов которого изменяются в диапазоне от -2 до 2

($p_1 = [-2 \ 2]$, $p_2 = [-2 \ 2]$, число нейронов в сети $S = 1$):

`clear, net = newp([-2 2;-2 2],1); %Создание персептрона net`

По умолчанию веса и смещение равны нулю, и для того, чтобы установить желаемые значения, необходимо применить следующие операторы:

`net.IW{1,1} = [-1 1]; % Веса w11 = -1; w12 = 1`

`net.b{1} = [1]; % Смещение b = 1`

Запишем уравнение (1) в развернутом виде для данной сети:

$$\begin{bmatrix} w_{11} \\ w_{12} \end{bmatrix} [p_1 \ p_2] + b_1 = 0,$$

$$\begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix} [p_1 \ p_2] + 1 = 0.$$

В этом случае разделяющая линия имеет вид

$$L: -p1 + p2 + 1 = 0$$

и соответствует линии L на рис. 2.

Определим реакцию сети на входные векторы $p1$ и $p2$, расположенные по разные стороны от разделяющей линии:

```
p1 = [1; 1];
```

```
a1 = sim(net,p1) % Моделирование сети net с входным вектором p1
```

```
    Результат: a1 = 1
```

```
p2 = [1; -1];
```

```
a2 = sim(net,p2) % Моделирование сети net с входным вектором p2
```

```
    Результат a2 = 0
```

Персептрон правильно классифицировал эти два вектора. Заметим, что можно было бы ввести последовательность двух векторов в виде массива ячеек и получить результат также в виде массива ячеек

```
p3 = {[1; 1] [1; -1]}
```

```
a3 = sim(net,p3) % Моделирование сети net при входном сигнале p3
```

```
    Результат p3 = [2x1 double] [2x1 double]
```

```
a3 = [1] [0]
```

Инициализация параметров

Для однослойного персептрона в качестве параметров нейронной сети в общем случае выступают веса входов и смещения. Допустим, что создается персептрон с двухэлементным вектором входа и одним нейроном

```
clear, net = newp([-2 2;-2 2],1);
```

Запросим характеристики весов входа

```
net.inputweights{1, 1}
```

```
ans =
```

```
delays: 0
```

```
initFcn: 'initzero'
```

```
learn: 1
```

```
learnFcn: 'learnp'
```

```
learnParam: []
```

```
size: [1 2]
```

```
userdata: [1x1 struct]
```

```
weightFcn: 'dotprod'
```

Из этого списка следует, что в качестве функции инициализации по умолчанию используется функция *initzero*, которая присваивает весам входа нулевые значения. В этом можно убедиться, если извлечь значения элементов матрицы весов и смещения:

```
wts = net.IW{1,1}, bias = net.b{1}
```

```
wts =
```

```
0 0
```

```
bias =
```

```
0
```

Теперь переустановим значения элементов матрицы весов и смещения:

```
net.IW{1,1} = [3, 4]; net.b{1} = 5;
```

```
wts = net.IW{1,1}, bias = net.b{1}
```

```
wts =
```



```

    3  4
bias =
    5

```

Для того чтобы вернуться к первоначальным установкам параметров персептрона, предназначена функция *init*:

```

net = init(net); wts = net.IW{1,1}, bias = net.b{1}
wts =
    0  0
bias =
    0

```

Можно изменить способ, каким инициализируется персептрон с помощью функции *init*. Для этого достаточно изменить тип функций инициализации, которые применяются для установки первоначальных значений весов входов и смещений. Например, воспользуемся функцией инициализации *rands*, которая устанавливает случайные значения параметров персептрона:

```

% Задать функции инициализации весов и смещений
net.inputweights{1,1}.initFcn = 'rands';
net.biases{1}.initFcn = 'rands';
% Выполнить инициализацию ранее созданной сети с новыми функциями
net = init(net);
wts = net.IW{1,1}, bias = net.b{1}
wts =
    -0.1886  0.8709
bias =
    -0.6475

```

Видно, что веса и смещения выбраны случайным образом.

Пример выполнения лабораторной работы.

```

clc
clear
p1=[0 1 2 1; 0 1 1 2]
t=[0 1 1 1]
e11=newp([0 2; 0 2],1); %Создали персептрон с двумя входами и одним нейроном
e11.IW {1,1}=[1 -1];% Установили весовые коэффициенты
e11.b{1}=[1]; %установили смещение
a=train(e11,p1,t)
a1=sim(a,p1) % Моделирование работы нейронной сети
plotpv(p1,a1) % График точек входного множества
plotpc(a.iw{1,1},a.b{1})%

```

Результат:

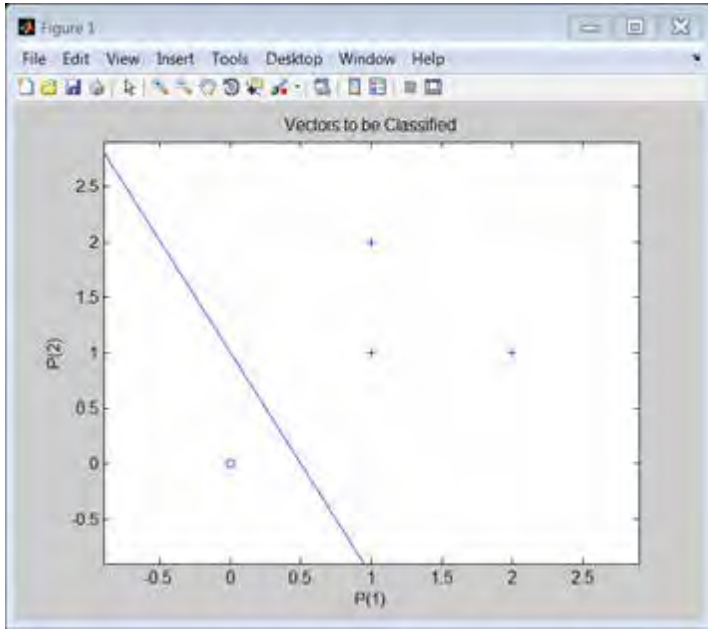
```

p1 =
    0     1     2     1
    0     1     1     2

t =
    0     1     1     1

a1 =
    0     1     1     1

```



➤ Лабораторная работа 6-7

Тема 1. «СЕТИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ»

Постановка задачи

Ирисы Фишера — это набор данных для задачи классификации, на примере которого Рональд Фишер в 1936 году продемонстрировал работу разработанного им метода дискриминантного анализа

Описание

Ирисы Фишера состоят из данных о 150 экземплярах ириса, по 50 экземпляров из трёх видов — Ирис щетинистый (*Iris setosa*), Ирис виргинский (*Iris virginica*) и Ирис разноцветный (*Iris versicolor*). Для каждого экземпляра измерялись четыре характеристики (в сантиметрах):

Длина чашелистика (англ. *sepal length*);

1. Ширина чашелистика (англ. *sepal width*);
2. Длина лепестка (англ. *petal length*);
3. Ширина лепестка (англ. *petal width*).

На основании этого набора данных требуется построить правило классификации, определяющее вид растения по данным измерений. Это задача многоклассовой классификации, так как имеется три класса — три вида ириса.

Один из классов (*Iris setosa*) линейно-разделим от двух остальных.



Iris virginica



Iris setosa



Iris versicolor

1. Загрузить в рабочее пространство MATLAB данные о так называемых ирисах Фишера. Для каждого экземпляра ириса известны 4 величины: длина чашелистика, ширина чашелистика, длина лепестка, ширина лепестка.
2. Входной файл iris.txt состоит из 150 строк (по 50 для каждого сорта). Задача состоит в разбиении данных на три группы.
3. Решить задачу с помощью многослойной нейронной сети прямого рассматривания.
4. Определить отклики нейронной сети для всех данных (т.е. для всех экземпляров ириса).
5. Полученные значения откликов (номера классов принадлежности каждого экземпляра ириса) проанализировать с целью определения эффективности кластеризации данных.
6. Результаты работы оформить в виде научной статьи (постановка задачи, теоретическая часть, листинг программы, графики, выводы, источники)
7. Требования
 - Первая страница реферата Титульный лист
 - Правила оформления:
 - текст печатается на странице формата A4;
 - шрифт – Times New Roman;
 - размеры полей: левое – 3 см, верхнее – 2 см, правое – 2 см и нижнее – 2 см;
 - выравнивание по ширине.
 - размер шрифта основного текста – 12;
 - интервал межстрочный (полуторный) – 1,5;
 - название работы печатается полужирным, размер шрифта – 14;
 - заголовки печатаются жирным шрифтом 14-ым размером, перед ними следует оставить пустую строку, выравниваются по центру;
 - подзаголовки печатаются жирным шрифтом 12-ым размером выравниваются по центру;
 - нумерация страниц – внизу по центру.
 - Нумерация рисунков, графиков и т.п. Например: (рис.1 Название рисунка) рисунки нумеруются снизу и по центру, таблица (Таблица 1. Название таблицы) таблицы нумеруются сверху выравнивание к правому краю.
 - Библиографические ссылки при цитировании приводятся в конце статьи и нумеруются согласно порядку цитирования в тексте. Указываются автор (сначала фамилия, потом инициалы), название, место и год издания, страница. Порядковые номера ссылок должны быть написаны внутри квадратных скобок (например: [1], [2]). Источники приводятся с указанием в алфавитном порядке фамилий и инициалов всех авторов, сначала отечественных, затем иностранных, полного названия статьи, названия источника, где напечатана статья, том, номер, страницы (от и до) или полное название книги, место и год издания. Фамилии иностранных авторов, название и выходные данные их работ даются в оригинальной транскрипции. Каждый источник приводится с новой строки.

Лабораторная работа №7 Тема «ИНС Кохонена»

Архитектура соревновательного слоя приведена на рис. 1

На рис. 1 R - размерность входного вектора p и векторов весов; S_I - число нейронов соревновательного слоя; блок C (competitive layers) обозначает вычисление выходов нейронов с учетом функции близости. Изменяющийся при обучении вектор смещений b используется для охвата нейронами всего входного пространства.

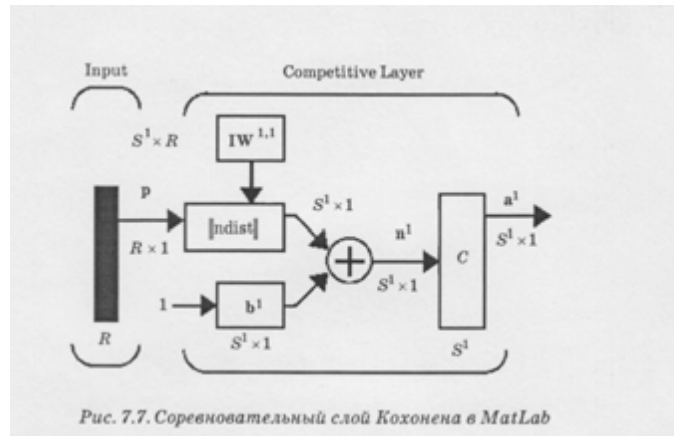


Рис. 1 Соревновательный слой Кохонена в MatLab

Слой Кохонена создается командой

```
net = newc(P, S, KLR, CLR),
```

где P - $(R \times Q)$ -матрица минимальных и максимальных значений Q входных векторов; S - число нейронов; KLR и CLR - константы скорости обучения весов и смещений.

Проанализируем пример использования слоя Кохонена.

Пример Рассмотрим создание слоя конкурирующих нейронов Кохонена для решения примера из лекции. Сначала опишем входные векторы:

```
p=[1 0 1 0; 1 0 0 0; 0 0 0 1; 0 1 0 1]
p =
    1    0    1    0
    1    0    0    0
    0    0    0    1
    0    1    0    1
```

Затем создадим нейронную сеть:

```
» net=newc([ 0 1; 0 1; 0 1; 0 1],2);
```

В этой команде массив указывает диапазоны для каждой входной переменной, а число - число нейронов соревновательного слоя. Начальные значения матрицы весов задаются в центре входных диапазонов.

```
ves=net.IW{1,1}
ves =
```

```
0.5000 0.5000 0.5000 0.5000
0.5000 0.5000 0.5000 0.5000
```

Зададим число эпох обучения:

```
» net.trainParam.epochs = 500;
```

Обучение ИНС происходит по команде

```
» net=train(net,p);
```

Проверим получившиеся значения весов:

```
» ves=net.IW{1,1}
```

ves =

```
1.0000 0.4810 0.0000 0.0000
0.0000 0.0000 0.5177 1.0000
```

Значения оказались близкими к ожидаемым для этого примера.

Проверим работу сети:

```
y=sim(net,p)
```

y =

```
(1,1) 1
(2,2) 1
(1,3) 1
(2,4) 1
```

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Дан входной вектор $p1$, состоящий из 2 элементов. Каждая пара данного вектора относится к одному из двух классов (0 или 1) или (1 или 2 класс).

```
p1=[0 1 2 1 -3 0 1 2 2 1 0 1 1 2 -3 -1 -1 0 2 3 0 0 0; 0 1 1 2 -3 -1 -1 0 2 3
0 1 2 1 -3 0 1 2 2 1 -2 -3 -1]
```

Эталонное значение принадлежности элементов к одному из классов записано в векторе t

```
t=[0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0]
```

Решить задачу разделения входного множества на два класса двумя способами:

1. Обучить ИНС с помощью персептрона (newp), разделить входное множество на классы, построить график разделения типа рис. 2.

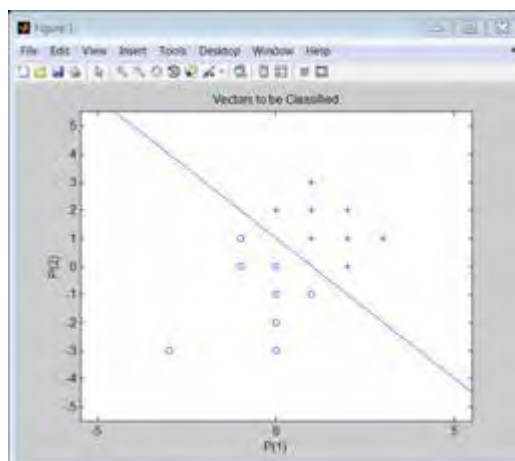


Рис.2 График плоскости, разделяющей множество на два класса.

Вывести результаты моделирования на экран.

2. Обучить ИНС с помощью слоя Кохонена с двумя нейронами, на этих же исходных данных. Сравнить полученные результаты. Описать в чем отличие, использования ИНС Кохонена от классификации перцептроном.

Лабораторная работа №8 Тема «ИНС Кохонена»

Архитектура соревновательного слоя приведена на рис. 1

На рис. 1 R - размерность входного вектора p и векторов весов; S_I - число нейронов соревновательного слоя; блок C (competitive layers) обозначает вычисление выходов нейронов с учетом функции близости. Изменяющийся при обучении вектор смещений b используется для охвата нейронами всего входного пространства.

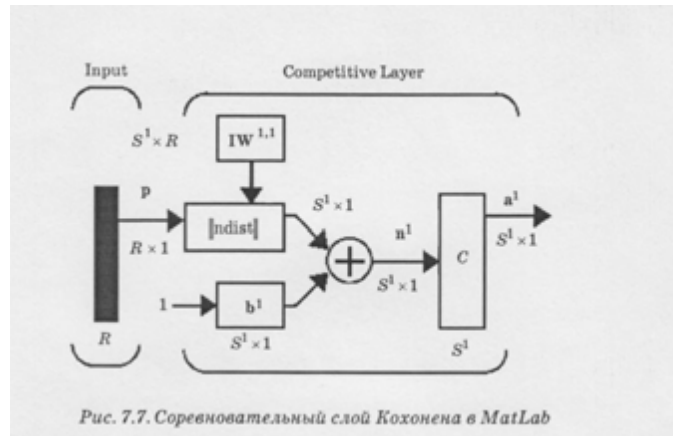


Рис. 1 Соревновательный слой Кохонена в MatLab

Слой Кохонена создается командой

```
net = newc(P, S, KLR, CLR),
```

где P - $(R \times Q)$ -матрица минимальных и максимальных значений Q входных векторов; S - число нейронов; KLR и CLR - константы скорости обучения весов и смещений.

Проанализируем пример использования слоя Кохонена.

Пример Рассмотрим создание слоя конкурирующих нейронов Кохонена для решения примера из лекции. Сначала опишем входные векторы:

```
p=[1 0 1 0; 1 0 0 0; 0 0 0 1; 0 1 0 1]
p =
    1     0     1     0
    1     0     0     0
    0     0     0     1
    0     1     0     1
```

Затем создадим нейронную сеть:

```
» net=newc([ 0 1; 0 1; 0 1; 0 1],2);
```

В этой команде массив указывает диапазоны для каждой входной переменной, а число - число нейронов соревновательного слоя. Начальные значения матрицы весов задаются в центре входных диапазонов.

```
ves=net.IW{1,1}
ves =
```



```
0.5000 0.5000 0.5000 0.5000
0.5000 0.5000 0.5000 0.5000
```

Зададим число эпох обучения:

```
» net.trainParam.epochs = 500;
```

Обучение ИНС происходит по команде

```
» net=train(net,p);
```

Проверим получившиеся значения весов:

```
» ves=net.IW{1,1}
```

ves =

```
1.0000 0.4810 0.0000 0.0000
0.0000 0.0000 0.5177 1.0000
```

Значения оказались близкими к ожидаемым для этого примера.

Проверим работу сети:

```
y=sim(net,p)
```

y =

```
(1,1) 1
(2,2) 1
(1,3) 1
(2,4) 1
```

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Дан входной вектор $p1$, состоящий из 2 элементов. Каждая пара данного вектора относится к одному из двух классов (0 или 1) или (1 или 2 класс).

```
p1=[0 1 2 1 -3 0 1 2 2 1 0 1 1 2 -3 -1 -1 0 2 3 0 0 0; 0 1 1 2 -3 -1 -1 0 2 3
0 1 2 1 -3 0 1 2 2 1 -2 -3 -1]
```

Эталонное значение принадлежности элементов к одному из классов записано в векторе t

```
t=[0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0]
```

Решить задачу разделения входного множества на два класса двумя способами:

1. Обучить ИНС с помощью перцептрона (newp), разделить входное множество на классы, построить график разделения типа рис. 2.

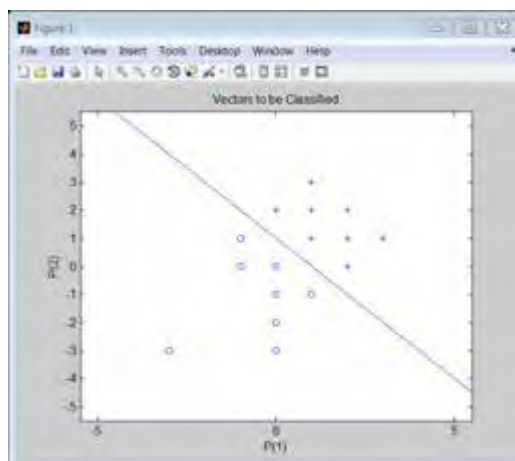


Рис.2 График плоскости, разделяющей множество на два класса.

Вывести результаты моделирования на экран.

2. Обучить ИНС с помощью слоя Кохонена с двумя нейронами, на этих же исходных данных. Сравнить полученные результаты. Описать в чем отличие, использования ИНС Кохонена от классификации перцептроном.

Модульная работа студентов

1. Построить граф передачи сигнала. Описать отображение вход выход. (вручную).
Порог=0
2. Создать нейронную сеть в Matlab. Присвоить весовые коэффициенты, пороговые значения на свое усмотрение. Рассчитать выход сети.

1.	2-3-4-1	Сигмоидальная	[-4,2]	[1,2,1,3,-5,2]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[2,1,3,1]
2.	3-4-2-1	Сигмоидальная	[3,-3,1]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,]	[-2,1]
3.	2-2-3-1	Сигмоидальная	[1,-9]	[-4,2]	[1,2,1,3,-5,2]	[2,1,3]
4.	3-3-4-1	Сигмоидальная	[-3,-2,4]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[2,1,3,1]
5.	2-4-3-1	Сигмоидальная	[5,1]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[2,1,3]
6.	2-3-3-1	Сигмоидальная	[1,1]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,]	[2,1,3]
7.	3-3-2-1	Сигмоидальная	[1,2,3]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[-2,1]
8.	2-3-2-1	Сигмоидальная	[4,6]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[-2,1]
9.	2-2-3-1	Сигмоидальная	[-2,1]	[2,1,3,1]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[2,1,3]
10.	3-2-4-1	Сигмоидальная	[0,-1,5]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3]	[2,1,3,1]
11.	2-3-4-1	Сигмоидальная	[-4,2]	[1,2,1,3,-5,2]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[2,1,3,1]
12.	3-4-2-1	Сигмоидальная	[3,-3,1]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,]	[-2,1]
13.	2-3-4-1	Сигмоидальная	[-4,2]	[1,2,1,3,-5,2]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[2,1,3,1]
14.	3-4-2-1	Сигмоидальная	[3,-3,1]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,]	[-2,1]
15.	2-2-3-1	Сигмоидальная	[1,-9]	[-4,2]	[1,2,1,3,-5,2]	[2,1,3]
16.	2-3-3-1	Сигмоидальная	[1,1]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,]	[2,1,3]
17.	3-3-2-1	Сигмоидальная	[1,2,3]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[-2,1]
18.	2-3-2-1	Сигмоидальная	[4,6]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[-2,1]

				4,3]	4,3]	
19.	2-2-3-1	Сигмоидальная	[-2,1]	[2,1,3,1]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[2,1,3]
20.	3-2-4-1	Сигмоидальная	[0,-1,5]	[2,1,3,-0.3,-4,3]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3]	[2,1,3,1]
21.	2-3-4-1	Сигмоидальная	[-4,2]	[1,2,1,3,-5,2]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[2,1,3,1]
22.	3-4-2-1	Сигмоидальная	[3,-3,1]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,]	[-2,1]
23.	2-3-4-1	Сигмоидальная	[-4,2]	[1,2,1,3,-5,2]	[6,3,-2,1,-1,-0.5,-1,3,7,1,2,4]	[2,1,3,1]

➤ СРСП. 3 Тема «Применение нейронных сетей для распознавания образов»

Цель работы: создать и обучить нейронную сеть для распознавания образов

Общие сведения

Распознавание образов - научное направление, связанное с разработкой принципов и построением систем, предназначенных для определения принадлежности данного объекта к одному из заранее выделенных классов объектов. Под объектами в **Распознавание образов** понимают различные предметы, явления, процессы, ситуации, сигналы. Каждый объект описывается совокупностью основных характеристик (признаков, свойств) $X = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$, где i -я координата вектора X определяет значения i -й характеристики и дополнительной характеристикой S , которая указывает на принадлежность объекта к некоторому классу (образу). Набор заранее расклассифицированных объектов, т. е. таких, у которых известны характеристики X и S , используется для обнаружения закономерных связей между значениями этих характеристик и поэтому называются обучающей выборкой. Те объекты, у которых характеристика S неизвестна, образуют контрольную выборку. Отдельные объекты обучающей и контрольной выборок называются реализациями.

В данной работе будет рассмотрена модель классификации.

Задача классификации — формализованная задача, в которой имеется множество объектов (ситуаций), разделённых некоторым образом на классы.

Классифицировать объект — значит указать номер (или наименование) класса, к которому относится данный объект.

Пример выполнения задания

Инициализация сети

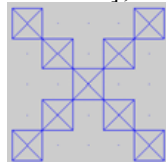
Сформируем массив векторов входа согласно своего варианта.

Например:

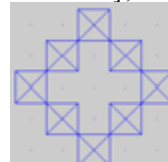
```
0 0 1 0 0 ...
0 0 1 0 0 ...
1 1 1 1 1 ...
0 0 1 0 0 ...
0 0 1 0 0 ];
```



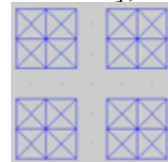
```
[ 1 0 0 0 1 ...
0 1 0 1 0 ...
0 0 1 0 0 ...
0 1 0 1 0 ...
1 0 0 0 1 ];
```



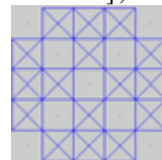
```
[ 0 0 1 0 0 ...
0 1 0 1 0 ...
1 0 0 0 1 ...
0 1 0 1 0 ...
0 0 1 0 0 ];
```



```
[ 1 1 0 1 1 ...
1 1 0 1 1 ...
0 0 0 0 0 ...
1 1 0 1 1 ...
1 1 0 1 1 ];
```



```
[ 0 1 1 1 0 ...
1 0 1 0 1 ...
1 1 0 1 1 ...
1 0 1 0 1 ...
0 1 1 1 0 ];
```



```
symbol1 = [ 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 ];
```

```
symbol2 = [ 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 ];
```

```
symbol3 = [ 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 ];
```

```
symbol4 = [ 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 ];
```

```
symbol5 = [ 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0 ];
```

```
input = [symbol1,symbol2,symbol3,symbol4,symbol5]; % формирование входа
```

А также результирующий вектор (индивидуальный класс для каждого символа)

```
targets = eye(5); % результирующий вектор 5x5
```

```
[R,Q] = size(input); % размерность входного набора- R = 25 Q = 5
```

```
[S2,Q] = size(targets);
```

Создать многослойную нейронную сеть прямого распространения с помощью команды *newff*.

Обучать нейронную сеть в отсутствии шума в векторе и зашумленный вектор

1. Обучение в отсутствии шума

```
P = input; T = targets;
```

```
[net,tr] = train(net,P,T); % обучение нейронной сети
```

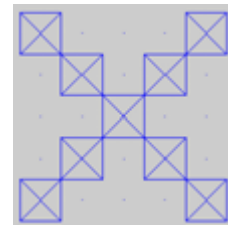
Тестирование

```
input = [symbol1,symbol2,symbol3,symbol4,symbol5];
```

```
targets = eye(5);
```

Подаем на входы нейронной сети для проверки символ под номером 2

```
[1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1]
```



2. Обучение в присутствии шума

Создаем зашумление в нашем входном векторе.

```
symbol1 = [0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0]';
```

```
symbol2 = [1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0]';
```

```
symbol3 = [0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0]';
```

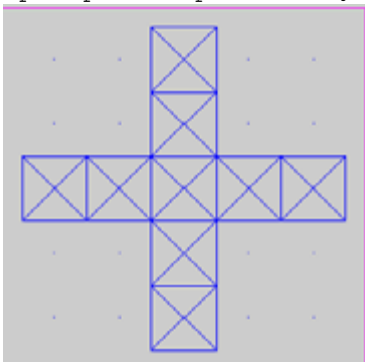
```
symbol4 = [1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1]';
```

```
symbol5 = [0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0]';
```

```
input = [symbol1,symbol2,symbol3,symbol4,symbol5];
```

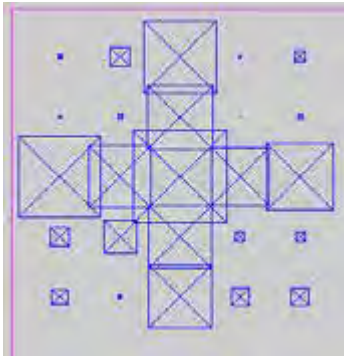
```
targ=eye(5);
```

Пример вектора до зашумления



```
d=input+randn(25,5) * 0.2;
```

Пример вектора после зашумления

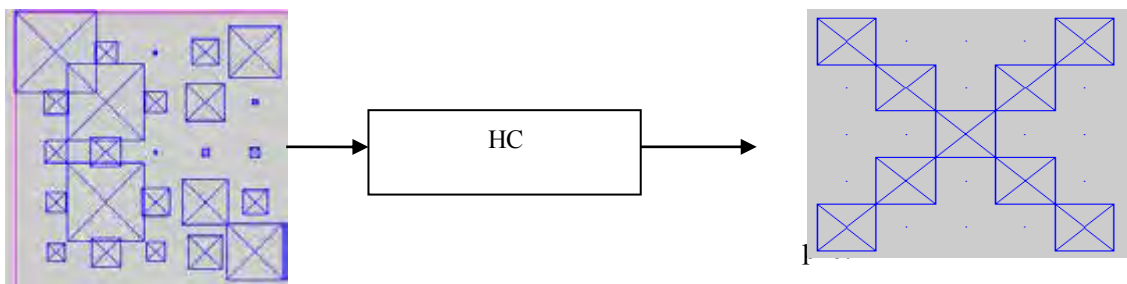


Тестирование

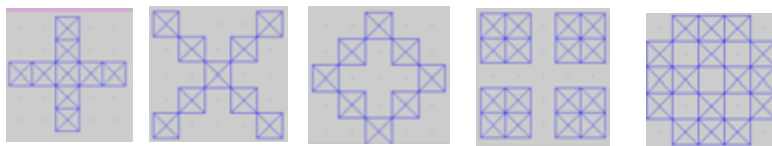
```

a=sim(net1,d)
a=compet(a) % выявление самого сильного выхода
answer = find(compet(a) == 1)
plotchar(input(:,answer))

```



Вывод модели



A2 = 0.0016 0.9597 0.9493 0.1026 0.0000 % процентное соотношение вход - выход

A2 = (2,1) 1 % выявление самого сильного выхода

answer = 2 % ответ системы с указанием класса символа (порядковый номер в массиве векторов input)

Вариант	Символы	Символы	Символы	Символы	Символы
1.	1	2	3	4	5
2.	6	7	8	9	0
3.	2	3	5	7	9
4.	7	5	3	2	0
5.	0	1	9	8	5

6.	1	4	6	3	0
7.	8	7	9	5	4
8.	0	1	4	3	6
9.	2	5	3	7	8
10.	↕	↘	←	→	↙
11.	Σ	Δ	△	⌘	∩
12.	Ф	В	А	П	Р
13.	Я	С	Ч	М	И
14.	Й	Ц	У	К	Е
15.	П	Р	О	Л	Д
16.	Ш	Г	Н	Е	К
17.	К	Е	Н	Г	Щ
18.	С	Т	Ь	Ю	Д
19.	В	К	Е	Н	Я
20.	Ф	О	Л	Т	У
21.	К	П	И	М	С
22.	Ц	В	Е	О	З
23.	3	6	8	0	2
24.	4	5	7	5	1
25.	1	3	4	9	6
26.	2	0	1	5	6
27.	4	5	8	0	1
28.	3	4	8	6	1
29.	0	3	2	9	7
30.	4	8	1	0	2

31.	Ы	К	Н	Г	О
32.	М	И	Т	Р	В
33.	У	Е	Р	О	Х
34.	Ф	К	У	М	И
35.	Ч	А	Р	Г	Ш
36.	П	А	В	Е	У

Самостоятельная работа студентов

Тема «Применение нейронных сетей для задач аппроксимации функций в системе MATLAB»

Цель работы: изучение нейронных сетей для задач аппроксимации функций двух переменных

Общие сведения

Для построения графика от трех переменных использовать функцию `plot3`

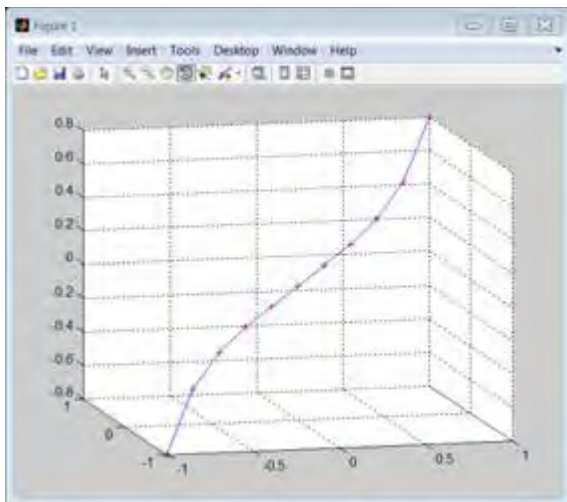


рис. 1

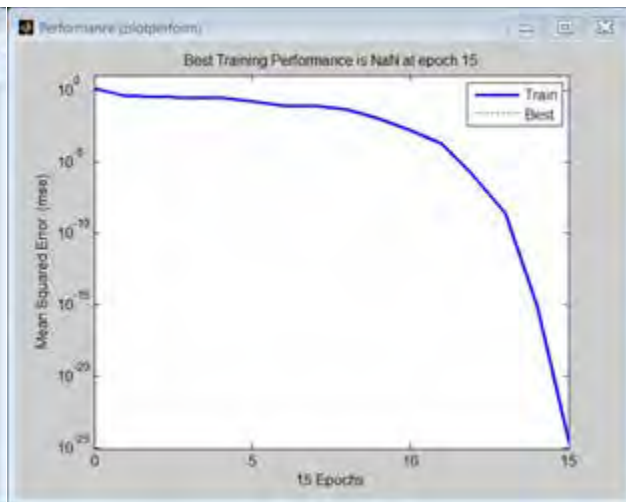


рис.2

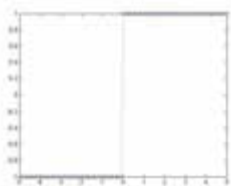
1. Для заданного преподавателем варианта (таблица) аппроксимировать функцию.
 - Проанализировать какое количество нейронов решает поставленную задачу и за какое количество эпох
 - при обучении нейронной сети использовать алгоритмы обучения `trainlm` или `traingd`
2. Разработать алгоритм создания и моделирования нейронной сети.
3. Реализовать разработанный алгоритм в системе MATLAB.
4. Вывести параметры созданной и обученной нейронной сети (веса и смещение)
5. Проверить правильность работы сети для последовательности входных векторов.
5. Построить график, аналогичный представленному на рис.1 и рис.2, для своих исходных данных.
6. Нарисовать модель нейронной сети (с указанием весовых коэффициентов, функций активаций)
7. Составить отчет.

Вариант	Функция	Вариант	Функция
1	$Z = x.^3 + 0.1y$	17	$Z = x.^3 + 0.2y$
2	$Z = 0.3 * x.^3 + 0.4y$	18	$Z = 0.3 * x.^3 + y.^2 - 0.2 * x$
3	$Z = 0.1 * x.^3 + 0.2y$	19	$Z = \sin(2 * \pi * y)$
4	$Z = 0.3 * x.^3 + 0.3 * y.^2$	20	$Z = \cos(2 * \pi * x) + y.^3 + 0.2 * x$
5	$Z = 0.4 * x.^2 + 0.3y$	21	$Z = \cos(2 * \pi * x) + y.^3 + 0.2$
6	$Z = 0.4 * x.^2 + 0.4 * y.^3$	22	$Z = 0.4 * x.^2 + \cos(3 * \pi * y)$
7	$Z = 0.1 * x.^2 + 0.5y$	23	$Z = 0.5 * \pi * x.^2 + 0.1y$
8	$Z = 0.4 * x.^5 + 0.4 * y$	24	$Z = 0.4 * x.^5 - \sin(2 * \pi * y)$

9	$Z=0.1*x.^3+\sin(2*pi*y)$	25	$Z=0.1*x.^3- \sin(2*pi*y)$
10	$Z= 0.1*x.^3-\cos(0.2*pi*y)$	26	$Z= 0.1*x.^3 + \sin(2*pi*y)$
11	$Z=0.2*x.^3-0.1y$	27	$Z= \cos(2*pi*x)+ 0.2*y.^3-0.1$
12	$Z=0.5*x.^3-0.2*y.^2$	28	$Z= \cos(2*pi*x)+ 0.2*y.^2$
13	$Z= 0.4*x.^2-0.6y$	29	$Z= \cos(0.4*pi*x)+ 0.4*y.^2-0.6$
14	$Z=0.3*x.^2-0.4*y.^3$	30	$Z=0.3*x.^2-0.4*y.^3$
15	$Z=0.2*x.^2+0.4y$	31	$Z= x.^3+0.1y$
16	$Z=0.1*x.^4+0.3*y$	32	$Z= 0.3*x.^3+0.4y$
35	$Z= 0.1*x.^2+0.1y$	33	$Z=0.2*x.^3+0.2y$
36	$Z=0.7*x.^2+0.2*y.^3$	34	$Z=0.4*x.^3+0.7*y.^2$

Тестовые задания.

1. График какой функции изображен на рисунке



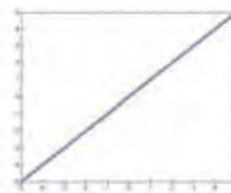
- a. Пороговая
- b. Знаковая

2. График какой функции изображен на рисунке (пороговая)



- a. Пороговая
- b. Знаковая

3. Какой формулой описывается линейная функция, график которой представлен на рисунке.



- a. $\varphi v = v$
- b. $\varphi v = \begin{cases} 1, & v > 0 \\ -1, & v \leq 0 \end{cases}$

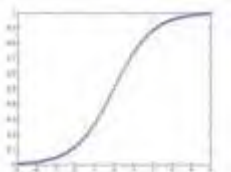
4. Как называется активационная функция формула которой $\varphi v = \frac{1}{1+e^{-v}}$

- a. Сигмоидальная
- b. гиперболический тангенс

5. Как называется активационная функция формула которой $\varphi v = \frac{e^v - e^{-v}}{e^v + e^{-v}}$

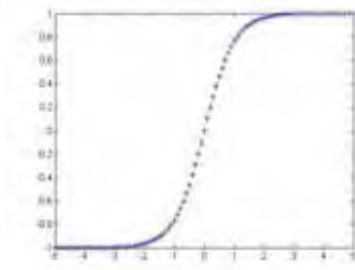
- a. сигмоидальная
- b. гиперболический тангенс

6. Какой функцией в Matlab описывается функция, график которой представлен на рисунке.



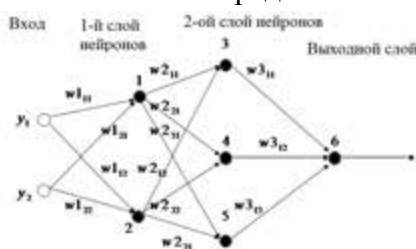
- a. $\text{logsig}(v)$
- b. $\text{tansig}(v)$

7. Какой функцией в Matlab описывается функция, график которой представлен на рисунке.



- a. $\text{logsig}(v)$
 - b. $\text{tansig}(v)$
8. Аксон – это выходной или входной отросток нейрона?
- a. Выходной
 - b. Входной
9. Какие нейроны называются входными нейронами:
- a. нейроны, на которые подается входной вектор, кодирующий входное воздействие или образ внешней среды.
 - b. нейроны, выходные значения которых представляют выход сети.
 - c. нейроны, находящиеся в скрытых слоях нейронной сети.
10. Искусственные нейронные сети, каждый нейрон которой передает свой выходной сигнал остальным нейронам, в том числе и самому себе, называются:
- a. Полносвязными сетями
 - b. Слабосвязными сетями
11. В *многослойных сетях* нейроны объединяются в слои. Как называются слои находящиеся между входным и выходным слоем нейронов.
- a. Скрытый слой
 - b. Невидимый слой
 - c. Входной слой
 - d. Выходной слой

12. Как называется сеть представленная на рисунке

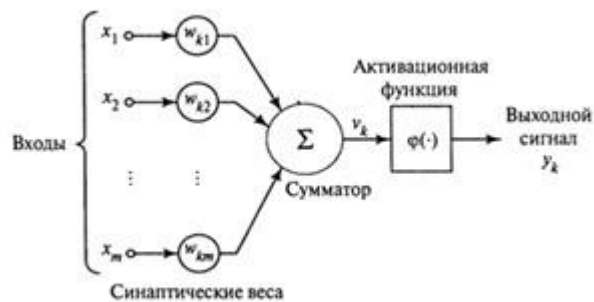


- a. Многослойная сеть прямого распространения
 - b. Многослойная сеть с обратными связями
13. Априорной называется информация:
- a. Наблюдения за окружающим миром (измерения), полученные с помощью сенсоров, адаптированных для конкретных условий, в которых должна функционировать данная нейронная сеть.
 - b. Известное состояние окружающего мира, представленное имеющимися в наличии достоверными фактами

14. Примеры для обучения нейронной сети могут быть *маркированными* и *немаркированными*. Как называется пример когда *входному сигналу* соответствует *желаемый отклик*

- a. *маркированными*
- b. *немаркированными*

15. Нейрон получает входной сигнал x_m , где $m = 4$, блочная диаграмма данной



модели представлена на рисунке

$$x_1 = 0, x_2 = 2, x_3 = 3, x_4 = -3.$$

Соответствующие весовые коэффициенты нейрона равны

$$w_{11} = 1, w_{12} = -1, w_{13} = 0.3,$$

$$w_{14} = 1$$

Вычислить выходное значение нейрона, модель которого описывается пороговой функцией активации. Предполагается, что порог отсутствует.

- a. 0
- b. 1
- c. 0.5

16. Нейрон получает входной сигнал x_m , где $m = 3$, блочная диаграмма данной



модели представлена на рисунке

$$x_1 = 1, x_2 = 0.4, x_3 = 3,$$

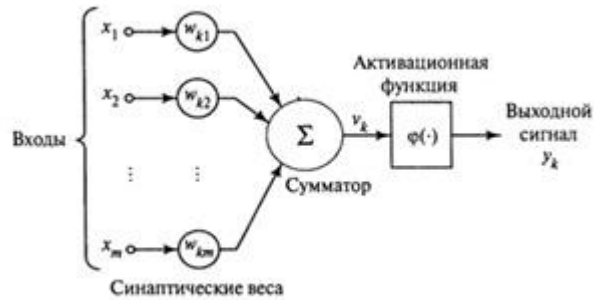
Соответствующие весовые коэффициенты нейрона равны

$$w_{11} = 3, w_{12} = -1, w_{13} = 0.3,$$

Вычислить выходное значение нейрона, модель которого описывается линейной функцией активации. Предполагается, что порог отсутствует.

- a. 3,5
- b. 3.7
- c. 2.4
- d.

17. Нейрон получает входной сигнал x_m , где $m = 2$, блочная диаграмма данной



модели представлена на рисунке

$$x_1 = 1, x_2 = 2$$

Соответствующие весовые коэффициенты нейрона равны $w_{11} = 0, w_{12} = -1$

Вычислить выходное значение нейрона, модель которого описывается знаковой функцией активации. Предполагается, что порог отсутствует.

- a. -1
- b. 1
- c. 0

18. Какие функции выполняет входной слой нейронной сети?

- a. Транслирует сигнал на выходной слой нейронной сети
- b. Удаляет "шум" из сигнала
- c. Передает входной вектор сигналов на первый слой
- d. Вычисляет производную для алгоритма обратного распространения ошибки

19. Сколько скрытых слоев в архитектуре 2-2-4-1

- a. 1
- b. 4
- c. 2

20. Сколько нейронов в скрытом слое в архитектуре 2-3-5-1

- a. 5
- b. 3
- c. 1

21. Сколько скрытых слоев в архитектуре 2-2-4-3-1

- a. 1
- b. 4
- c. 2

22. Сколько нейронов в первом слое в архитектуре 2-3-5-1

- a. 5
- b. 3
- c. 2

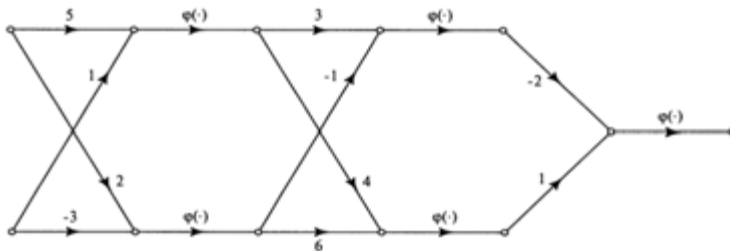
23. Сколько нейронов в первом слое в архитектуре 4-7-5-1

- a. 5
- b. 7
- c. 4

24. Сколько элементов во входном слое в архитектуре 4-7-5-1

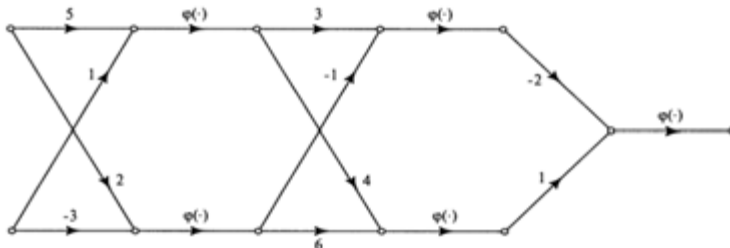
- a. 5
- b. 4
- c. 7

25. Чему равны весовые коэффициенты второго слоя



- a. Весовые коэффициенты второго слоя равны 3,-1,4,6.
- b. Весовые коэффициенты второго слоя равны -2, 1.
- c. Весовые коэффициенты второго равны 5,1,2,-3.

26. Чему равны весовые коэффициенты первого слоя



- a. Весовые коэффициенты первого слоя равны 3,-1,4,6.
- b. Весовые коэффициенты первого слоя равны -2, 1.
- c. Весовые коэффициенты первого равны 5,1,2,-3.

27. Укажите чему равен диапазон значений сигмоидальной функции активации

- a. $(-\infty, \infty)$
- b. $(-1, 1)$
- c. $(0, 1)$

28. Укажите чему равен диапазон значений полулинейной функции активации

- a. $(0, \infty)$
- b. $(-1, 1)$
- c. $(0, 1)$

29. Укажите чему равен диапазон значений знаковой функции активации

- a. $(0, \infty)$
- b. $(-1, 1)$

с. $(0,1)$

30. Укажите чему равен диапазон значений полулинейной с насыщением функции активации

а. $(0,\infty)$

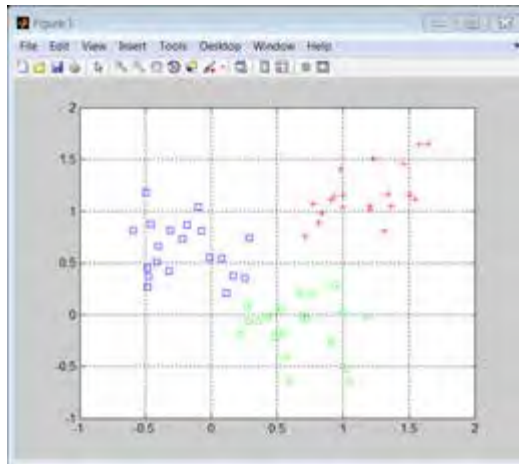
б. $(-1,1)$

с. $(0,1)$!

Контрольная работа

Задача 1. Рассмотрим задачу кластеризации точек на плоскости. Разместим случайным образом 60 точек на плоскости с помощью команд:

```
A = [rand(1,20) - 0.7; rand(1,20) + 0.2];  
B = [rand(1,20) + 0.7; rand(1,20) + 0.7];  
C = [rand(1,20) + 0.2; rand(1,20) - 0.7];
```



С помощью ИНС слоя Кохонена кластеризовать точки на плоскости.

Выделить полученные после обучения центры кластеров

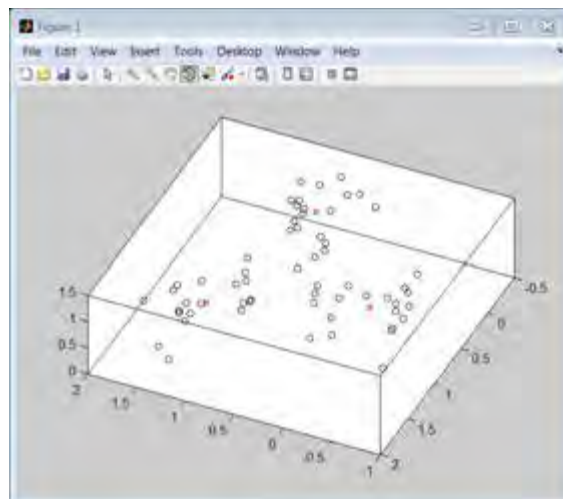
```
w = net.IW{1}  
plot(w(:,1),w(:,2),'kp')
```

Задача 2. Рассмотрим задачу кластеризации точек в пространстве. Разместим случайным образом точки в пространстве с помощью команд:

```
A = [rand(1,20) - 0.7; rand(1,20) + 0.2; rand(1,20) + 0.1];  
B = [rand(1,20) + 0.7; rand(1,20) + 0.7; rand(1,20) + 0.1];  
C = [rand(1,20) + 0.2; rand(1,20) - 0.7; rand(1,20) + 0.1];
```

С помощью ИНС слоя Кохонена кластеризовать точки в пространстве.

Выделить полученные после обучения центры кластеров



Технологическая карта

Дисциплина: **Нейросетевые технологии в обработке экономической информации**

Курс/семестр: 2/1

Количество кредитов (ЗЕ): 3

Отчетность: **Зачетно-экзаменационная ведомость (экзамен)**

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный минимум	зачетный максимум	график контроля
Модуль 1					
Основные конфигурации соединения нейронных сетей	Текущий контроль	Лабораторные работы	6	10	
	Рубежный контроль	Тест	6	10	
Модуль 2					
Использование НС в задачах кластеризации данных	Текущий контроль	Лабораторные работы	8	15	
	Рубежный контроль	Презентация доклада	6	10	
Модуль 3					
Практическое использование НС	Текущий контроль	Лабораторные работы	8	15	
	Рубежный контроль	Презентация доклада	6	10	
ВСЕГО за семестр			40	70	
Промежуточный контроль (Экзамен)			20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			60	100	

Вес работ по курсу

Нейросетевые технологии в обработке экономической информации

Содержание дисциплины	Тип контроля	Форма контроля	Уровень освоения компетенции	Количество единиц	Максимальный балл за контрольную единицу/за весь контроль	Вес	Максимум за форму контроля
Модуль 1							
Система массовой оценки недвижимости	Текущий	Лабораторные работы	уметь	3	100/300	0,04	12
	Рубежный	Тестовые вопросы	знать	25	4/100	0,12	12
Модуль 2							
Налог на недвижимость	Текущий	Лабораторные работы	уметь	2	100/200	0,06	12
	Рубежный	Презентация	владеть	1	100/100	0,11	11
Модуль 3							
Равномерность массовой оценки для целей налогообложения	Текущий	Лабораторные работы	уметь	4	100/400	0,03	12
	Рубежный	Презентация	владеть	1	100/100	0,11	11
Итог							
	Промежуточный	Тестовые вопросы	знать	50	2/100	0,3	30
Семестровый рейтинг							100

Технологическая карта

Дисциплина: **Нейросетевые технологии в обработке экономической информации**

Курс/семестр: 2/1

Количество кредитов (ЗЕ): 1

Отчетность: **Курсовая работа**

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный минимум	зачетный максимум	график контроля
Модуль 1					
Использование нейросетевых технологий в экономических задачах	Текущий контроль	Изучение научной литературы, посвященной теме исследования. Сбор фактического материала.	25	40	
	Рубежный контроль	Предоставление пояснительной записки	15	30	
ВСЕГО за семестр			40	70	
Промежуточный контроль (Защита КР)			20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			60	100	

**Вес работ по курсовой работе
по курсу
Нейросетевые технологии в обработке экономической информации**

Содержание дисциплины	Тип контроля	Форма контроля	Уровень освоения компетенции	Количество единиц	Максимальный балл за контрольную единицу/за весь контроль	Вес	Максимум за форму контроля	
Модуль 1								
Использование нейросетевых технологий в экономических задачах	Текущий	Сбор базы данных по жилой недвижимости	Уметь	1	100/100	0,2	20	
	Рубежный	Предоставление пояснительной записки	Владеть	1	100/100	0,5	50	
	Промежуточный	Защита в форме презентации	Владеть	50	100/100	0,3	30	
Семестровый рейтинг								100

Указания к выполнению курсовой работы

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение курсовой работы является одной из важнейших форм организации самостоятельной работы студентов. Курсовая работа предназначена для закрепления знаний, полученных при изучении курса «Нейросетевые технологии в обработке экономической информации». В процессе подготовки курсовой работы студенты знакомятся с экономическими процессами в Кыргызской Республике.

Курсовая работа призвана способствовать развитию системного мышления, логичного и четкого письменного изложения своих мыслей, умению применять полученные знания при анализе социально – экономических явлений.

При написании работы могут быть использованы учебники, монографии и статьи, посвященные вопросам анализа временных рядов, а также состояния экономики Кыргызской Республики.

1. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ТЕМЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

При изучении курса «Нейросетевые технологии в обработке экономической информации» каждому студенту направления «Экономика» профиля «Математические методы в экономике», в начале семестра, был предложен временной ряд, (Табл. 1), официально публикуемый на сайте НСК КР¹ с которым следует работать при прохождении курса.

Особенности предложенных временных рядов заключаются в том, что:

¹ www.stat.kg

- Ряды, отражают историю реальной экономики Кыргызской Республики с трендами, сезонностями и шоками, которые испытывало производство в КР за более, чем 20 лет.
- Ряды длинные.
- Имеется возможность разбивки годовых данных на квартальные и ежемесячные.

Эти особенности реальных экономических рядов позволяют:

- выявить структуру временного ряда на основе методов тренд-сезонного анализа данных;
- работать с моделями ARMA и ARIMA и др., требующими использования лаговых переменных и, следовательно, накладывающих требования на длину ряда;
- заниматься прогнозированием по специальным методам, присущим только временным рядам;
- столкнуться со всеми проблемами, которые отличают моделирование и прогнозирование реальных временных рядов от специально подобранных примеров, обладающими «чистыми» свойствами.

Таблица 1. Производство промышленной продукции в КР за 1994-2014 гг.

№№ варианта	Производство промышленной продукции
1	Уголь каменный и лигнит
2	Мясо и пищевые субпродукты крупного рогатого скота
3	Мясо и пищевые субпродукты домашней птицы
4	Колбасные изделия
5	Соки фруктовые и овощные
6	Фрукты, овощи и грибы, переработанные и консервированные
7	Масло растительное
8	Масло сливочное всех видов
9	Молоко, обработанное жидкое
10	Сыры всех типов
11	Мука из зерновых культур
12	Хлеб свежий
13	Торты, изделия кондитерские и пирожные
14	Сухари и печенье, изделия кондитерские и пирожные длительного хранения
15	Сахар
16	Макароны, лапша, кускус и изделия мучные аналогичные

№№ варианта	Производство промышленной продукции
17	Коньяк
18	Водка
19	Вино типа "Шампанское"
20	Пиво
21	Воды минеральные и газированные, неподслащенные и неароматизированные
22	Табак ферментированный
23	Сигареты, содержащие табак, или смеси табака с заменителями табака
24	Ткани всех видов
25	Кожгалантерейные изделия
26	Обувь
27	Книги, брошюры, листовки и материалы печатные аналогичные, на отдельных листах
28	Препараты фармацевтические
29	Емкости для напитков и продуктов пищевых из стекла
30	Кирпичи и блоки строительные неогнеупорные
31	Цемент
32	Известь
33	Бетон товарный
34	Шифер гофрированный, листы, панели, плитки и изделия аналогичные из асбоцемента
35	Листовое стекло
36	Вилки и розетки штепсельные и аппаратура прочая для отключения
37	Лампы электрические
38	Мебель
39	Электроэнергия
40	Тепловая энергия

Курсовая работа носит прикладной характер и предназначена для более глубокого исследования производства видов промышленной продукции в Кыргызской Республике, приведенных в Таблице 1.

Курсовая работа будет являться продолжением работы над рядами, которыми пользовались студенты в процессе изучения курса «Анализ временных рядов»

В соответствии с вышеобозначенной логикой, темы курсовых работ будут называться: «Анализ, моделирование и прогнозирования производства . . . в Кыргызской Республике за период 1994-2014 гг.»

Например, для варианта №1 - «Анализ, моделирование и прогнозирования производства тканей всех видов в Кыргызской Республике за период 1994-2014 гг.»

Для варианта № 5 – «Анализ, моделирование и прогнозирования производства соков фруктовых и овощных в Кыргызской Республике за период 1994-2014 гг.» и т.д.

2. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

После определения темы курсовой работы студент должен ознакомиться со степенью ее разработанности в литературе. Этот процесс предполагает следующие виды деятельности:

- углубленное изучение учебников и учебных пособий по разделам, посвященным теме исследования;
- ознакомление с научной литературой по избранной теме: монографиями, журнальными статьями, а так же Internet-источниками;

Каждый источник, который будет использован при написании работы, следует сразу занести в библиографический список, причем правильно описав его (см. приложение 2). Целесообразно при изучении литературы делать записи в том числе и с использованием компьютера.

Следует обратить внимание, что освоение процесса сбора материала, изучения и обработки источников является важной составляющей высшего образования. Поэтому студенту следует стремиться к наибольшей самостоятельности в этой области.

При подборе источников следует пользоваться каталогами научных библиотек, библиографическими указателями в соответствии с проблемой своей курсовой работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа включает в себя пояснительный текст и иллюстративные материалы.

Общий объем курсовой работы составляет 25-30 страниц (без приложений) компьютерного текста, включая рисунки, чертежи, таблицы, диаграммы, графики и схемы.

Курсовая работа должна быть оформлена в указанной ниже последовательности:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

Титульный лист содержит:

- полное наименование учебного заведения
- наименование кафедры;
- название учебной дисциплины;
- тему курсовой работы;
- сведения об авторе работы (фамилия, имя, отчество, № группы);
- сведения о руководителе (фамилия, имя, отчество, ученая степень и звание);
- город, год написания работы (см. Приложение 1).

Титульный лист не нумеруется.

В содержании последовательно перечисляют заголовки глав, параграфов и приложений с указанием номеров страниц, на которых они помещены. Содержание должно включать все заголовки, имеющиеся в курсовой работе. Отдельно перечисляют все таблицы и иллюстрации с указанием номеров страниц.

Во введении обосновывается актуальность темы курсовой работы, указываются объекты исследования, формулируются цели исследования, которые конкретизируются в задачах исследования. Объем этой части работы - 1-2 страницы.

Основная часть курсовой работы содержит общую характеристику объекта исследования, описание моделей и методов анализа, расчетную часть. Обязательной частью курсовой работы являются иллюстративные материалы (чертежи, схемы, графики, таблицы), характеризующие основные выводы и предложения.

Основная часть состоит из 2 глав, в которых раскрывается содержание курсовой работы.

Название главы должно быть кратким, содержательным и не повторять название самой курсовой работы.

Названия параграфов раскрывают и конкретизируют содержание главы, но не повторяют ее названия. Содержание работы обсуждается с руководителем и утверждается им.

В заключении формулируются основные выводы по теме исследования, показываются, как достигнуты цели и решены задачи, поставленные во введении.

Список литературы включает все использованные источники в алфавитном порядке. Сведения о книгах и статьях должны соответствовать правилам библиографического описания. Нумерация источников - арабскими цифрами, сквозная (см. приложение 2).

Приложения оформляются как составная часть работы и включают вспомогательный материал, уточняющий основную часть работы (промежуточные расчеты, таблицы вспомогательных цифровых данных и т.п.). Каждое Приложение начинается с новой страницы (счет страниц продолжается после списка литературы) и каждому Приложению

присваивается порядковый номер. Объем Приложений не ограничен и не включается в обязательное количество страниц курсовой работы

4. ПОДГОТОВКА ЧЕРНОВОГО ВАРИАНТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

После изучения литературы и составления плана курсовой работы, включающего названия глав и параграфов, студент приступает к подготовке ее чернового варианта. При этом названия глав и параграфов, а также их количество могут быть скорректированы, по согласованию с руководителем, но тема не может быть изменена.

Не допускается компиляция, т.е. переписывание используемых источников, либо прямое копирование их из Internet'a .

Черновой вариант работы представляется на проверку руководителю. После проверки чернового варианта курсовой работы руководитель отмечает ее недостатки, которые необходимо устранить при подготовке ее окончательного варианта.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ВАРИАНТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Оформление курсовой работы осуществляется силами самого студента по единому образцу, после чего курсовая работа в переплетенном виде сдается на кафедру.

Текст курсовой работы печатается на одной стороне белой писчей бумаги формата А4. Курсовая работа оформляется на компьютере в текстовом редакторе MS Word. Размер полей (расстояние между текстом и краем страницы): слева – 30 мм, справа – 10 мм, сверху – 25 мм, снизу – 25 мм.

Нумерация страниц выполняется по центру вверху страницы на уровне 15 мм от края листа арабскими цифрами.

Межстрочный интервал – 1,5 (в рабочем поле документа располагается 28-30 строк).

Размер шрифта – 14.

Тип шрифта: для основного текста - Times New Roman, начертание литер обычное; для заголовков - Arial, начертание литер полужирное.

Первая (красная) строка абзаца должна иметь отступ 1.5 см. Выравнивание основного текста производится по ширине с установлением автоматического переноса.

Нумерация страниц в курсовой работе сквозная. Таблицы и рисунки, расположенные на отдельных страницах, список литературы и приложения необходимо включать в сквозную нумерацию страниц.

Первой страницей курсовой работы является титульный лист, второй – «Содержание».

Первой страницей, на которой печатается номер, является «Содержание».

Каждую главу, а также введение и заключение начинают с новой страницы.

Введение и заключение не нумеруются, все остальные главы основной части курсовой работы должны иметь порядковую нумерацию.

Глава обозначается одной арабской цифрой с точкой на конце. **Параграфы** нумеруются в пределах каждой главы. Номер параграфа должен состоять из двух цифр, первая из которых является номером главы, а вторая – параграфа, разделенных точкой. В конце номера параграфа также ставят точку (например, 2.1. – первый параграф второй главы).

Номер соответствующей главы или параграфа располагается в начале заголовка. Главы и параграфы должны иметь краткие, соответствующие содержанию заголовки. В конце заголовка точку *не ставят*. Подчеркивание

и перенос слов в заголовках не допускается. Выделение заголовка производят увеличением жирности.

Текст курсовой работы должен быть иллюстрирован **таблицами и наглядными материалами** (схемами, графиками, диаграммами и др.). Они располагаются в тексте или выносятся на отдельную страницу. Все наглядные материалы и таблицы должны иметь заголовки и быть пронумерованы.

Нумерация таблиц и наглядных материалов осуществляется отдельно в сквозном порядке внутри каждого параграфа.

Любая иллюстрация в курсовой работе размещается сразу после ссылки на нее в тексте (если занимают страницу целиком, то располагаются на следующей после ссылки странице), именуется рисунком и обозначается словом **“Рис.”**.

- Каждый рисунок должен сопровождаться названием. Название рисунка и его номер располагают под рисунком.
- После номера рисунка ставится точка, после пробела с заглавной буквы приводят его название, в конце которого точка не ставится. Например, Рис.2.2.1. Соотношение объемов реализации продукции по товарным группам. Этот рисунок располагается во второй главе, втором абзаце и имеет номер 1.

Цифровой материал курсового проекта оформляется в виде **таблиц**. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок, которые размещаются над соответствующей таблицей.

Номер предназначен для того, чтобы упростить ссылку на таблицу в основном тексте и идентифицировать месторасположение таблицы. Оформляется он следующим образом:

- с выравниванием вправо в виде слова “Таблица” с последующим номером без точки на конце. Например, Таблица 2.2.3, располагается во втором параграфе второй главы и имеет номер 3;

Заголовок позволяет воспринимать материал таблицы без обращения к основному тексту. Он отражает содержание таблицы и оформляется следующим образом:

- на следующей строке после слова “Таблица” с заглавной буквы, причем вся конструкция горизонтально центрируется;

Ссылки на таблицы в основном тексте пояснительной записки дают в сокращенном виде, например, табл.2.2.3. Показатели таблицы могут иметь одинаковую размерность, тогда она выносится в заголовок, Если показатели имеют различные размерности, в таблицу включают отдельную графу “Единица измерения”. Последние могут быть записаны в сокращенном виде, но с соблюдением действующих стандартов. Графа “N п/п” включается в таблицу, только если в тексте есть ссылки на строки таблицы.

Таблицы и иллюстративные материалы располагают таким образом, чтобы их можно было читать без поворота рукописи или, в крайнем случае, с поворотом по часовой стрелке.

Формулы, помещенные в курсовой работе, нумеруются. Порядковый номер формулы приводится в круглых скобках справа от нее и записывается арабскими цифрами. Под формулой пишут слово “где”, а затем расшифровывают ее составляющие в той последовательности, в которой они приведены в формуле. В конце формулы и в поясняющем ее тексте знаки препинания расставляются в соответствии с правилами пунктуации.

При использовании в курсовой работе цитат и мнений других авторов обязательны **библиографические ссылки** на источники. После упоминания литературного произведения или приведения цитаты в квадратных скобках проставляют номер, под которым это произведение значится в списке

литературы, а при цитировании – также номер страницы, на которой она приведена, например, [17] или [19, с.67].

Сведения о книгах в **списке литературы** должны включать: фамилию и инициалы автора, наименование книги, место издания (город), издательство, год издания, количество страниц. Сведения о статьях из журналов, сборников, научных трудов или газет в списке литературы должны включать: фамилию и инициалы автора, название статьи, наименование сборника, журнала (название, год выпуска, номер, страницы) или газеты (название, год, число, месяц, номер и страницу, если объем газеты более 6 страниц).

Все электронные ресурсы локального (на физических носителях), и удаленного доступа (справочные системы, ресурсы Интернет), рассматриваются как опубликованные и могут включаться в список использованной литературы. Описание электронного ресурса содержит сведения, дающие возможность идентифицировать его, а также получить представление о содержании, характере, объеме, назначении, виде физического носителя, системных требованиях, режиме доступа и других специфических характеристиках².

Примеры оформления приведены в приложении 2.

Последовательность включения источников в список литературы следующая:

- законодательные материалы КР, решения Правительства и статистические материалы;
- книги и статьи по алфавиту авторов и заглавий с учетом последующих (вторых, третьих и т.д.) букв;
- неопубликованные документы (отчеты о НИР, ТЭО, диссертации и т.д.);

² Интерактивная помощь в формировании списка литературы приведена на сайте www.snoskainfo.ru

- книги и статьи, опубликованные на иностранном языке.
- электронные информационные ресурсы.

Нумерация источников в списке литературы должна быть сквозной.

После списка литературы представляют **приложения** (таблицы, графики, схемы, исходные и другие материалы, которые были использованы при выполнении курсового проекта как вспомогательные). Приложения должны иметь последовательную нумерацию и заголовки, отражающие их содержание.

Приложения необходимо располагать в порядке появления ссылок на них в тексте основных разделов. Каждое приложение начинают с новой страницы; в правом верхнем углу пишут слово “Приложение” с соответствующим порядковым номером, например, Приложение 1.

6. ПОДГОТОВКА ПРЕЗЕНТАЦИИ

Для удобства проведения защиты студенту следует подготовить электронную презентацию. Презентация готовится только после того, как курсовая работы выполнена полностью и одобрена руководителем. Презентация готовится в среде PowerPoint. Презентация должна быть рассчитана на 7 минут выступления и, следовательно, состоять из 10-12 слайдов.

Примерное содержание слайдов:

7. Название темы.
8. Постановка задачи
9. Описание проблемы в литературе
10. Исходные данные
11. Результаты обработки данных
12. Заключение

На слайды выносятся: текст, графики, диаграммы, таблицы. При оформлении слайдов в среде PowerPoint размер любого используемого шрифта должен быть не менее 24 п.

7. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа должна быть представлена на кафедре математических методов и исследования операций в экономике не позже, чем за 2 дня до защиты и защищена в сроки, установленные кафедрой.

Конкретный срок защиты согласуется с руководителем.

На защите кроме руководителя могут присутствовать другие преподаватели, а также студенты.

Защита состоит из следующих этапов:

- выступление студента продолжительностью 7 мин.;
- ответы на вопросы руководителя, а также всех присутствующих на защите;
- оценка работы руководителем.

8. ОЦЕНКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Оценка курсовой работы осуществляется на основе следующих критериев:

- соответствие оформления работы требованиям;
- соответствие содержания теме;
- самостоятельность студента на всех этапах подготовки курсовой работы (составление плана работы, сбор и анализ источников, обработка данных, формулирование выводов);
- своевременность и четкость выполнения требований руководителя;
- качество выступления на защите;
- аргументированность ответов на вопросы в процессе защиты.

Образец титульного листа курсовой работы
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра математических методов и исследования операций в
экономике

**ДИСЦИПЛИНА: Нейросетевые технологии в обработке
экономической информации**

КУРСОВАЯ РАБОТА

на тему:

Анализ, моделирование и прогнозирования производства
фармацевтических препаратов в Кыргызской Республике за период
1994-2015 гг.

Выполнил: студент группы ЭММ-11
Бексултанов А.С.

Руководитель:
Миркин Е.Л.

Бишкек 2017

Пример оформления списка литературы

1. Гальперин В.М. и др. Микроэкономика: В 2-х т. — СПб.:
Экономическая школа, — Т.1. 1994. — 349 с. — Т.2. 1999. 503 с.
2. Олейник А.Н. Институциональная экономика: Учебное пособие. —
М.: ИНФРА-М, 2000. — 416 с.
3. Пиндайк Р., Рубинфельд Д. Микроэкономика. Пер.с англ. — М.:
Экономика, Дело, 1992. — 510 с.
4. 50 лекций по микроэкономике: В 2-х т. — СПб.: Экономическая
школа 2000,— Т.1. 624 с. Т.2. 776 с.
5. Экономическая школа. — Вып. 3, 1994. Вып. 5, 1999.
6. Якобсон Л.И. Экономика общественного сектора: Основы теории
государственных финансов. — М.: Аспект пресс, 1996. — 319 с.
7. Атлас-98 [Электронный ресурс]: Электрон. дан. и прогр. — [Б. м.],
1998. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. — (Весь мир в 3D). -
Загл. с контейнера.
8. Фалейтор А. Сегментирование рынка // Энциклопедия маркетинга
[Электронный ресурс]. — Режим доступа:
www.marketing.spb.ru/read/article/a18.htm