

И.И. Абрамов

МОЗГ – ОБЪЕКТ ОРГАНИЧЕСКОЙ ГИБРИДНОЙ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь, 220013, г. Минск, ул. П. Бровки 6
e-mail: nanodev@bsuir.edu.by

В работе автора [1] было отмечено, что «мозг может интерпретироваться в качестве объекта органической гибридной нанoeлектроники, созданного Природой». При этом наиболее близкий аналог искусственной электроники – интегральная схема (ИС) микро- и нанoeлектроники.

Целью работы является, с одной стороны, более глубокое обоснование первого положения, а с другой, – формулировка важных следствий из указанных двух положений, касающихся функционирования и дальнейшего исследования мозга.

Данные нейрофизиологии свидетельствуют о том, что наиболее важными для работы мозга являются электрические и химические процессы [2]. При этом обработка информации в мозге, а также различные психические функции связываются с работой нейронных ансамблей или цепей [3]. Важность для понимания психических функций мозга электрических процессов отмечалась многими исследователями, однако традиционно в специальных дисциплинах о мозге предпочтение отдается химическим сигналам, а не электрическим.

Тем не менее в докладе показывается, что все основные элементы нейронных цепей (первый тип) мозга могут рассматриваться в качестве элементов электрических цепей, т.е. нейронная цепь – своеобразная электрическая цепь. Учитывая это, проведено сравнение цепей первого типа с ИС микро- и нанoeлектроники (второй тип) и установлены их основные различия. Так, нейронная цепь – это сначала растущая, а затем возможно модифицируемая электрическая цепь. И в этом, пожалуй, самое главное и принципиальное ее отличие от ИС, которое и приводит к наиболее существенным преимуществам цепей первого типа над цепями второго.

В соответствии с проведенным анализом обосновывается гипотеза о доминирующем влиянии на функционирование мозга электрических процессов. Химические процессы обеспечивают «питание» электрических цепей мозга, а также их возможную модификацию. В первую очередь именно поэтому Природа не пошла по чисто «электронному пути», а пошла по «гибридному пути», т.е. элегантного взаимодействия (преобразования) электрических и химических процессов.

Таким образом, в рамках предложенной интерпретации мозг зрелого человека – это, прежде всего, набор нелинейных электрических (нейронных) цепей двух видов, которые не должны модифицироваться и которые должны модифицироваться. И в том и в другом случаях – это память.

В докладе подробно анализируется стадия модификации нейронных цепей в процессе получения сенсорной информации после ее конвертирования в электрические сигналы. Показывается, что нейронные цепи мозга характеризуются крайне сложной топологической (морфологической) структурой, фактически индивидуальной, несмотря на, казалось бы, однотипность основных элементов (тела клеток, аксоны, дендриты, шипики, синапсы, ионные каналы). Подробно проанализированы изменения, которые могут влиять на характеристики электрических (кодирующих информацию) цепей первого типа, а, следовательно, их функционирование.

Так как мозг является полифункциональным устройством, то в докладе рассматриваются различные режимы его работы. При этом выделено три типа режимов работы мозга, как набора нелинейных электрических цепей, а именно: 1) при внешнем воздействии; 2) без внешнего воздействия (внутренний); 3) смешанный. Все отдельные режимы работы мозга, включая восприятие, мышление и другие психиче-

ские функции, относятся к одному из указанных типов. Показано, что любой специфический режим работы мозга является результатом прохождения электрического сигнала (сигналов) по соответствующему набору электрических цепей первого типа, причем основными возможными операциями являются: сравнение, кодирование, декодирование, команда к действию, модификация нейронных цепей.

Рассмотрены такие важные режимы функционирования мозга, как обработка сенсорной информации, распознавание образов, воспоминания, мышление, управление систем жизнедеятельности организма, сновидения и др. В частности, мысль – это декодирование (внутреннее воспроизведение) электрического сигнала (сигналов) инициированного самим мозгом, проходящим по различным нейронным цепям мозга соответствующей пространственно-временной конфигурации. Итак, человек в основном мыслит на базе сформированных «шаблонов». Рассмотрены и более сложные мыслительные процессы. Однако обычно мышление – внутреннее восприятие человеком закодированной в самом мозге информации.

Так как многие рассматриваемые режимы могут реализовываться параллельно, то, строго говоря, типичный режим функционирования мозга – смешанный. Например, мыслительная деятельность часто происходит при поступлении внешней информации, т.е. в смешанном режиме. Отмечу также взаимодействие или взаимовлияние различных специфических режимов работы мозга.

Приведенная в докладе интерпретация и ее следствия позволяют более глубоко разобраться в принципах функционирования мозга. Для детального исследования мозга необходимо учесть не только колоссальное количество элементов нейронных цепей (число нейронов – 10^{10} – 10^{12} , синапсов – 10^{14} – 10^{15} , еще большее число ионных каналов и молекул, являющихся ключевыми структурами), полифункциональность этих нелинейных цепей, но и то что они могут регулярно модифицироваться в процессе функционирования. И тем не менее автором формулируются еще две гипотезы: 1) о достаточности квантовой механики, как базы исследования работы мозга; 2) строгое математическое моделирование работы мозга относится к классу трудно-решаемых задач класса NP (NP – полная задача). Приводятся аргументы в их пользу.

Отмеченные гипотезы, проведенный анализ, определенная аналогия с ИС микро- и наноэлектроники позволяют рассматривать многоуровневое моделирование (в сочетании с экспериментальными методами) в качестве перспективного подхода к более детальному исследованию мозга, т.е. решению этой грандиозной по сложности проблемы. Замечу, что подобный подход себя полностью оправдал при исследовании ИС микроэлектроники [4].

В заключение рассматриваются перспективы создания искусственных объектов наноэлектроники и пикоэлектроники, подобных по своим возможностям мозгу человека.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамов И.И.* Проблемы и принципы физики и моделирования приборных структур микро- и наноэлектроники. I. Основные положения// Нано- и микросистемная техника. – 2006. №8. – С. 34-37.
2. *Николлс Дж. Г., Мартин А.Р., Валлас Б.Дж., Фукс П.А.* От нейрона к мозгу. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 672 с.
3. *Бехтерева Н.П.* Здоровый и больной мозг человека. – Л.: Наука, 1988. – 262 с.
4. *Абрамов И.И.* Лекции по моделированию элементов интегральных схем. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 152 с.