

УДК 519.635.8

ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ОТ ЕЁ ТОПОЛОГИИ

Федоров Е.Г. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.ф.-м.н, профессор Попов И.Ю.
(Университет ИТМО)

В данной работе было рассмотрено несколько различных топологий нейронной сети, состоящей из биологических нейронов. Для каждого вида сетей определены основные типы возможного предельного динамического поведения. Также определены критерии для определения конкретного поведения. В качестве модели нейрона используется модель ФитцХью-Нагумо.

Введение. В биологических нейронных сетях важную роль играют типы реакции отдельного нейрона на возбуждающий импульс. Здесь может быть, как и отсутствие реакции, так и различные сложные выходные импульсы, например, залповые. Также важную роль играет и тип поведения всей сети в целом. Функциональность сети может обеспечиваться как эффектами синхронизации или периодическими движениями импульса, так и хаотическим поведением. В зависимости от параметров нейронов, топологии сети и внешних импульсов сеть может демонстрировать любое из этих поведений. В некоторых случаях определенные типы поведений являются нежелательными (например, это может выражаться в болезни Паркинсона или эпилепсии). В связи с этим возникает задача определения, в каких сетях и при каких условиях могут проявляться описанные типы поведений.

В данной работе будут рассмотрены различные виды сетей (связанная пара, ориентированное кольцо, многослойная нейронная сеть). Для них будут построены математические модели и определены условия возникновения основных типов поведения.

Основная часть. В ходе работ были рассмотрены несколько видов нейронных сетей. Это связанная пара нейронов, ориентированное кольцо и многослойная нейронная сеть. Для каждого типа сетей построены математические модели на основе модели нейрона ФитцХью-Нагумо. Для построенных моделей был проведен аналитический и численный анализ. Аналитический анализ на основе поиска локальных бифуркаций Хопфа. Численный анализ проведен на основе компьютерного моделирования сетей и расчета показателей Ляпунова. Для проведения численного моделирования и исследования сетей была разработана программа для ЭВМ.

Выводы. В результате работ рассмотрено несколько топологий сетей биологических нейронов. Для каждой из них построена математическая модель, основанная на модели ФитцХью-Нагумо. Далее на основе аналитического и численного анализа были определены основные типы поведений в каждой модели и условия для их возникновения. При этом среди параметров нейронов и сети в качестве основных были рассмотрены сила связи и скорость передачи импульса, так как это наиболее управляемые параметры. В итоге по топологии сети и значениям основных ее параметров можно предполагать свойства рассматриваемой сети.

Федоров Е.Г. (автор)

Подпись

Попов И.Ю. (научный руководитель)

Подпись