

ОТЗЫВ

д.ф.-м.н. (по научной специальности - 1.3.8 Физика конденсированного состояния) Демина Вячеслава Александровича
на автореферат диссертации Стасенко Сергея Викторовича «Сетевые модели управления динамическими режимами синапсов в реализации обучения и памяти», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 5.12.4 —«Когнитивное моделирование».

Диссертационная работа С.В. Стасенко является примером междисциплинарного исследования в актуальной области исследования информационных процессов в мозге и построение соответствующих математических моделей и алгоритмов. Активные экспериментальные исследования мозга выявили различные клетки (нейроны, глия) и структуры (внеклеточный матрикс мозга), которые активно участвуют в межнейронной сигнализации, формируя из собственных нейроактивных молекул распределенное поле во внеклеточном пространстве или, другими словами, активную внеклеточную среду. К настоящему моменту не до конца изучены как механизмы, так и эффекты влияния активной внеклеточной среды на межнейронную сигнализацию. Диссертант в рамках своей работы решает данную научную проблему, предоставляя не только фундаментальные результаты, но и предлагая новые методы и подходы в построении нейроморфных вычислительных систем, так и гибридных алгоритмов анализа данных.

В соответствии с авторефератором, диссертация хорошо структурирована и развивает тему исследований от более простых среднеполевых моделей взаимодействия активной внеклеточной среды с нейронами, до более сложных сетевых или гибридных подходов.

Автор всесторонне исследовал эффект влияния активной внеклеточной среды на нейронную динамику, показав как управление динамическими режимами нейронной активной на разных временных масштабах, появление бистабильности, участие в ритмогенезе, так и его нарушение вследствие патологических изменений активной внеклеточной среды при инфекции COVID-19. Так как наблюдаемые режимы могут лежать в основе формирования когнитивных функций, в частности обучения и памяти, данные результаты вносят новый фундаментальный вклад в понимание реализации когнитивных процессов в мозге. На сетевых моделях докторант показал важность активной внеклеточной среды в поддержании устойчивости нейронной сети к шумовым возмущениям и ее участии в переключении тонической и пачечной активности, наблюдавшихся, в частности, в таламо-кортикалной системе при сенсорном входе.

Отдельно стоит отметить результаты по интеграции модели мемристивной пластиичности в функциональную систему, имитирующую распознавание запахов, а также ее интеграцию в модель спайковой нейронной сети с управлением посредством модификации пачечной активной внеклеточной среды и характеристик мемриста. Эти результаты вносят новый вклад в развитие области нейроморфных систем, так как формируют связь между фундаментальными результатами моделирования функциональных систем мозга и устройствами, имеющими реальное воплощение в виде микроэлектронных схем. Также обращает на себя внимание интересный результат по интегрированию динамической модели активной внеклеточной среды в искусственную нейронную сеть для задачи классификации изображений, что формирует новый интересный подход к разработке алгоритмов анализа данных. Полученные результаты имеют несомненную ценность в развитии методов и подходов обучения спайковых нейронных сетей, являющихся на данный момент основой функционирования нейроморфных вычислительных систем.

Все ключевые результаты, представленные в докторской диссертации, опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, таких как Nonlinear Dynamics, PLoS One, Chaos, Solitons and Fractals, The European

Physical Journal Special Topics, Mathematics, Entropy, Sensors, Biomimetics, «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», и представлялись на российских и международных конференциях. Автореферат дает полное представление диссертационной работе. Тематика диссертации соответствует паспорту специальности 5.12.4 — «Когнитивное моделирование».

Считаю, что диссертационная работа Стасенко Сергея Викторовича «Сетевые модели управления динамическими режимами синапсов в реализации обучения и памяти» соответствует требованиям, предъявляемым ВАК предъявляемым к докторским диссертациям, а диссертант заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 5.12.4 — «Когнитивное моделирование».

19.11.2024

Первый заместитель руководителя по научной работе

Курчатовского комплекса НБИКС-

природоподобных технологий

НИЦ «Курчатовский институт»,

д.ф.-м.н.

В.А. Демин

Подпись Демина В.А. удостоверяю:

Первый заместитель директора

НИЦ «Курчатовский институт»

по науке



Ю.А. Дьякова