

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Государственное федеральное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Амурский государственный университет»  
Кафедра «Информационных и управляющих систем»

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»**

Направление подготовки 230100.68 Информатика и вычислительная техника  
по профилю Компьютерное моделирование

Благовещенск 2012

УМКД разработан к.т.н. Соловцова Л.А.  
(степень, звание, фамилия, имя, отчество разработчиков)

---

---

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /А.В. Бушманов /  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Протокол заседания УМС направления подготовки 230100.68 Информатика и  
(указывается название специальности (направление подготовки))  
вычислительная техника

№ \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Председатель УМС \_\_\_\_\_ /В.В. Еремина /  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

## Содержание

Рабочая программа учебной дисциплины	4
Методические указания по проведению лабораторных занятий	10

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины заключается в формировании профессиональных компетенций, базовых знаний и навыков, позволяющих осуществлять исследования в качестве системного аналитика при создании интеллектуальных информационных систем (ИИС) в различных предметных областях. Студенты должны изучить теоретические и организационно-методические вопросы построения и функционирования ИИС, основанных на знаниях, получить практические навыки по созданию баз знаний в различных предметных областях.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП:

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору профессионального цикла Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 230100.68 «Информатика и вычислительная техника» (квалификация (степень) «магистр»).

Дисциплина развивает систему знаний, полученных в результате изучения таких дисциплин бакалавриата, как «Основы компьютерных технологий», «Информационные технологии», «Математика» и др., а также связана с дисциплинами: «Современные компьютерные технологии», «Моделирование информационных систем и процессов», «Теоретические основы системных исследований в информационных технологиях»

Для освоения курса необходимы: **знания** базовых понятий информатики, математики, основных понятий баз данных, экспертных систем, геоинформационных систем, а также принципов организации и функционирования СУБД, **навыки** использования баз данных и СУБД; **владение** текстовыми и графическими редакторами.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Интеллектуализация информационных систем» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

общекультурными (ОК):

–способен к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменениям научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2);

профессиональными (ПК):

- по видам деятельности:

Научно-исследовательская деятельность:

–умение проводить анализ, синтез, оптимизацию решений с целью обеспечения качества объектов профессиональной деятельности (ПК-2);

проектная деятельность:

–способность к проектной деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода, умение строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их количественный и качественный анализ (ПК-6);

технологическая деятельность:

– умение применять современные технологии разработки программных комплексов с использованием автоматизированных систем планирования и управления, осуществлять контроль качества разрабатываемых программных продуктов (ПК-9);

В результате изучения дисциплины «Интеллектуальные системы» студенты должны:

**знать:**

- основные методы и средства разработки баз знаний и ИИС, основанных на знаниях;
- возможности программных средств, предоставляемых для создания таких систем.

**уметь:**

- осуществлять информационный анализ предметной области;
- создавать концептуальные модели баз данных, знаний и ГИС;
- разрабатывать их модели и структуры.

**владеть:**

- специальными программными средствами, позволяющими создавать базы данных и базы знаний, ГИС и включающие их информационно-поисковые системы.

**4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина.	СРС	Всего час.
<b>I</b>	<b>Нечёткие знания и нейронные сети .</b>	-	-	<b>18</b>	-	<b>162</b>	<b>180</b>
1	Изучение оболочки для работы с нейронными сетями NeuroPro и Sinaps.	-	-	2	-	42	44
2	Проведение исследований в NeuroPro и Sinaps согласно варианту задания	-	-	6	-	60	66
3	Решение задач с помощью нейронной сети.	-		10		60	70

**5. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ**

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции				Общее кол-во компетенций
		ОК1	ПК2	ПК6	ПК9	
1	Нечёткие знания и нейронные сети .	+	+	+	+	4

**6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

№	Раздел дисциплины	Форма (вид) образовательных технологий	Количество часов
3	Нечёткие знания и нейронные сети .	Индивидуальные консультации по лабораторным работам	3,6
	Всего по разделам		3,6

**7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

7.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости.

7.1.1 Контрольные вопросы допуска к выполнению лабораторных работ.

7.1.2 Отчеты о выполнении индивидуальных вариантов заданий лабораторных работ.

7.2, Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

7.2.1. Карточки с заданиями и методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.

7.2.2 СТО СМК 4.2.3.05-2011. Стандарт ФГБОУВПО «АмГУ». Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов), 2011. – 95 с.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература**

1. Глухих И.Н. Интеллектуальные информационные системы: учеб.пособие /И.Н.Глухих, 2010. – 110с.

2. Гагарина Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: кчеб.пособие: рек. Мин.обр.РФ/ Л.Г. Гагарин.– М.,2007. – 384с.

3. Смоленцев Н.К. Matlab: программирование на Visual C#, Borland JBuilder, VBA/Н.К. Смоленцев. – М. ДМК Пресс; СПб: Питер. 2009. –456с. + 1эл.опт.диск(CD-ROM).

### **б) дополнительная литература**

1. Андрейчиков, Александр Валентинович. Интеллектуальные информационные системы: учебник: Рек. Мин. обр. РФ / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова, 2004. - 424 с.

2. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей : Учеб. пособие для вузов: рек. УМО. Кн. 1, 2000. - 416с. с.

3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации./С. Осовский – М.: Финансы и статистика, 2002.- 334 с. (3 экз.)

4. Григорьев Ю.А. Оценка времени выполнения запросов к реляционной системе управления базами данных /Ю.А. Григорьев, А.Д. Плутенко. М. 2000. – 60с.

5. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений./А.Б.Барский – М:Финансы и статистика. 2004. – 176с. (5экз)

6. Советов Б.Я. Представление знаний в информационных системах: учеб: доп. УМО/ Б.Я.Советов – М.: 2011.- 144 с.

7. Головкин, Владимир Адамович. Нейронные сети: обучение, организация и применение: Учеб. пособие: Рек. УМО / В.А. Головкин; Общ. ред. А.И. Галушкин, 2001. - 256 с.

8. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект: учеб.пособие рек. УМС по специальности 010100– Математика/ Л.Н. Ясницкий. М. – 176с.

9. Скворцов А.В. Геоинформатика: учеб.пособие: рек УМН/ А.В. Скворцов. Томск. 2006. – 336с.

10. Коротаев М.В. Применение геоинформационных систем в геологии: учеб.пособие: рек УМО/М.В. Коротаев. М. 2010. – 172с.

### **в) периодические издания**

1. Информационно-управляющие системы

2. Информационные системы и технологии

3. Информационные технологии и вычислительные системы

4. Мир ПК + DVD

## г) программное обеспечение и интернет ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	<a href="http://www.iglib.ru">http://www.iglib.ru</a>	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которых собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний
2	<a href="http://www.internet-biblioteka.ru">http://www.internet-biblioteka.ru</a>	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которых собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия по информационным технологиям, программированию. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний

**9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

9.1 Лаборатории, оборудованные рабочими местами пользователей ЭВМ

**10 РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Семестровый модуль дисциплины						
№ п/п	Раздел дисциплины	Виды контроля	Сроки выполнения (недели)	Максимальное кол-во баллов	Посещение, активность на занятиях	Максимальное кол-во баллов за модуль
1	Нечёткие знания и нейронные сети .	Лаб. работа	18	55	5	60
4	Зачет					40
Итого						100

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### Лабораторная работа №1 Изучение оболочки для работы с нейронными сетями NeuroPro

**Объем часов**, отводимых для выполнения лабораторной работы  
аудиторных – 2 часа  
самостоятельная работа – 42 часа

**Цель лабораторной работы** – освоение принципов создания и обучения нейронной сети на примере работы оболочки NeuroPro. Создание, обучение и тестирование нейронной сети.

Порядок выполнения лабораторной работы

Выполнение лабораторной работы предполагает предварительное самостоятельное изучение теоретического материала см. файл «Модуль Нейрокибернетика» и создание нейронных сетей в программной оболочка NeuroPro 0.25 с использованием массивов данных в соответствии с вариантом.

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо создать, обучить и выполнить тестирование 10 нейронных сетей, используя один исходный массив данных.

№ НС	Количество слоев	Количество нейронов в первом слое	Количество нейронов в последнем слое
1.	1	5	5
2.	2	5	3
3.	2	5	5
4.	2	3	5
5.	3	5	3
6.	3	5	5
7.	3	3	5
8.	5	5	3
9.	5	5	5
10.	5	3	5

Отчет по лабораторной работе должен содержать структуры сетей с описанием исходных параметров и результаты тестирования.

Программа NeuroPro 0.25 является свободно распространяемой бета-версией разрабатываемого программного продукта для работы с искусственными нейронными сетями и производства знаний из таблиц данных с помощью нейронных сетей.

Возможности программы:

1. Чтение, запись, редактирование, конвертирование файлов данных, представленных в форматах dbf (СУБД dBase, FoxPro, Clipper) и db (СУБД Paradox).
2. Создание слоистых нейронных сетей для решения задач прогнозирования и классификации:
  - Число слоев нейронов - до 10.
  - Число нейронов в слое - до 100. Число нейронов в слое может задаваться отдельно для каждого слоя нейронов.
  - Нейроны - сигмоидные с нелинейной функцией  $f(A)=A/(|A|+c)$ , крутизна сигмоиды может задаваться отдельно для каждого слоя нейронов.
  - Работа с количественными (непрерывными) и качественными (дискретнозначными, от 2 до 20 дискретных состояний для признака) входными признаками.

- Решение задач прогнозирования (предсказания значений количественных выходных признаков) и классификации (предсказание состояний качественных выходных признаков)
- Нейросеть может иметь несколько выходных сигналов (решать одновременно несколько задач прогнозирования и классификации); для каждого из выходных сигналов могут быть установлены свои требования к точности решения задачи.
- 3. Обучение нейронной сети с применением одного из следующих методов градиентной оптимизации (градиент вычисляется по принципу двойственного функционирования):
  - Градиентный спуск.
  - Модифицированный Рунге-Кутты метод.
  - Метод сопряженных градиентов.
  - Квазиньютоновский BFGS-метод.
- 4. Тестирование нейронной сети, получение статистической информации о точности решения задачи.
- 5. Вычисление и отображение значимости входных сигналов сети, сохранение значений показателей значимости в файле на диске.
- 6. Внесение случайных возмущений в веса синапсов сети.
- 7. Упрощение (контрастирование) нейронной сети:
  - Сокращение числа входных сигналов сети.
  - Сокращение числа нейронов сети.
  - Равномерное прореживание структуры синапсов сети.
  - Сокращение числа синапсов сети.
  - Сокращение числа неоднородных входов (порогов) нейронов сети.
  - Бинаризация весов синапсов сети (приведение весов синапсов и пороговых входов к конечному набору выделенных значений). Возможен выбор из 4-х наборов выделенных значений.
- 8. Генерация вербального описания нейронной сети. Вербальное описание может редактироваться и сохраняться в файле на диске.

#### **Литературные источники.**

**а) основная литература [1,2, 3]**

б)дополнительная литература [1, 2, 5, 7]

в) периодические издания [1,2,3,]

г) программное обеспечение и интернет ресурсы [1, 2]

### **Лабораторная работа №2 Проведение исследований в NeuroPro**

**Объем часов**, отводимых для выполнения лабораторной работы  
аудиторных – 6 часа  
самостоятельная работа – 60 часов

Цель работы – приобретение навыков проведения исследований в эмуляторе NeuroPro.

В лабораторной работе используются эмуляторы NeuroPro 0.25 в качестве примера приводится возможность прогноза результатов выборов, реализация системы прогнозирования отказов аппаратуры связи.

Рассмотрим эмулятор нейронной сети NeuroPro 0.25, в этом эмуляторе имеется возможность целенаправленного упрощения нейронной сети для последующей генерации словесного описания.

При упрощении нейронной сети возможно выполнение следующих операций:  
сокращение числа входных сигналов нейронной сети путем удаления входных сигналов, наименее значимых для принятия решения сетью;

сокращение числа нейронов сети путем удаления нейронов, наименее значимых для принятия сетью решения;

комплексное, равномерное упрощение нейронной сети. Для каждого нейрона сети выполняется сокращение числа приходящих на него сигналов до максимально возможного числа, задаваемого пользователем;

сокращение числа связей в нейронной сети путем удаления связей, наименее значимых для принятия сетью решения;

бинаризация связей в нейронной сети – приведение весов синапсов к значениям -1 и 1 или значениям из более широкого набора выделенных значений.

Наличие возможностей по упрощению сети в совокупности с построением ее словесного описания дает возможность отбросить факторы модели, незначительно влияющие на результат, и упростить исходную модель.

Поскольку одним из преимуществ нейронных сетей является возможность решения неформализованных задач классификации и прогноза тех задач, явный алгоритм решения которых не известен, данный текст предложит один из возможных алгоритмов решения такой задачи.

Эмулятор нейронных сетей NeuroPro можно использовать как систему для социального прогноза, предсказывающую исход выборов. Возможности эмулятора рассматриваются на примере выборов президента США.

Какая партия победит на очередных выборах в США – правящая или оппозиционная? На первый взгляд кажется, что это зависит от личностей кандидатов и от их программ.

Оказывается, что если предвыборные кампании всех кандидатов отработаны добросовестно и все участники сделали все возможное, то выбор практически предопределяется объективными признаками ситуации и не зависит ни от программ, ни от личностей, ни от названий партий, а только от того, к какой партии принадлежит правящий президент. В одних ситуациях побеждает правящая партия, в других – оппозиция.

Результаты выборов можно предсказать на основании ответов на 12 вопросов:

1. Правящая партия была у власти более одного срока?
2. Правящая партия получила больше 50% на прошлых выборах?
3. В год выборов была активна третья партия?
4. Была серьезная конкуренция при выдвижении от правящей партии?
5. Кандидат от правящей партии был президентом в год выборов?
6. Год выборов был временем спада или депрессии?
7. Рост среднего национального валового продукта на душу населения больше 2,1%?
8. Правящий президент произвел существенные изменения в политике?
9. Во время правления были существенные социальные волнения?
10. Администрация правящей партии виновна в серьезной ошибке или скандале?
11. Кандидат правящей партии – национальный герой?
12. Кандидат оппозиционной партии – национальный герой?

Эмулятору NeuroPro для обучения предоставляется информация об итогах выборов в США за 100 лет. Для всех выборов известны ответы на 12 вопросов и какая партия, когда победила. После обучения нейронная сеть дает свой вариант для дополнительного набора ответов, т.е. предсказывает результаты выборов.

Данные для эмулятора представлены в виде таблицы Excel, где в качестве полей представлены 12 вопросов, описанные выше, а в качестве записей – ответы на все эти

вопросы по всем годам проведения выборов, начиная с 1860 и заканчивая 1980. Ниже представлено описание аббревиатур всех полей:

- MORE1 – правящая партия была у власти более одного срока;
- MORE5 – правящая партия получила больше 50% голосов избирателей на прошлых выборах;
- THIRD – в год выборов была активна третья партия;
- CONC – была серьезная конкуренция при выдвижении от правящей партии;
- PREZ – кандидат от правящей партии был президентом в год выборов;
- DEPR – год выборов был временем спада или депрессии;
- VAL2\_1 – рост среднего национального валового продукта на душу населения больше 2,1%;
- CHANG – правящий президент произвел существенные изменения в политике;
- WAVE – во время правления были существенные социальные волнения;
- MIST – администрация правящей партии виновна в серьезной ошибке или скандале;
- R\_HERO – кандидат правящей партии – национальный герой;
- O\_HERO – кандидат оппозиционной партии – национальный герой.

Ответы на вопросы представлены в виде 0 и 1. Единица означает утвердительный ответ на вопрос, ноль – отрицательный.

Выходное поле обозначается как I\_\_\_, где результатом является значение переменной, соответствующее коду выигравшей партии (1 – правящая партия, 2 – оппозиционная партия).

Работа с нейронными сетями возможна только в рамках некоторого нейропроекта. Для того чтобы создать нейропроект, необходимо выбрать пункт меню “Файл/Создать” или нажать кнопку “Создать” в панели кнопок, при этом появляется окно следующего вида (рис.1).

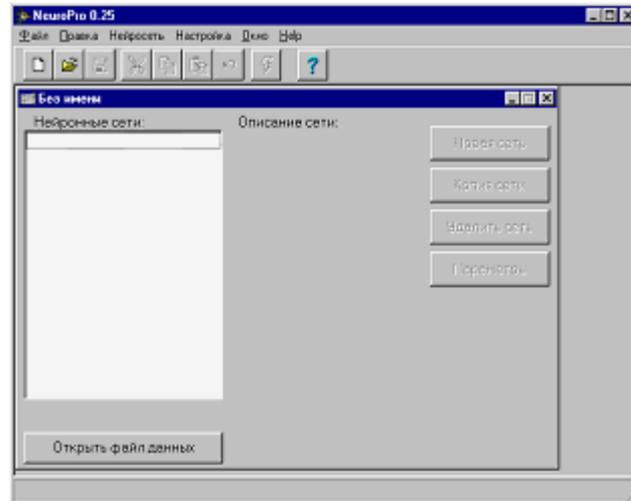


Рис. 1. Вид окна после выбора “Файл/Создать”

После создания нейропроекта в него можно вставлять нейронные сети с помощью кнопки “Открыть файл данных” и работать с ними. Созданный нейропроект может также быть сохранен при помощи команды меню “Файл/Сохранить”, “Файл/Сохранить как” или нажатием на кнопку “Сохранить” на панели инструментов.

В дальнейшем возможна работа с сохраненными файлами нейропроекта. Для этого необходимо выбрать пункт меню “Файл-Открыть” или нажать кнопку “Открыть” и выбрать в открывшемся диалоговом окне имя желаемого проекта.

Большинство операций с нейронными сетями требуют присутствия подключенного к нейропроекту файла данных.

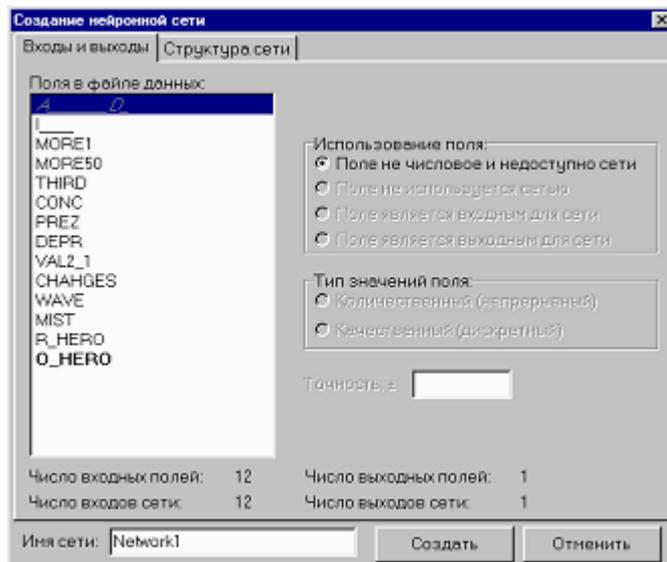


Рис. 2. Окно для создания нейронной сети

Для подключения файла данных или его замены необходимо нажать кнопку “Открыть файл данных” в окне нейропроекта и далее выбрать имя необходимого файла данных. Открытый файл отображается в собственном окне, где предоставляется возможность его редактирования. При подключенном файле данных можно проводить операции создания новых сетей, их обучения, тестирования и упрощения.

Для создания новой нейронной сети необходимо нажать кнопку “Новая сеть” в окне нейропроекта и заполнить окно для создания нейронной сети (рис. 2).

Для нашего примера поле I\_\_ необходимо пометить как выходное, все остальные поля будут входными. После нажатия кнопки “Создать” создается нейронная сеть со следующими параметрами:

- число входных полей: 12;
- число входов сети: 12;
- число выходных полей: 1;
- число выходов сети: 1;
- слой 1: 10 нейронов;
- слой 2: 10 нейронов;
- слой 3: 10 нейронов.

Созданную нейронную сеть можно далее обучать, тестировать, упрощать и сохранять на диске вместе с нейропроектом.

Для обучения активной в данный момент в нейропроекте нейронной сети необходимо выбрать пункт меню “Нейросеть-Обучение”. Если в файле данных имеются все необходимые поля и он не пустой, то запускается процесс обучения сети. При этом на экран выводится “Окно обучения”, где пользователь имеет возможность наблюдать процесс обучения и при необходимости самостоятельно завершить обучение нажатием кнопки “Завершить” (рис. 3).

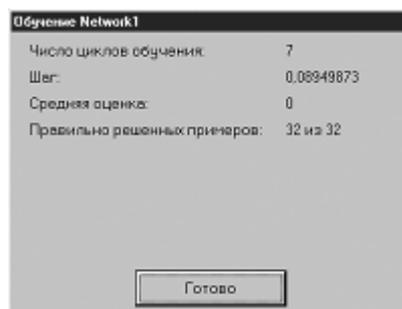


Рис.3. Отображение процесса обучения сети

Обучение прекращается при достижении нулевого значения средней оценки на задачнике, в случае невозможности дальнейшего улучшения оценки либо при аварийных ситуациях (нулевой или бесконечный шаг в направлении оптимизации).

Имея нейронную сеть, можно посмотреть, насколько точно она прогнозирует значения выходных полей в файле данных. Для тестирования нейронной сети выбираем пункт меню “Нейросеть/Тестирование”. Результат тестирования сети выводится в “Окно тестирования сети” (рис. 4).

В окне представлен результат прогноза сети по всем годам, средняя и максимальная ошибки при прогнозировании.

№	l	Прогноз сети	Ошибка
29	1	0,9671643	0,03283572
30	2	1,995806	0,004194498
31	2	2,017038	-0,01703811
32	2	2,027888	-0,02788758
		Правильно:	32 (100%)
		Неправильно:	0 (0%)
		Всего:	32
		Ср.ошибка:	0,0250394
		Макс.ошибка:	0,06044531

Рис. 4. Результат тестирования сети

Возможно тестирование сети на другом файле данных. Для этого необходимо сначала подключить к проекту другой файл данных, а затем протестировать сеть. Результат тестирования можно сохранить в текстовом файле на диске. Далее этот файл можно обрабатывать в другой программе.

Не все входные сигналы сети и синапсы нейронов необходимы для правильного решения сетью задачи. Часто можно достаточно сильно упростить сеть без ухудшения точности решения задачи.

При проведении процесса упрощения сети сокращается число входных сигналов сети. В тех случаях, когда можно правильно решить задачу на основе меньшего набора входных данных, это может в дальнейшем сократить временные и материальные затраты на сбор информации.

После упрощения нейронная сеть может приобрести логически прозрачную структуру и ее возможно будет более просто реализовать на аппаратной платформе.

Известно, что почти невозможно понять, как обученная нейронная сеть решает задачу. После упрощения нейронная сеть становится достаточно обозримой и можно попытаться построить алгоритм решения задачи сетью на основе графического представления или словесного описания структуры сети.

Для упрощения нейронной сети имеются следующие операции в меню “Нейросеть”:

Сокращение числа входных сигналов – удаление наименее значимых входных сигналов (рис. 5)

Упрощение NetWork1	
Число циклов обучения:	53
Шаг:	0,00015
Средняя оценка:	0,04
Правильно решенных примеров:	30 из 32
Удалено входов:	6 (6 из 12)
Удалено нейронов:	0 (0 из 30)
Удалено синапсов:	60 (60 из 361)
Бинаризовано синапсов:	0 (0 из 301)
Готово	

Рис. 5. Изменение параметров сети при ее упрощении

При уменьшении количества входов с 12 до 6 и уменьшении количества промежуточных связей (синапсов) уменьшается количество правильно решенных примеров, соответствующих заданному уровню ошибки, 30 вместо 32.

Упрощение нейронной сети можно производить по различным параметрам.

**Сокращение числа нейронов** – удаление наименее значимых нейронов сети.

**Сокращение числа синапсов** – удаление наименее значимых синапсов сети.

**Сокращение числа неоднородных входов** – удаление наименее значимых неоднородных входов нейронов сети.

**Равномерное упрощение сети** – сокращение числа приходящих на нейроны сети сигналов до количества, задаваемого пользователем.

**Бинаризация синапсов сети** – приведение значений весов синапсов и неоднородных входов нейронов к выделенным значениям.

После упрощения сети обученная сеть минимизируется по числу входных параметров и связей. При использовании эмулятора NeuroPro как системы для социального прогноза, предсказывающей исход выборов в США оказалось, что для надежного предсказания исхода выборов в США достаточно знать ответы всего на пять вопросов, приведенных ниже в порядке значимости:

1. Была серьезная конкуренция при выдвижении от правящей партии?
2. Во время правления были существенные социальные волнения?
3. Год выборов был временем спада или депрессии?
4. Правящий президент произвел значительные изменения в политике?
5. В год выборов была активна третья партия?

Остальные признаки слабо связаны с итогами выборов, т.е. они мало влияют на результат, и их можно не использовать при моделировании. Система позволяет построить многофакторную модель и убрать из нее факторы, мало влияющие на результат, т.е. существенно упростить исходную модель для данной задачи.

На примере представленной лабораторной работы можно посмотреть, как решается задача прогнозирования с помощью нейронных сетей. При решении какой-либо задачи прогнозирования можно также упростить сеть без существенного ухудшения точности решения задачи.

Задание. Установить на эмуляторе значения параметров в соответствии с табл.1, записать количество шагов обучения.

Таблица 1. Зависимость количества шагов обучения от количества слоев нейронной сети

Количество слоев	Количество шагов обучения

Построить зависимость количества шагов обучения от количества слоев при постоянном количестве нейронов в сети. Пояснить полученные результаты.

#### **Литературные источники.**

- а) основная литература [1,2, 3]
- б)дополнительная литература [1, 2, 5, 7]
- в) периодические издания [1,2,3,]
- г) программное обеспечение и интернет ресурсы [1, 2]

### **Лабораторная работа №3 Решение задач с помощью нейронной сети.**

**Объем часов**, отводимых для выполнения лабораторной работы  
аудиторных – 10 часа  
самостоятельная работа – 60 часов

Цель работы – приобретение навыков решения задач с использованием эмулятора NeuroPro.

Задачи решаемые с помощью нейросетей:

- автоматическое считывание чеков и финансовых документов;
- проверка достоверности подписей;
- оценка риска для займов;
- прогнозирование изменений экономических показателей.

Административное обслуживание:

- автоматическое считывание документов;
- автоматическое распознавание штриховых кодов.

Нефтяная и химическая промышленность:

- анализ геологической информации;
- идентификация неисправностей оборудования;
- разведка залежей минералов по данным аэрофотосъемок;
- анализ составов примесей;
- управление процессами.

Военная промышленность и авионавигация:

- обработка звуковых сигналов (разделение, идентификация, локализация, устранение шума, интерпретация);
- обработка радарных сигналов (распознавание целей, идентификация и локализация источников);
- обработка инфракрасных сигналов (локализация);
- обобщение информации;
- автоматическое пилотирование.

Промышленное производство:

- управление манипуляторами;
- управление качеством;
- управление процессами;
- обнаружение неисправностей;
- адаптивная робототехника;
- управление голосом.

Служба безопасности:

- распознавание лиц, голосов, отпечатков пальцев.

Биомедицинская промышленность:

- анализ рентгенограмм;
- обнаружение отклонений в ЭКГ.

Телевидение и связь:

- адаптивное управление сетью связи;
- сжатие и восстановление изображения.

Выбрать вариант и решить задачу в эмуляторе NeuroPro.