

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Маковкина Сергея Юрьевича «Синхронизация колебаний в мультиплексных сетевых моделях нейрон-астроцитарных ансамблей», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. — «Радиофизика»

Диссертационная работа Маковкина Сергея Юрьевича посвящена исследованию эффектов синхронизации в мультиплексных многослойных сетях математических моделей нейрон-астроцитарных систем с колебаниями на различных временных масштабах, которые учитывают особенности биологических нейрон-астроцитарных систем, вопросы синхронизации, десинхронизации, мультистабильности.

Учет медленного (по сравнению с нейронными импульсами) астроцитарного воздействия, обеспечивающего как локальную, так и опосредованную связь в ансамбле, является принципиально важным для понимания механизмов управления сетевой динамикой биологических осцилляторов, что составляет научную ценность представленного исследования.

Актуальность данной работы в области современной нейронауки, не вызывает сомнений и подтверждается публикациями в высокорейтинговых изданиях.

В диссертационной работе были получены важные и новые результаты, среди которых можно отметить следующие:

В работе было выявлено, что введение взаимодействия в сети фазовых осцилляторов с низкочастотным слоем дополнительно к изначально синхронизованному высокочастотному слою может приводить к частичной десинхронизации колебаний на некотором интервале значений параметра взаимодействия.

В работе проведено исследование синхронизации в мультиплексной сети фазовых осцилляторов и рассмотрена зависимость степени синхронизации от доли случайно переключенных связей в высокочастотном слое. Показано, что даже небольшой доли случайно переключенных связей в сети с топологией «small-world» достаточно, чтобы нарушить мультистабильность режимов синхронизации вихревого типа и вызвать синхронизацию (в смысле фазового параметра порядка Курамото) как в высокочастотном, так и в низкочастотном слоях.

В реальных биологических моделях, основанных на системах Ходжкина-Хаксли-Мэйнена и Уллаха-Юнга, было обнаружено, что астроцит может вызывать перемежающуюся (на временном масштабе кальциевых колебаний) синхронизацию пары синаптически связанных колеблющихся нейронных осцилляторов Ходжкина-Хаксли-Мэйнена.

В работе было выявлено, что астроцитарная регуляция передачи сигналов между нейронами увеличивает частоту синхронизации в сети тормозных нейронов и расширяет область синхронизации в пространстве параметров сети в пределах биологически релевантных значений силы синаптической связи.

Достоверность результатов обеспечивается использованием методов теории нелинейных динамических систем, теории колебаний и численного моделирования, а также сопоставлением полученных результатов с данными экспериментов. Вследствие этого, сделанные в работе выводы являются обоснованными.

Основные результаты диссертационной работы подробно описаны в 16 публикациях. Диссертант принимал участие в научных конференциях с 12 докладами по теме диссертационного исследования. Среди опубликованных научных работ стоит отметить 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК и входящих в первый квартиль международных систем цитирования Web of Science и Scopus. Кроме того, автором диссертации получено 1 свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ. Автореферат Маковкина С.Ю. достаточно полно и ясно характеризует проведённые исследования и не вызывает серьёзных замечаний.

Исходя из содержания автореферата, можно заключить, что диссертационная работа Маковкина С.Ю. «Синхронизация колебаний в мультиплексных сетевых моделях нейрон-астроцитарных ансамблей» удовлетворяет требованиям пп. 9 — 11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. — «Радиофизика».

Отзыв составила:

Цыбина Юлия Александровна, Центр нейроморфных вычислений Автономной некоммерческой организации высшего образования «Университет НЕЙМАРК», 603081, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д. 6, пом. 11а, ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук по специальностям 1.5.2 — Биофизика и 1.2.2 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, lotarevaj@gmail.com, +79991398320

25.11.2025

Цыбина / Цыбина Ю.А. /

Подпись Цыбиной Юлии Александровны заверено.
Свидетельство по надзору аттестационно-сертификационной службы Автономной некоммерческой организации высшего образования «Университет НЕЙМАРК»
Время - (Решетова Т.А.) 27.11.2025

