

## Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

### Подходы к компьютерному моделированию нейрона: история и перспективы

*Седов Никита Викторович*

*Аспирант*

*Южный федеральный университет, НИИ механики и прикладной математики им.*

*Воровича И.И., Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: sed-nik@yandex.ru*

С учетом назначения и степени приближения к объекту могут быть выделены два класса моделей нейронов: модели обработки сигналов в нейроне и «портретные» модели нервных клеток. В классе моделей обработки сигналов в нейроне можно различать простые формальные модели нейрона и биологически правдоподобные модели обработки сигналов в нейроне.

Идея простой формальной модели нейрона была впервые сформулирована в работе У. С. Мак-Каллока и У. Питтса. Математически такой нейрон представляет собой взвешенный сумматор, единственное значение выхода которого определяется через его входы и матрицу весов [2]. Однако данный тип модели, как и основные модификации, имеет ряд недостатков, таких как рост размерности сети из-за отсутствия временной суммации входящих сигналов, отсутствие разнообразия типов нейронов, медиаторов, способов соединений между нейронами, отсутствие самообучения и др.

Попытка создания модели нейрона, способного к самообучению, привела к созданию нейрона Хэбба, который является, в определенной степени, «переходной формой» к биологически правдоподобным моделям обработки сигналов в нейроне. Такие модели создаются в целях более детального и реального описания процессов, происходящих в нейроне, при этом может опускаться часть других протекающих в клетках процессов, например, обеспечивающих её жизнедеятельность. В основе модели нейрона Хэбба лежит выдвинутое этим ученым предположение о том, что чем больше сигналов проходит через синаптическую связь между нейронами, тем более эффективной (потенцированной) становится эта связь [1].

Целью создания портретных моделей нейронов является максимально точное воспроизведение структуры нервной клетки и протекающих в ней процессов. Вследствие большой сложности протекающих в клетке процессов, портретные модели клетки могут быть созданы лишь как динамические модели сложных систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Наиболее крупным проектом разработки «портретных» моделей нейронов и их соединений в настоящее время стал Blue Brain Project, начатый летом 2005 г, целью которого является детальное моделирование отдельных нейронов и образуемых ими типовых колонок коры мозга содержащей около 10 тыс. нейронов [3].

Построение «портретных» моделей требует слишком много вычислительных ресурсов, т.к. химические процессы виртуально воспроизводятся при помощи компьютера. Так, для обеспечения работы проекта Blue Brain Project использовался суперкомпьютер Blue Gene производства корпорации IBM с 8192 процессорами.

В докладе предлагается модель, состоящая из системы дифференциальных уравнений, самообучающихся нейронов, которая относится к типу биологически правдо-

подобных моделей. В модели нейрон рассматривается во взаимодействии с различными типами глиальных клеток. При этом учитываются процессы нейрогенеза, апоптоза и стохастического спilloвера. Не затрачиваются ресурсы на воспроизведение химических процессов жизнедеятельности клетки. Для создания виртуальной среды взаимодействия нейронов и их функционирования используется программа, написанная на объектно-ориентированном языке C++.

### **Литература**

1. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 655 с.
2. Мак-Каллок У., Питтс В. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности // Нейронные сети: история развития теории / Под общ. ред. А. И. Галушкина, Я. З. Цыпкина. М: ИПРЖР, 2001.
3. Markram H. «The blue brain project». // Nat Rev Neurosci. Vol. 7, pp. 153-160 (2006).