

# Лабораторная работа 3: Введение в TeX

Алена Король

## 1 Нейронные сети

Первые шаги теории Искусственных нейронных сетей (ИНС) были сделаны в 1943 году нейрофизиологом Уорреном Маккалоком и математиком Уолтером Питтсом [1]. Они ввели искусственные нейроны с «порогом» (нейрон активируется только в том случае, если взвешенная сумма входов нейрона превышает «пороговое значение»), которые можно объединить в сети. Несколько лет спустя, в 1949 году, психолог Дональд Хебб разработал первое правило обучения для искусственных нейронных сетей – правило Хебба [2]. Его идея заключалась в том, что если два нейрона одновременно активны, то сила связи между ними должна быть увеличена. В последующие годы теория ИНС добилась значительного прогресса: в 1960-х годах были введены новые архитектуры нейронов – перцептрон и адалин. В последующие годы появилось еще больше различных типов ИНС – самоорганизующиеся карты, ассоциативные сети, сети радиально-базисных функций и многое другое. В настоящее время искусственные нейронные сети широко используются в различных областях науки и промышленности – от медицины до распознавания речи.

## 2 Математическая модель нейрона

Биологические нейронные сети очень сложны. Напротив, математическая модель сети намного более упрощена и основана на нескольких предположениях:

1. Все нейроны синхронизированы. Это означает, что прохождение сигнала от одного нейрона к другому занимает одинаковое время для всех связей. Обработка сигналов также синхронизирована и одинакова для всех нейронов.
2. Каждый нейрон имеет так называемую передаточную функцию, которая определяет выходной сигнал нейрона в зависимости от силы входного сигнала. Эта функция не зависит от времени.
3. Когда сигнал проходит через синапс, он изменяется линейно, т.е. значение сигнала умножается на некоторое число. Это число называется синаптическим весом.

Очень важным свойством синаптического веса является то, что он изменяется во времени. Эта функция позволяет сети по-разному реагировать на один и тот же ввод в разные моменты времени. Или, другими словами, учиться.

Первая математическая модель нейрона была представлена более полувека назад, но с тех пор не сильно изменилась (рис. 1). Модель функционирует следующим образом: входы синапсов нейрона получают  $N$  сигналов. Затем каждый синапс производит линейную модификацию сигнала, используя свой синаптический вес. После этого тело нейрона получает сигналы и суммирует их:

$$x^l = f(a^l \text{subsample}(x^{l-1}) + b^l), \quad (1)$$

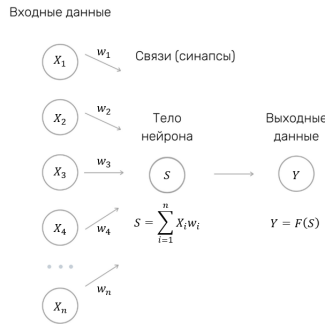


Рис. 1: Модель искусственного нейрона

### 3 Многослойный перцептрон

В этом разделе описывается один из основных типов нейронных сетей – многослойный перцептрон (или МП, или сеть обратного распространения). В общем: искусственная нейронная сеть — это набор искусственных нейронов. Расположение и типы этих нейронов зависят от типа сети. Многослойный перцептрон содержит три типа нейронов:

1. Входные нейроны. Эти нейроны принимают входной вектор, который кодирует какое-то действие или информацию о внешней среде. Входные нейроны не выполняют никаких вычислений, а только передают входной вектор последующим нейронам.
2. Скрытые нейроны – основа нейронной сети. Эти нейроны получают сигнал от входных нейронов или предшествующих скрытых нейронов, обрабатывают его и затем передают результирующие сигналы последующим (скрытым или выходным) нейронам.

$$x_j^k = f\left(\sum_{i=1}^m w_{ij}x_i^{k-1}\right), \quad (2)$$

3. Выходные нейроны получают сигналы от предыдущих нейронов и преобразуют их. Эти значения представляют собой выходные данные всей нейронной сети.

В многослойном перцептроне нейроны делятся на слои. Входные и выходные нейроны образуют соответственно входной слой и выходной слой. Скрытые нейроны образуют один или несколько скрытых слоев. Каждый нейрон МП, за исключением входных нейронов, связан через синапсы со всеми нейронами предыдущего слоя. Пример архитектуры МП показан на рис. 2.

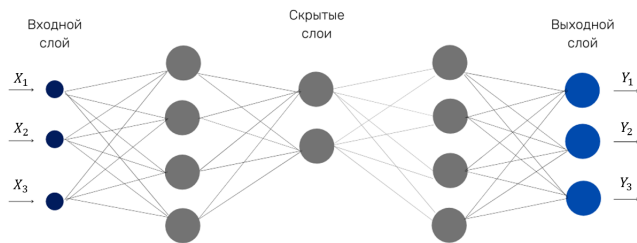


Рис. 2: Многослойный перцептрон

## Содержание

1	Нейронные сети	1
2	Математическая модель нейрона	2
3	Многослойный перцептрон	3