

Отзыв на автореферат диссертации

Богатенко Татьяны Романовны

«Колебательные процессы в малых ансамблях связанных моделей нейронов»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических
наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика

Исследование динамики ансамблей связанных колебательных систем является несомненно актуальной темой; несмотря на то, что в этой области было проделано уже много, однако еще больше остается неизученным. Диссертация Богатенко Татьяны Романовны посвящена выявлению особенностей динамики малых ансамблей нейронов Ходжкина-Хаксли при вариации управляющих параметров, начальных условий и схемах связей между элементами, а также сравнению характеристик реальных сигналов электроэнцефалограмм и сигналов, полученных в ходе численных моделирований моделей нейронов, что в разы усиливает научную и практическую значимость представленной диссертации. Работа полностью соответствует специальности 1.3.4. – Радиофизика, поскольку предметом исследований являются сложные колебательные режимы в нелинейных системах, а также анализ колебательных процессов в естественных системах, что, согласно классификации ВАК, относится к кругу вопросов радиофизики.

Автором получен ряд интересных и важных научных результатов, касающихся динамики связанных моделей нейронов Ходжкина-Хаксли. Наиболее интересными на мой взгляд, являются следующие результаты. Показано существование бистабильности в системе двух связанных нейронов, при котором элементы синхронизируются в возбуждимом или колебательном режиме в зависимости от начальных условий. Также показано, что даже при малых силах связи элементы синхронизируются и демонстрируют квазипериодические колебания при наличии переменной гармонической составляющей у параметра внешнего тока. Показано, что в ансамблях трех и семи нейронов Ходжкина-Хаксли ключевую роль в появлении сложных колебательных режимов играет топология связей, а не внешнее воздействие. В заключительной части работы проведено исследование данных реальных электроэнцефалограмм лабораторных крыс и их сравнение с результатами исследований ансамблей нейронов Ходжкина-Хаксли. Сделан вывод, что использование таких ансамблей позволяет получать синтетические сигналы активностей нейронов, спектральные характеристики которых можно соотнести с реальными данными ЭЭГ.

В качестве замечаний можно выделить следующее:

1. Несмотря на то, что в автореферате хорошо описана исследуемая система и приведены значения всех управляющих параметров и начальных условий,

отсутствует явное обоснование выбору значений параметров внешнего тока I_{ext} в первой части работы. Указано, что одно значение соответствует автоколебательному режиму в одиночном нейроне Ходжкина-Хаксли (12 mA/cm^2), а второе — возбудимому (3 mA/cm^2). Однако, не приводится значение параметра, при котором происходит бифуркация Андронова-Хопфа, что затрудняет оценку удаленности выбранных режимов от границы и полноту интерпретации результатов при вариации I_{ext} . Отсутствие указания значения параметра, соответствующего бифуркации, также затрудняет полное понимание результатов, представленных далее в работе, где значение внешнего тока варьировалось в некотором диапазоне.

2. В автореферате недостаточно детально раскрыто явление синхронизации двух связанных нейронов Ходжкина-Хаксли в возбудимом режиме. Мы можем понять, о чем идет речь, только анализируя приведенные фазовые портреты.

3. Рисунок 4 построен для диапазона силы связи $[0,4]$. Не ясно, почему выбирался такой широкий диапазон для иллюстрации полученных результатов. Считаю, что стоило построить эти распределения в меньшем диапазоне, чтобы лучше были видны области синхронизации. При $w > 1.5$ динамика системы почти не изменяется, и было излишним ее иллюстрировать.

4. Во второй главе исследуется зависимость динамики малых ансамблей нейронов Ходжкина-Хаксли вновь от силы связи между ними и внешнего тока одного из нейронов. Приведены карты режимов для ансамблей, представляющих собой кольцо и два малых ансамбля нейронов, связанных через хаб, на которых выделены области с различным типом колебательной активности. С другой стороны, для топологии связи «цепочка» указывается, что «коэффициент корреляции не чувствителен к режиму колебаний нейронов и на картах нет соответствующих границ, разделяющих области режимов.» Мне непонятно, почему нельзя было использовать другой метод анализа динамики системы, чтобы все-таки можно было выделить эти границы.

5. Хотелось бы, чтобы автор в начале описания содержания третьей главы четче обозначил, как исследование реальных ЭЭГ вписывается в общую логику работы и какие гипотезы проверяются при сравнении с модельными сигналами. Иначе только к концу этого раздела становится понятно, что это все вело к проведению сравнительного анализа с результатами компьютерных экспериментов, проведенных в рамках предыдущих глав.

Однако, все вышеперечисленные замечания не влияют на общую высокую оценку работы и ее вклада в радиофизику и нелинейную динамику. Полученные в диссертационной работе результаты являются новыми, актуальными и имеющими несомненную практическую значимость. Они были опубликованы в ряде рецензируемых научных изданиях и были апробированы на Всероссийских и международных научных конференциях, а также были получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, созданных во время проведения диссертационного исследования.

Основываясь на содержании автореферата, можно с полной уверенностью утверждать, что диссертационная работа «Колебательные процессы в малых ансамблях связанных моделей нейронов» представляет собой законченное исследование и отвечает всем требованиям, установленным действующим «Положением о присуждении ученых степеней» в пп. 9-11, 13, 14 в отношении диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Богатенко Татьяна Романовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. – Радиопизика.

Отзыв составил:

Научный сотрудник факультета физики и инженерной физики
Фордемского университета (Нью-Йорк, США),
кандидат физико-математических наук,
эл.почта: erybalova@fordham.edu
тел.: +1-929-527-0662

Department of Physics and Engineering Physics
Fordham University
Bronx, New York, USA, 10458

Рыбалова Елена Владиславовна



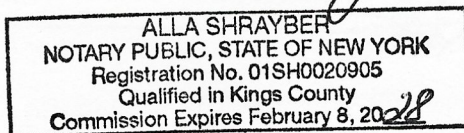
State of New York
County of Kings

The foregoing instrument was acknowledged, subscribed and sworn to before me this
1st day of September, 2026, by Rybalova, Elena

My commission expires: Feb 8, 2028

Notary Signature Alle Shrayber

Notary Seal



«Бюро переводов №1»
ФГБОУ ВО
«СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет физики и инженерной физики
Фордемского университета
10458, США, Нью-Йорк, Бронкс

Штат Нью-Йорк

Округ Кингс

Настоящий документ был признан подлинным и подписан в моем присутствии Рыбаловой Еленой
01.09.2026 года.

Срок моих полномочий истекает 08.02.2028 года.

Подпись нотариуса /подпись/

Печать нотариуса

Штамп: Алла Шрайбер

Нотариус, штат Нью-Йорк

Регистрационный номер 01SH0020905

Прошла квалификацию в округе Кингс

Срок полномочий истекает 08.02.2028

