

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Масленникова Олега Владимировича «Коллективная динамика и функциональные свойства обучаемых нелинейных сетей активных элементов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.4 — радиофизика

Диссертационная работа О. В. Масленникова посвящена развитию радиофизического подхода к обучаемым рекуррентным нейронным сетям, при котором обучение трактуется не как оптимизационная процедура, а как направленное формирование коллективной динамики – создание аттракторов, модификация бассейнов притяжения и организация переходных режимов. Работа объединяет подходы теории нелинейных колебаний, радиофизики сложных сетей и машинного обучения применительно к анализу коллективной динамики обучаемых активных элементов. В работе решается важная задача преодоления концептуального разрыва между физическим пониманием аттракторов, бифуркаций и устойчивости, с одной стороны, и алгоритмическими подходами к синтезу обучаемых сетей, с другой. Актуальность работы обусловлена как потребностью в интерпретируемых моделях искусственного интеллекта, так и необходимостью описания динамических механизмов, лежащих в основе работы биологических нейронных сетей. В работе рассмотрен широкий круг явлений: от режимов хаотической импульсной активности до самопроизвольного формирования функциональной специализации нейронных популяций в рекуррентных сетях.

Научная новизна работы заключается в следующем. Впервые предложен механизм возникновения хаотических вспышек в дискретных системах с двумя временами, основанный на разрушении границы устойчивости в быстрой подсистеме; получены аналитические формулы для главной меры хаотичности. Для сетей связанных осцилляторов впервые показано, что структура «малого мира» наилучшим образом сохраняет синхронизацию при возмущениях, и введен формализм гиперсетей, описывающий совместную эволюцию структуры сети и сигналов. В системах резервуарных вычислений обнаружены два разных режима: самопроизвольное возникновение периодических сигналов и управляемые переходные процессы на фоне хаоса. Установлено, что обучение с подкреплением и классическое обучение по-разному упорядочивают фазовое пространство системы, сохраняя или нарушая баланс групп нейронов. Эти результаты вносят важный вклад в теорию обучающихся динамических систем.


Теоретическая значимость работы состоит в установлении механизмов формирования функциональных аттракторов, переходных режимов и спектральных выбросов в процессе обучения сложных адаптивных сетей. Практическая значимость определяется разработкой методологии анализа и

проектирования нейроморфных вычислительных систем, а также созданием физического резервуара на цепочке генераторов ФитцХью–Нагумо, показавшего высокую эффективность в задачах классификации. Достоверность результатов обеспечена строгостью математических постановок, согласованным применением аналитических и численных методов (Chaos, Physical Review E, УФН и др.). Автореферат логично структурирован и содержит необходимый иллюстративный материал и формулы, дающие полное представление о сути полученных результатов.

В качестве замечания следует указать, что в автореферате при обсуждении физических резервуаров и нейроморфных систем не рассматриваются среды с аномальной кинетикой и нелокальными во времени эффектами памяти, динамика которых не сводится к дебаевским релаксационным процессам. Включение подобных систем в круг исследуемых резервуарных архитектур и сопоставление их вычислительных свойств с традиционными генераторными цепочками является перспективной задачей. Данное замечание не снижает общей высокой оценки работы.

В целом, диссертационная работа представляет собой завершённое и оригинальное исследование, выполненное на высоком методическом уровне. Полученные результаты формируют целостный радиофизический подход к теории обучаемых нелинейных сетей. Работа полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Масленников Олег Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.4 — радиофизика.

доктор физико-математических наук (по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния), начальник научно-исследовательской лаборатории мемристивных систем на основе самоорганизованных наноструктур, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-производственный комплекс «Технологический центр»

 / Сибатов Ренат Тимергалиевич /

Россия, 124498, г. Москва, Зеленоград, пл. Шокина, д. 1 стр. 7, комн. 7237, НПК «Технологический центр», тел. +7(499)734-45-21, e-mail: ren_sib@bk.ru

Подпись Сибатова Рената Тимергалиевича удостоверяю

И.о. зам. директора по науке, к.т.н.



А.А.Черемисинов