

О Т З Ы В

научного руководителя о диссертационной работе
Богомолова Юрия Викторовича

«Вопросы синхронизации в нейронных сетях со сложной динамикой»,

представленной на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
05.13.18 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ
(физико-математические науки).

В диссертационной работе Ю.В. Богомолова рассматривается проблема моделирования электрической активности импульсных нейронов и их систем. Изучены процессы синхронизации и десинхронизации в нейросетях различных видов. Исследования проводились для модели нейрона МакКаллока-Питтса и нейросетевых моделей на основе дифференциального уравнения с запаздыванием. Также рассмотрена задача изучения особенностей динамики отдельной дискретной нейронной сети как генератора хаотических колебаний. В связи с пристальным интересом, проявляемым в последнее время к проблемам нервной деятельности, выбор темы диссертационного исследования представляется вполне осмысленным и актуальным.

История математического моделирования колебательных процессов, происходящих в нервных клетках, восходит к работам А.Л. Ходжкина и Э.Ф. Хаксли, которые на основе серии экспериментов предложили в 1952 году известную модель электрической активности нейрона. Данная модель довольно сложна и содержит необозримое количество параметров. В последствии ряд исследователей (R. FitzHugh, J. Nagumo, C. Morris, H. Lecar, J.L. Hindmarsh, R.M. Rose, H.R. Wilson, J.D. Cowan и др.) предлагали те или иные упрощения модели Ходжкина–Хаксли. Динамика большинства полученных моделей демонстрирует лишь некоторую общность поведения с системой Ходжкина–Хаксли и, соответственно, с динамикой изменения

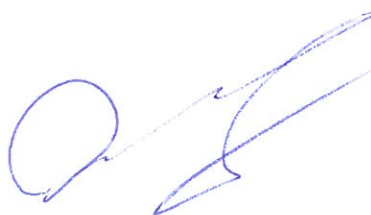
мембранного потенциала реального нейрона. Такие модели принято называть феноменологическими, т.е. моделями, которые описывают некоторое явление на качественном уровне. В диссертационной работе Ю.В. Богомолова выполнен анализ особенностей динамики нейронной сети (цепи) на основе дискретной модели нейрона. Аналитически доказана неустойчивость стационарных режимов данной сети. Численно подтверждено наличие хаотических режимов у данной динамической системы. Одни из центральных результатов, полученных в работе, относятся к изучению процессов синхронизации и десинхронизации в паре однонаправленно связанных дискретных нейронных сетей с различными типами взаимодействия. Численно выявлены области существования устойчивого синхронного режима. Получены оценки числовых характеристик рассогласования сетей в случае десинхронизации. Кроме того, выполнен анализ процессов синхронизации и десинхронизации в паре диффузионно связанных осцилляторов на основе импульсной модели. Наряду с дискретными рассмотрены и непрерывные модели, в частности, изучены режимы импульсной активности цепи нейроподобных осцилляторов, в динамике которых наблюдаются группы высокоамплитудных всплесков (bursting-эффект), чередующиеся с промежутками медленного изменения мембранного потенциала. Найдены области существования устойчивых волновых режимов, отмечены особенности потери ими устойчивости.

Важное место в диссертационной работе Ю.В. Богомолова работы занимает численный эксперимент, позволивший исследовать инвариантные характеристики устойчивых режимов с хаотическим поведением. Стоит отметить реализованную автором оптимизированную версию алгоритма вычисления статэнтропии, предложенного Е.А. Тимофеевым. Характеризуя научную деятельность Ю.В. Богомолова, отмечу, что все основные результаты его работы опубликованы и апробированы. Соискатель участвовал в большом числе научных конференций, а также докладывал все

принципиальные результаты на научных семинарах по нелинейной динамике и моделированию и анализу информационных сетей.

При работе над поставленными задачами Ю.В. Богомолов продемонстрировала незаурядные аналитические способности, а также профессиональные навыки работы в области применения численных методов и разработки программных реализаций этих методов. Он проявил высокую работоспособность, творческий склад личности, склонность к исследовательскому труду и умение разрабатывать актуальные проблемные вопросы, имеющие существенное теоретическое и практическое значение. В целом, диссертационная работа Ю.В. Богомолова является самостоятельным, оригинальным исследованием, она отвечает всем критериям раздела II «Положения о присуждении ученых степеней». Считаю, что Богомолов Юрий Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (по физико-математическим наукам).

Научный руководитель –
зав. кафедрой компьютерных сетей
ЯрГУ



Глызин С.Д.

03.09.2014

