

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математической
кибернетики и компьютерных наук

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ
СЕТЕЙ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 451 группы
направления 09.03.04 — Программная инженерия
факультета КНиИТ
Крулева Дениса Михайловича

Научный руководитель
доцент, к. ф.-м. н.


10.06.17

А. С. Иванов

Заведующий кафедрой
к. ф.-м. н.


10.06.17

С. В. Миронов

Саратов 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Основные элементы теории	4
1.1 Преимущества нейронных сетей.....	4
1.2 Области применения искусственных нейронных сетей.....	4
1.3 Математическая модель нейрона	4
1.4 Виды функций активации	6
1.5 Классификация нейронных сетей	6
1.6 Обучения нейронных сетей.....	6
2 Реализация приложения	7
2.1 Пример использования приложения.....	7
2.1.1 Линейная классификация	7
2.1.2 Логические операции	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	13
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	14

ВВЕДЕНИЕ

Искусственные нейронные сети представляют собой технологию, уходящую корнями во множество дисциплин: нейрофизиологию, математику, статистику, физику, компьютерные науки и технику. Они находят свое применение в различных областях благодаря одному важному свойству — способности обучаться на основе данных при участии учителя или без его вмешательства.

Приложение нейронных сетей охватывают самые разнообразные области интересов: распознавание образов, обработка зашумленные данных, дополнение образов, ассоциативный поиск, классификация, оптимизация, прогноз, обработка сигналов, моделирование сложных процессов, машинное зрение, распознавание речи.

Цель настоящей работы: исследовать модели нейронных сетей и алгоритмов их обучения, разработать приложение, демонстрирующее применение таких моделей и алгоритмов в решении классических задач.

Для достижения заданной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть модели нейронных сетей;
- рассмотреть алгоритмы обучения нейронных сетей;
- разработать приложение, демонстрирующее работу нейронных сетей;
- реализовать в приложении демонстрацию метода обратного распространения для решения задачи «исключающего ИЛИ».

Бакалаврская работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованных источников и трёх приложений. Объем работы 42 страницы. Список литературы включает 22 наименования.

В первой главе изложены некоторые элементы теории: область применения нейронных сетей, математическая модель нейрона, алгоритмы обучения нейронных сетей.

Во второй главе описаны задачи, которые решает приложение, описан процесс его разработки и приведен пример использования разработанного приложения.

1 Основные элементы теории

В этой главе изложены элементы теории необходимые для реализации приложения.

1.1 Преимущества нейронных сетей

Сильной чертой нейронных сетей являются возможность распараллеливания обработки информации и способность самообучаться, т. е. создавать обобщения. Под термином обобщение понимают способность получать обоснованный результат на основании данных, неиспользуемых в процессе обучения. Эти свойства позволяют нейронным сетям решать сложные задачи, которые на сегодняшний день считаются трудноразрешимыми. Но на практике работая автономно, нейронные сети не могут представлять из себя готовые решения. Они требуют интеграции в сложные системы. Например, сложную задачу можно разбить на множество простых задач, часть из которых можно решить с помощью нейронных сетей.

Далее в работе перечислены основные свойства нейронных сетей. [1]

1.2 Области применения искусственных нейронных сетей

В этом разделе рассмотрены области, в которых применяются нейронные сети: распознавание образов и классификация, принятие решений и управление, кластеризация, прогнозирование, аппроксимация, сжатие данных и ассоциативная память. [2, 3]

1.3 Математическая модель нейрона

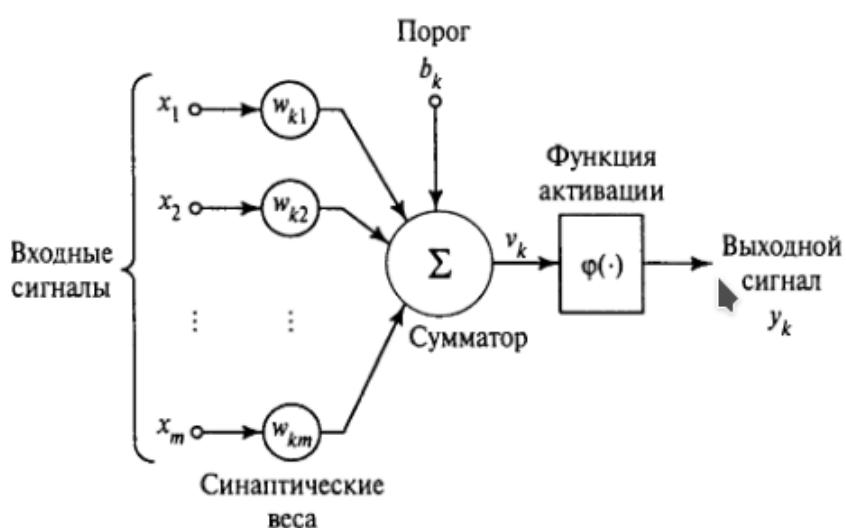


Рисунок 1 – Математическая модель нейрона

Нейрон — элемент обработки информации, который лежит в основе работы нейронной сети. На рисунке 1 изображена математическая модель нейрона, который формирует основу для построения искусственной нейронной сети. Нейрон состоит из трех основных элементов:

- Множество синоптических весов или соединительных связей, каждый из которых характеризуется своим весом или силой. Сигнал x_j на входе синапса j , соединенного с нейроном k , умножается на весовой коэффициент w_{kj} . Стоит обратить внимание на индексы в обозначении весовых коэффициентов: первый символ в индексе указывает на нейрон, а второй указывает на связанный с нейроном синоптический вес. В отличие от мозга, синоптические веса могут принимать как положительные значения, так и отрицательные.
- Сумматор находит взвешенную сумму входных сигналов, такая операция называется линейной комбинацией.
- Функция активации нужна для ограничения амплитуды выходного сигнала. Функцию активации также называют сжимающей функцией, так как она сжимает (ограничивает) допустимую амплитуду выходного сигнала до какого-то конечного значения. Обычно нормализованный диапазон амплитуд выхода нейрона лежит в интервале $[0, 1]$ или $[-1, 1]$.

Модель нейрона, показанную на рисунке 1, включает в себя пороговый элемент, обозначенный символом b_k . Пороговый элемент воздействует на входной сигнал, подаваемый на функцию активации, при этом увеличивая или уменьшая его. [4]

В математическом представлении функционирование нейрона k можно описать следующей парой уравнений:

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} x_j \quad (1)$$

$$y_k = \varphi(u_k + b_k) \quad (2)$$

где x_1, x_2, \dots, x_m — входные сигналы; $w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}$ — синаптические веса нейрона k ; u_k — линейная комбинация входных воздействий; b_k — порог; $\varphi(\cdot)$ — функция активации; y_k — выходной сигнал нейрона. Использование порога b_k обеспечивает эффект афинного преобразования выхода линейного сум-

матора u_k . В модели, показанной на рис. 1, постсинаптический потенциал вычисляется следующим образом:

$$u_k = u_k + b_k \quad (3)$$

1.4 Виды функций активации

В данном разделе рассмотрены виды функций активации и случаи их использования. Рассмотрены следующий функции: пороговая функция, логистическая функция, гиперболический тангенс. [5]

1.5 Классификация нейронных сетей

Решение различных практических задач требуют разные модели нейронных сетей. Модель нейронной сети определяется моделями нейронов и структурой связей сети.

В зависимости от структуры связей можно выделить несколько групп нейронных сетей: однослойные нейронные сети, многослойные нейронные сети, полно связные нейронные сети, нейронные сети с локальными связями. [6]

1.6 Обучения нейронных сетей

Процесс обучения нейронной сети заключается в том, чтобы настроить ее параметры таким образом, чтобы на каждый входной сигнал, сеть возвращала необходимый результат. Настройка сети производится по заранее подготовленным обучающим примерам, в совокупности образующие обучающую выборку.

Цель обучения заключается в том, чтобы минимизировать функцию ошибки, то есть настроить параметры нейронной сети таким образом, чтобы выходные сигналы нейронной сети как можно меньше отличались от ожидаемых выходных значений в обучающей выборке.

Далее в разделе изложены следующие алгоритмы обучения нейронных сетей:

1. Алгоритм обучения однослоиного персептрона
2. Алгоритм обучения методом обратного распространения ошибки

2 Реализация приложения

В этой главе описаны задачи, которые решает приложения [7, 8], технологии, используемые при его разработке и описание основных его компонентов.

Приложение в интерактивном режиме демонстрирует процесс обучения нейронных сетей с подробным описанием каждого шага обучения, включая производимые вычисления, а так же позволяет изменять параметры нейронной сети, такие как скорость обучения, коэффициент функции активации, количество нейронов в скрытом слое.

Приложение решает следующие задачи: линейная классификация образов и выполнение логических операций.

2.1 Пример использования приложения

2.1.1 Линейная классификация

Когда пользователь начинает работу с приложением, он видит координатную плоскость, кнопки выбора класса точки, кнопку сброса и начала процесса обучения. (Рисунок 2).

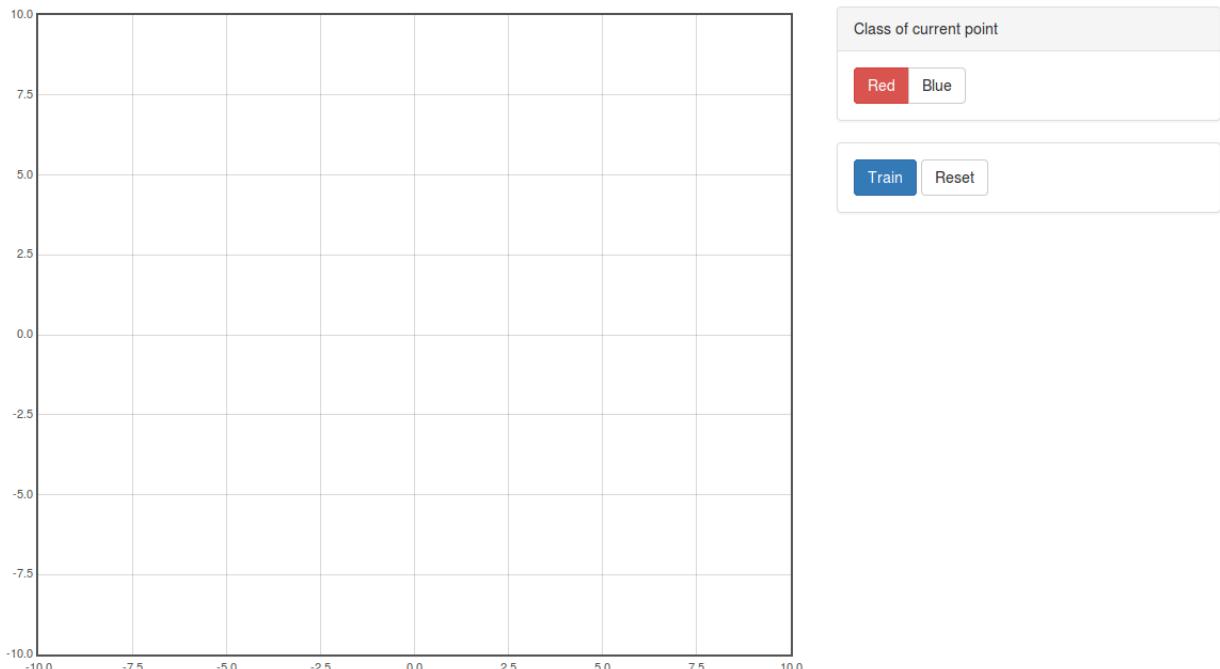


Рисунок 2 – Пользователь открыл приложение

Теперь пользователь должен задать обучающую выборку (Рисунок 3). Для выбора класса точки он должен использовать кнопки Red и Blue. Чтобы

добавить точку выбранного класса, пользователь должен кликнуть по произвольной области графика. Для удаления всех точек пользователь должен нажать кнопку **Reset**, а чтобы начать процесс обучения — **Train**.

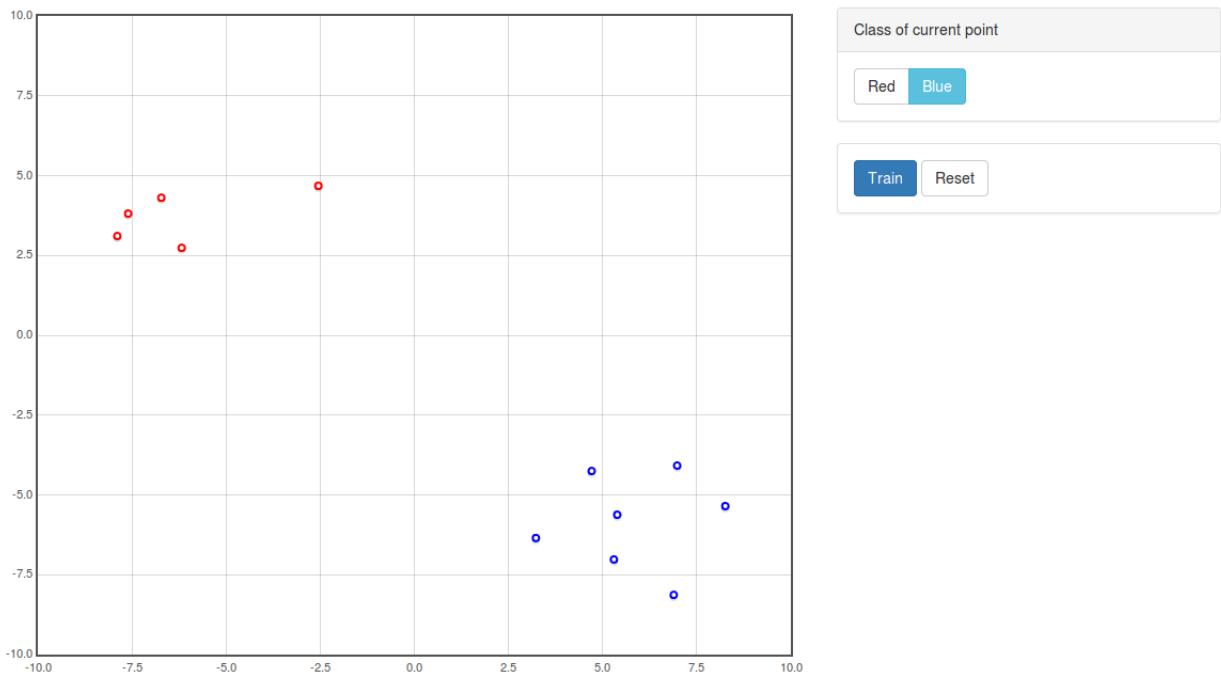


Рисунок 3 – Пользователь задал обучающую выборку

После нажатия кнопки **Train** пользователь увидит новое окно (Рисунок 4). Здесь расположен график, на котором отображена прямая, уравнение которой строится по весам персептрона и точки красного и синего цвета, соответствующие заданной выборке. Некорректно классифицированные точки отмечены крестиком, корректно — кругом. Справа находится регулятор шага коррекции (**Step size**), таблица с состояниями персептрона на всех этапах обучения (для еще не пройденных этапов представлена только информация о входных значениях и ожидаемом классе) и кнопка **Start again** для того, чтобы задать новую обучающую выборку и начать процесс обучения заново.

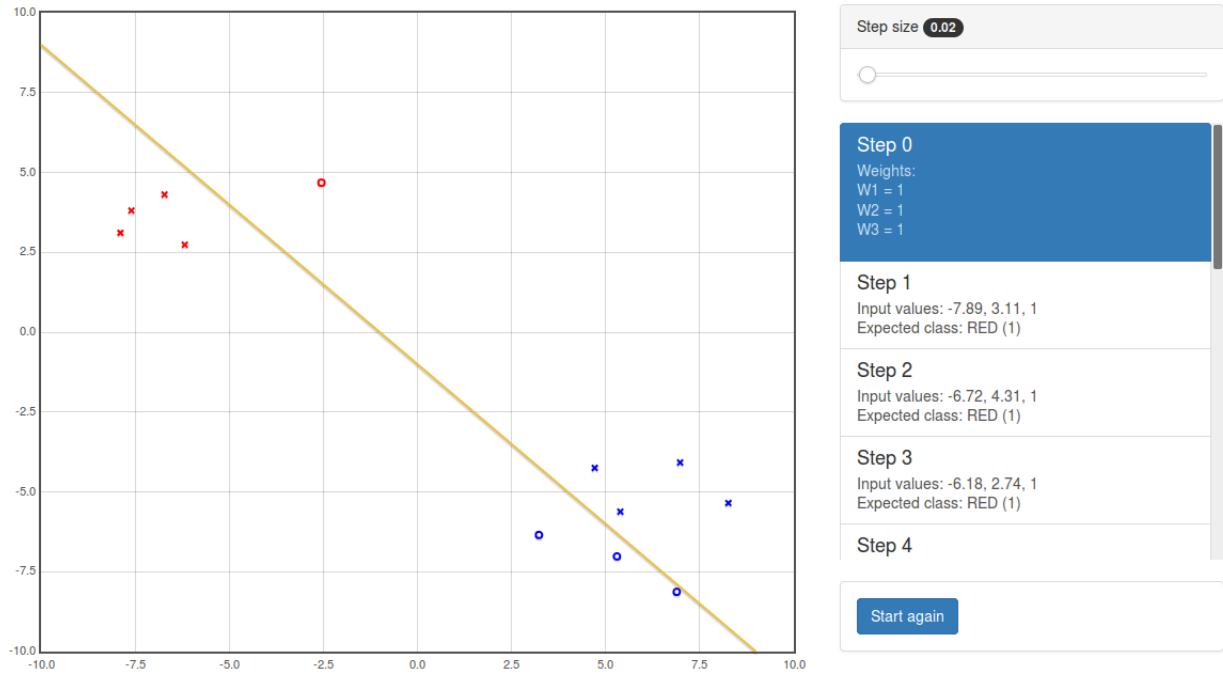


Рисунок 4 – Пользователь начал процесс обучения персептрана

Для того, чтобы перейти на другой этап обучения, нужно выбрать соответствующий этап в списке (Рисунок 5).

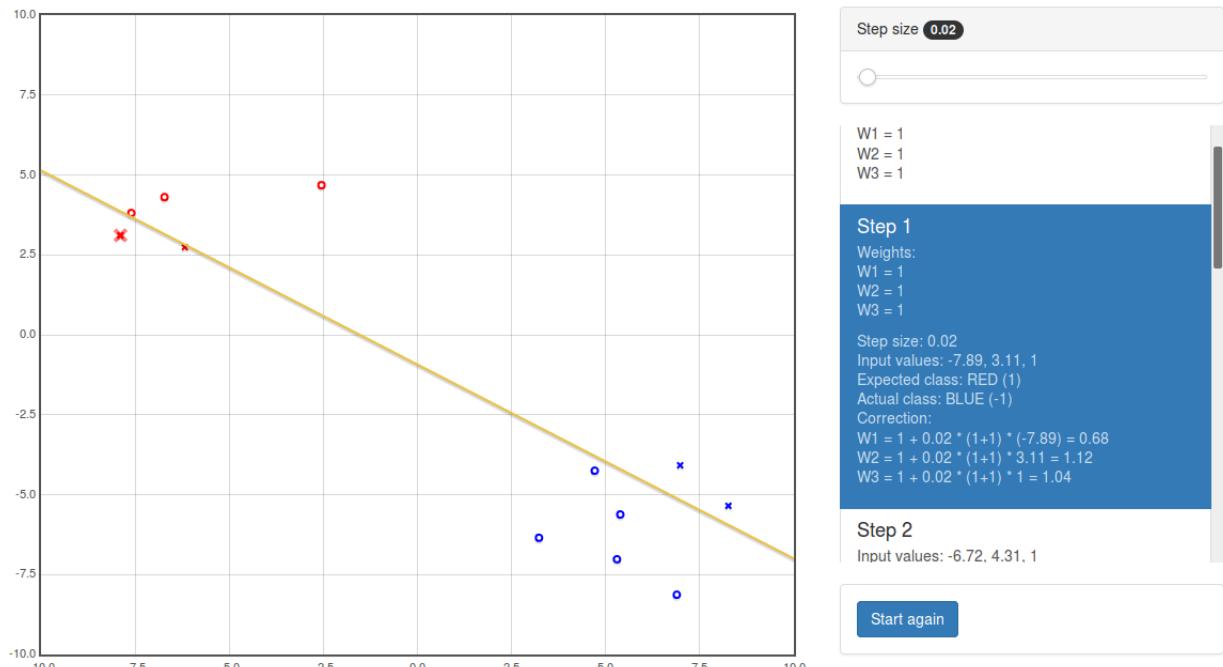


Рисунок 5 – Пользователь перешел на следующий этап обучения

По достижению последнего этапа в списке, в список добавится еще один цикл обучения и так до тех пор, пока персептрон полностью не обучится.

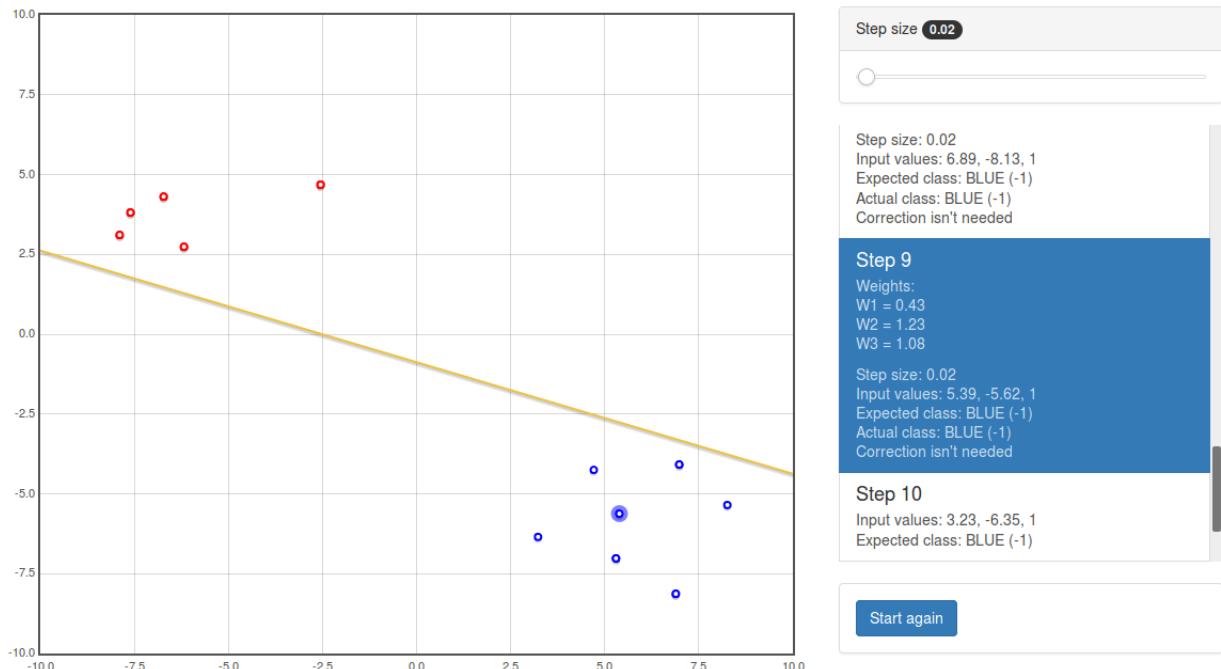


Рисунок 6 – Пользователь прошел все этапы обучения

2.1.2 Логические операции

Пользовательский интерфейс разделен на несколько секций: графическая модель нейронной сети, секция с обучающей выборкой и параметрами, секция с выходными значениями нейронной сети и секция «Обучение», содержащая информацию о текущем состоянии нейронной сети и производимых корректировках весовых коэффициентов. Вид окна представлен на рисунке 7.

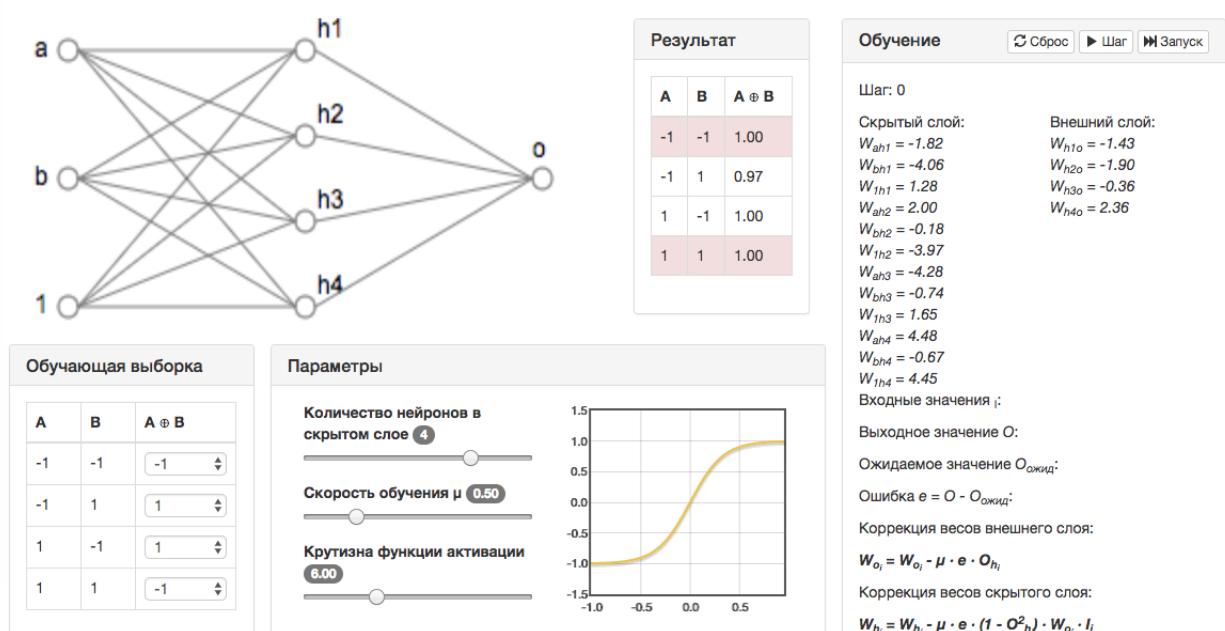


Рисунок 7 – Пользователь открыл приложение

При нажатии на кнопку Шаг выполняется одна итерация обучения нейронной сети (Рисунок 8).

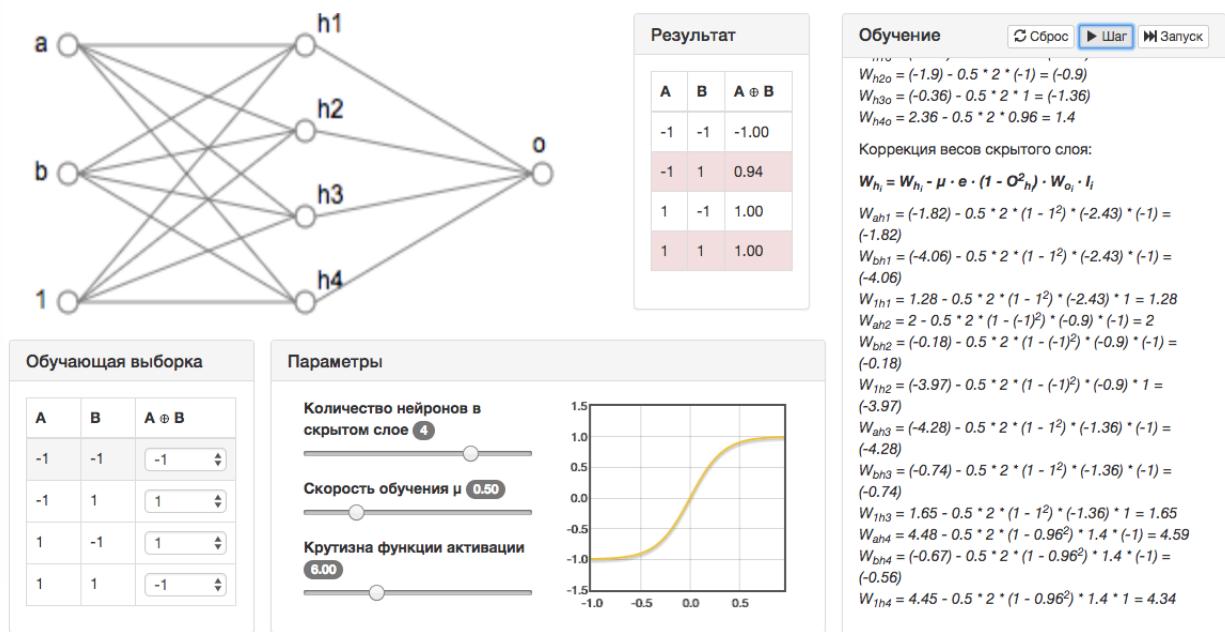


Рисунок 8 – Пользователь нажал кнопку «Шаг»

При нажатии на кнопку Запуск, нейронная сеть будет обучаться до тех пор, пока не будет правильно вычисляться все логические операции (рисунок 9) или пока не будет достигнут лимит итераций, в этом случае будет выведено сообщение об этом.

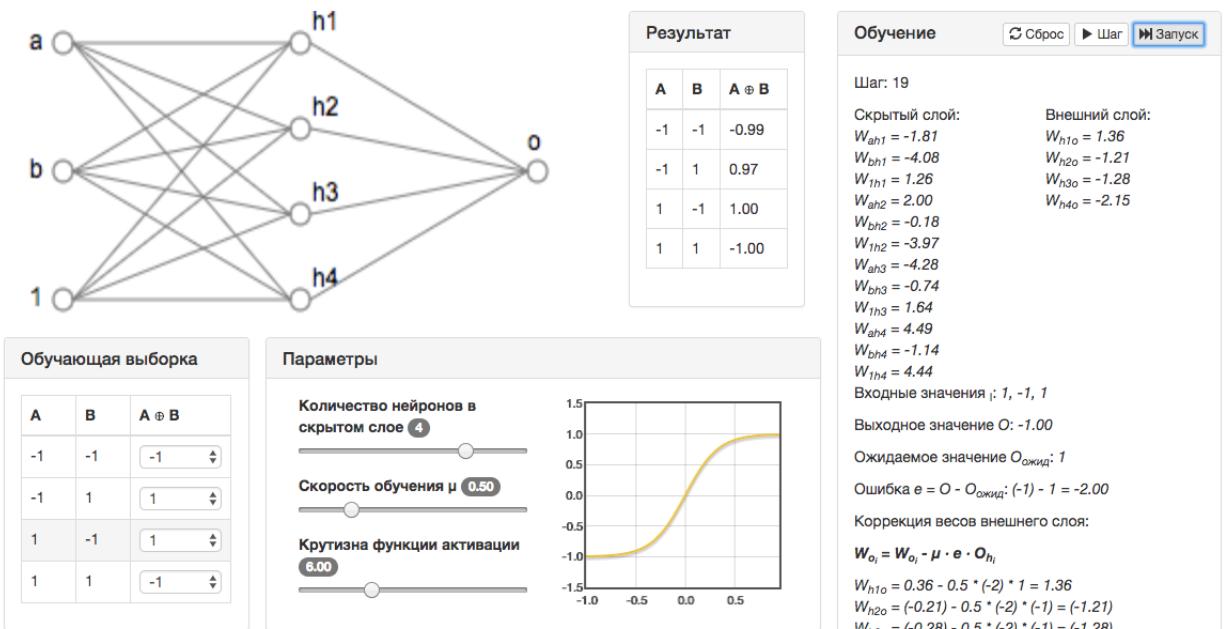


Рисунок 9 – Пользователь нажал кнопку «Запуск»

При нажатии на кнопку Сброс, весовые коэффициенты нейронной сети будут инициализированы случайными значениями и текущий шаг обучения будет установлен в ноль (рисунок 10).

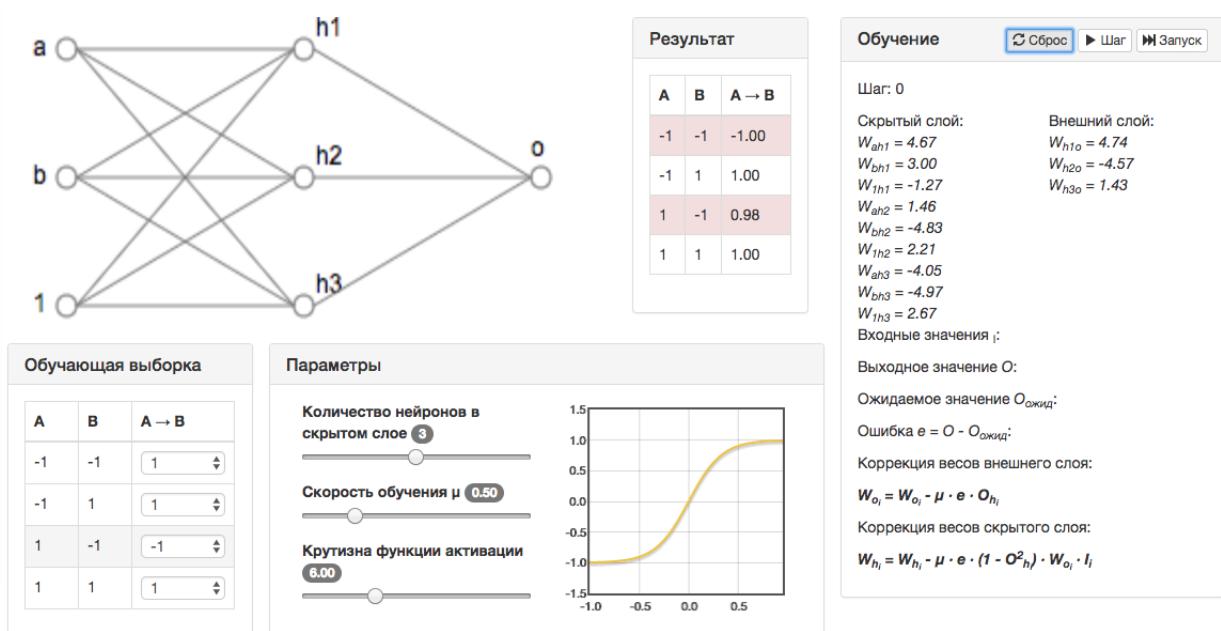


Рисунок 10 – Пользователь нажал кнопку «Сброс»

Так же пользователь может изменить параметры нейронной сети, задать другую обучающую выборку и повторить эксперимент (рисунок 11).

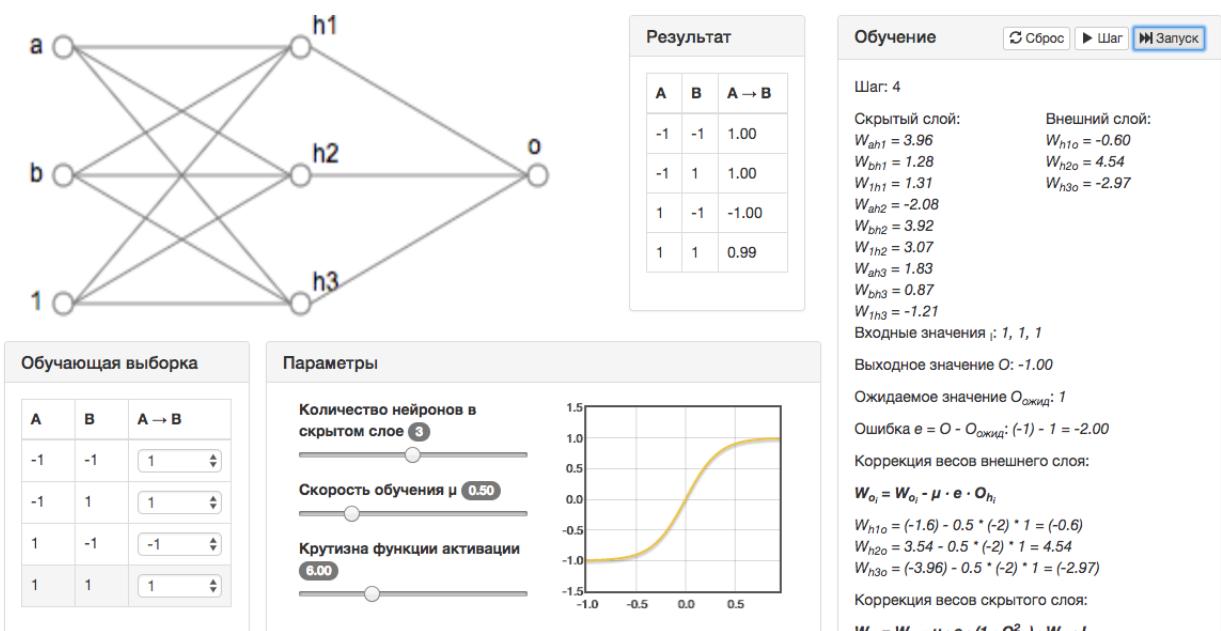


Рисунок 11 – Пользователь изменил количество нейронов в сети и задал другую обучающую выборку

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы были рассмотрены различные модели нейронных сетей: однослойные, многослойные, полносвязные нейронные сети, нейронные сети с локальными связями; был также рассмотрен алгоритм обучения однослойного персептрона и обучения многослойной нейронной сети методом обратного распространения ошибки.

В результате данной работы было разработано приложение, демонстрирующее работу нейронных сетей, а так же процесс их обучения на примере линейной классификации образов и проблеме исключающего ИЛИ.

Разработанное приложение может быть использовано для проведения лекций или самообучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 *Барский, А. Б.* Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А. Б. Барский. — М.: Финансы и статистика, 2004.
- 2 *Комашинский, В. И.* Нейронные сети и их применение в системах управления и связи / В. И. Комашинский, Д. А. Смирнов. — М.: Горячая линия-Телеком, 2003.
- 3 *Хайкин, С.* Нейронные сети: полный курс, второе издание / С. Хайкин. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
- 4 *Яхъяева, Г. Э.* Нечеткие множества и нейронные сети / Г. Э. Яхъяева. — М.: БИНОМ, 2006.
- 5 *Заенцев, И. В.* Нейронные сети. Основные модели / И. В. Заенцев. — Воронеж, 1999.
- 6 *Хиноева, О. Б.* Разработка и применение нейросетевых алгоритмов учета погрешностей эталонных средств при калибровке угломерных геодезических приборов: Дис. канд. техн. наук / Московский Государственный Университет Геодезии и Картографии. — 2007.
- 7 НОУ ИНТУИТ | Лекция | Задача линейного разделения двух классов [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/61/61/lecture/20438> (дата обращения к источнику 30 Мая 2017). Загл. с экран. Яз. рус.
- 8 Пример решения задачи xor - исключающего ИЛИ [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/decision-xor.html> (дата обращения к источнику 30 Мая 2017). Загл. с экран. Яз. рус.



10.06.17