

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Герасимовой Светланы Александровны «**Генерация и синхронизация сигналов в нейроморфных радиофизических системах**», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 –

Радиофизика

Диссертационная работа Герасимовой С.А. посвящена решению проблемы моделирования процессов передачи и преобразования сигналов в мозге, используя радиофизические методы. В настоящее время такие задачи решаются путем построения математических и физических моделей нейронов и нейрональных систем. Эффективность радиофизического подхода к решению таких задач подтверждается большой заинтересованностью научного сообщества, экспоненциальным ростом публикаций по теме нейроморфных систем, возникновением не только новых методов, но и целых направлений в современной науке такими как, например, нейродинамика, нейроинженерия, нейроробототехника. Таким образом, тема диссертации безусловно является **актуальной** и полностью **соответствует специальности 01.04.03 - Радиофизика**.

Диссертация состоит из введения, трех глав и списка литературы. В первой главе исследуется взаимодействие нейроноподобных генераторов, связанных через оптоволоконный канал. Во второй главе автором предложена система связи нейроноподобных генераторов через мемристивное устройство, проведено моделирование эффекта STDP. В третьей главе приведены параметры эффективной работы нейрогибридной системы, состоящей из нейроноподобного генератора, оптоволоконного канала, усилителя для стимуляции живых нейронов мозга крысы. Кроме того, в третьей главе даны рекомендации к применению результатов диссертационной работы в решении таких важных проблем, как восстановление работы мозга.

Среди наиболее интересных результатов работы отмечу, что автор использует новые способы организации связи между автогенераторами: посредством оптоволоконна, и через мемристивные элементы. Предложенные соискателем решения применимы в задачах построения больших нейронных

сетей с компактной и энергоэффективной организацией связей между нейронами.

Исследовано преобразование сигналов нейроноподобного генератора под воздействием мемристивного устройства, показаны адаптивные свойства мемристивного устройства при воздействии на него биполярного нейроноподобного сигнала.

Можно отметить значительный вклад автора в разработку математических и радиофизических моделей нейроморфных систем.

Разработанный оригинальный оптоволоконный прототип системы связи между нейроноподобными генераторами, позволяет осуществлять передачу и вынужденную синхронизацию сигналов автогенераторов.

Проведен численный и натурный эксперименты по связи нейроноподобных генераторов через мемристивное устройство. Параметром, характеризующим силу связи, являлось сопротивление мемристивной структуры. Показано, что для наблюдения различных режимов синхронизации сигналов нейроноподобных генераторов необходимо, чтобы сопротивление мемристивной структуры менялось плавно в большом диапазоне амплитуд управляющего генератора.

В диссертационном исследовании автором разработана нейрогибридная система, приведены оптимальные параметры для эффективной стимуляции живых нейронов мозга крысы, показана синхронизация сигналов нейроноподобного генератора с сигналом с живых нейронов. Использование в разработанной системе оптоволоконного канала обеспечило гальваническую развязку между нейроподобным генератором и биологическим объектом, что исключает возможность поражения нейронов электрическим током в случае электрического пробоя.

Таким образом, работа отличается высокой **научной новизной**, что подтверждается публикацией ее результатов в таких авторитетных научных журналах, как PLOS ONE и Frontiers in Neuroscience.

Степень обоснованности и достоверности полученных автором результатов подтверждается согласованностью теоретических моделей и экспериментальных данных симуляции процессов передачи и преобразования сигналов между нейронами. Проведена верификация полученных теоретических и радиофизических моделей путем разработки на

основе полученных результатов нейрогибридной системы для стимуляции живых нейронов мозга.

Однако к работе имеется **ряд замечаний** и недостатков:

1. Недостатки.

1.1. В главе 1 при исследовании связи между нейроноподобными генераторами не хватает теоретического анализа такой связи.

1.2. Результаты главы 2 указывают на мультистабильность мемристивного устройства больше, чем на его адаптивность.

2. Замечания.

2.1 На стр. 74 на рис. 29 не подписана ось абсцисс

2.2 На стр. 46 на рис. 11 обнаружена явная опечатка во включении светодиода в электрическую схему. Необходимо пояснить, в какой точке подается внешний сигнал на вход автогенератора.

2.3 На стр. 92-93 фраза «Кроме того, такая система позволила провести адекватную оценку разных форм нейрональных ответов при оптимально подобранных параметрах стимуляции такой системы» требует уточнения оптимальных параметров.

Отмеченные недостатки и замечания не снижают научной и практической значимости исследований, проведенных в диссертации. В работе изложены новые научно-обоснованные способы передачи и преобразования сигналов не только автогенераторов, но и живых нейронов мозга крысы.

Заключение

Диссертация Герасимовой С.А. на тему «Генерация и синхронизация сигналов в нейроморфных радиофизических системах» представляет собой сформированную научно-квалификационную работу на актуальную тему, имеющую значение для развития радиофизического подхода к решению задач нейробиологии и нейромедицины.

Полученные автором в диссертационной работе результаты обладают научной новизной, имеют практическую и теоретическую значимость. По главам диссертации и работе в целом сделаны аргументированные выводы. Публикации по теме достаточно полно отражают её результаты, а также позволяют оценить дальнейшее развитие этой научной работы. Содержание

автореферата хорошо структурировано и отражает основные положения диссертационной работы.

Диссертационная работа Герасимовой Светланы Александровны, представленная в совет Д 212.166.07 при Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», соответствует «Положению о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Герасимова Светлана Александровна заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - Радиоп физика.

Официальный оппонент,
старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Саратовский филиал Института радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова Российской академии наук,
доктор физико-математических наук (05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ),
доцент _____ Караваяев Анатолий Сергеевич

19.02.2021

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Саратовский филиал Института радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова Российской академии наук,
410019, Саратов, ул. Зеленая, д. 38,
Телефон: +7(8452) 24-58-23,
E-mail: grig@soire.renet.ru

Подпись старшего научного сотрудника, д.ф.-м.н., доцента Караваяева Анатолия Сергеевича заверяю,
заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Саратовский филиал Института радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова Российской академии наук по научной работе,
к.ф.-м.н. _____

