

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.25,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»,
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «13» июня 2018 г., протокол № 4

О присуждении Слепухиной Евдокии Сергеевне, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математическое моделирование и анализ стохастических феноменов нейронной динамики» по специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 09.04.2018 г., протокол № 2, диссертационным советом Д 212.285.25 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Министерство образования и науки Российской Федерации, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 760/нк от 03.12.2012 г.

Соискатель Слепухина Евдокия Сергеевна, 1991 года рождения, в 2014 году окончила ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 010100 Математика; обучается в очной аспирантуре ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по

направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» (направленность «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»), предполагаемый срок окончания аспирантуры – 31.08.2018; работает в должности стажера-исследователя Лаборатории многомасштабного математического моделирования Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре теоретической и математической физики Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук, профессор Ряшко Лев Борисович, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», институт естественных наук и математики, кафедра теоретической и математической физики, профессор.

Официальные оппоненты:

Нейман Александр Борисович, доктор физико-математических наук, Университет Огайо (г. Атенс, США), факультет физики и астрономии, профессор;

Смолюк Леонид Тимофеевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт иммунологии и физиологии Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория биологической подвижности, старший научный сотрудник;

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Челябинский государственный университет**», г. Челябинск, в своем **положительном** отзыве, подписанном Ухоботовым Виктором Ивановичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой теории управления и

оптимизации, указала, что диссертация имеет высокую научную и практическую значимость, выполнена на высоком уровне и является законченным научным исследованием в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ. Полученные в диссертации результаты являются новыми и интересными. Научные положения и выводы являются обоснованными. Основные результаты диссертации представлены докладами на научных конференциях и хорошо отражены в публикациях автора, среди которых можно отметить 11 статей в ведущих рецензируемых отечественных и зарубежных научных журналах, входящих в системы цитирования Web of Science, Scopus, РИНЦ и рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Автореферат и опубликованные работы в достаточной мере отражают содержание работы. По степени новизны, обоснованности и достоверности полученных научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, актуальности темы диссертационного исследования, практической значимости полученных результатов диссертация полностью удовлетворяет всем требованиям п. 9 действующего «Положения о присуждении учёных степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 33 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 33 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 11 работ. Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде 1 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, 10 статей и 11 тезисов докладов, опубликованных в сборниках трудов международных (18) и всероссийских (1) научных конференций; в научном журнале (1); в сборнике тезисов студенческих научных работ (1). Общий объем публикаций — 15,1 п. л. / 7,51 п. л. — авторский вклад.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные работы:

Статьи в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК:

1. Башкирцева И.А., Ряшко Л.Б., **Слепухина Е.С.** Бифуркация расщепления стохастических циклов в модели ФитцХью-Нагумо. // Нелинейная динамика, 2013. Т. 9, №2. С. 295-307. (0.8 п.л. / 0.27 п.л.)
2. Ряшко Л.Б., **Слепухина Е.С.** Анализ индуцированных шумом пачечных колебаний в двумерной модели Хиндмарш-Розе. // Компьютерные исследования и моделирование, 2014. Т. 6, № 4. С. 605-619. (0.6 п.л. / 0.3 п.л.)
3. Ряшко Л.Б., **Слепухина Е.С.** Стохастическая генерация колебаний больших амплитуд в двумерной модели Хиндмарш-Розе. // Вестник Удмуртского Университета. Математика. Механика. Компьютерные науки, 2014. №2. С. 76-85. (0.9 п.л. / 0.45 п.л.)
4. Bashkirtseva I., Ryashko L., **Slepukhina E.** Noise-induced oscillation bistability and transition to chaos in FitzHugh-Nagumo model. // Fluctuation and Noise Letters, 2014. V.13, №1. P. 1450004. (1 п.л. / 0.33 п.л.) (Scopus, WoS)
5. Bashkirtseva I., Ryashko L., **Slepukhina E.** Order and chaos in the stochastic Hindmarsh-Rose model of the neuron bursting. // Nonlinear Dynamics, 2015. V. 82, №1. P. 919-932. (0.9 п.л. / 0.3 п.л.) (Scopus, WoS)
6. Ryashko L.B., **Slepukhina E.S.** Stochastic Generation of Bursting Oscillations in the Three-dimensional Hindmarsh–Rose Model. // Journal of Siberian Federal University. Mathematics and Physics, 2016. V. 9, № 1. P. 79-89. (Ряшко Л.Б., Слепухина Е.С. Стохастическая генерация пачечных колебаний в трехмерной модели Хиндмарш–Роуз. // Журнал Сибирского федерального университета. Математика и физика, 2016. Т. 9, № 1. С. 79-89) (0.7 п.л. / 0.35 п.л.) (Scopus)
7. **Слепухина Е.С.** Индуцированные шумом колебания больших амплитуд в модели нейрона Моррис–Лекара с возбудимостью класса 1. // Нелинейная Динамика, 2016. Т. 12, № 3. С. 327-340. (0.8 п.л.) (Scopus)
8. Bashkirtseva I., Fedotov S., Ryashko L., **Slepukhina E.** Stochastic Bifurcations and Noise-Induced Chaos in 3D Neuron Model. // International Journal of Bifurcation and Chaos, 2016. V. 26, № 12. P. 1630032. (1.3 п.л. / 0.33 п.л.) (Scopus, WoS)

9. **Slepukhina E.** Stochastic sensitivity analysis of noise-induced mixed-mode oscillations in Morris–Lecar neuron model. // *Mathematical modeling of natural phenomena*, 2017. Vol. 12, No. 4, pp. 74-90. (1 п.л.) (Scopus, WoS)
10. Ryashko L., **Slepukhina E.** Noise-induced torus bursting in the stochastic Hindmarsh-Rose neuron model. // *Physical Review E*, 2017. Vol. 96, P. 032212. (0.8 п.л. / 0.4 п.л.) (Scopus, WoS)
11. Bashkirtseva I., Ryashko L., **Slepukhina E.** Methods of stochastic analysis of complex regimes in the 3D Hindmarsh-Rose neuron model. // *Fluctuation and noise letters*, 2018. V. 17, № 1. P. 1850008. (1.2 п.л. / 0.6 п.л.) (Scopus, WoS)

Патенты и свидетельства о регистрации программ:

12. Башкирцева И. А., **Слепухина Е. С.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015616550 «Стохастическая возбудимость модели Фитцхью-Нагумо». Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент). Зарегистрировано 15.06.2015.

На автореферат поступило 2 **положительных** отзыва:

1. Д. ф.-м. н., профессор **Анищенко Вадим Семенович**, заведующий кафедрой радиофизики и нелинейной динамики физического факультета; д. ф.-м. н., профессор **Вадивасова Татьяна Евгеньевна**, профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». Отзыв содержит следующие **замечания**:
 1. Положения, выносимые на защиту, сформулированы скорее в форме результатов, чем положений.
 2. Научная новизна изложена слишком обобщенно и недостаточно раскрыта.
 3. Нет четкого описания (по крайней мере в автореферате) особенностей применения метода стохастической чувствительности и доверительных интервалов к исследованному классу систем. Какие модификации метода в этом случае потребовались?

4. Характер стохастических бифуркаций описан не всегда понятно. Не все обозначения на соответствующих иллюстрациях пояснены. Например, не указано, чему на рисунках соответствуют штрихпунктирные линии, не обозначены и не описаны точки равновесия.
 5. Множество специальных терминов употребляются без пояснения, например, мультимодальные колебания, возбудимость класса 1 и класса 2, антикогерентный резонанс, стохастический тор, стохастические D- и P-бифуркации, частотное расщепление. Не очень удачен термин «параметрическая зона». Лучше, хотя и дольше, было бы писать «область на плоскости параметров».
 6. К сожалению, можно отметить большое количество опечаток.
2. К. ф.-м. н., **Коробейников Антон Иванович**, доцент кафедры статистического моделирования математико-механического факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет». Отзыв не содержит критических замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организация обосновывается их высокой квалификацией, компетентностью и широкой известностью в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ, наличием большого количества публикаций по тематике диссертации и способностью определить научную и практическую значимость работы.

Диссертационный совет отмечает, что работа соответствует

п. 1 (Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений) п. 2 (Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей), п. 4 (Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента), п. 5 (Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента), паспорта

специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие основные результаты:

В области математического моделирования:

Проведено комплексное исследование индуцированных шумом явлений в нескольких моделях нейронной активности (Моррис-Лекара, двух- и трёхмерная Хиндмарш-Роуз, ФитцХью-Нагумо) с различными типами детерминированных бифуркаций. Для этих нейронных моделей выявлены основные типы стохастических феноменов, которые определяются динамическим режимом и видом бифуркации в исходных детерминированных системах. Обнаружены и исследованы стохастические P- и D-бифуркации, связанные с выявленными стохастическими феноменами в нейронных моделях.

В области численных методов:

Разработаны новые математические методы моделирования и анализа вероятностных механизмов стохастических феноменов нейронной динамики. Развита аналитическая методика исследования стохастических бифуркаций, основанная на аппарате функций стохастической чувствительности, применительно к моделям нейронной активности.

В области программного обеспечения и комплексов программ:

Разработаны новые программные комплексы, реализующие предложенные методы и алгоритмы и позволяющие проводить компьютерные эксперименты для изучения стохастических моделей нейронной активности (Моррис-Лекара, двух- и трёхмерной Хиндмарш-Роуз, ФитцХью-Нагумо). Корректность и эффективность разработанных методов и программных комплексов были протестированы на модельных примерах и подтверждены результатами численных экспериментов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

выявлены общие закономерности вероятностных механизмов стохастических феноменов в моделях нейронной активности;

применительно к тематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы и развиты методы функции стохастической чувствительности и доверительных областей;

установлена фундаментальная связь новых стохастических феноменов в моделях нейронной активности с типами бифуркаций и динамических режимов в соответствующих детерминированных системах.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны эффективные алгоритмы анализа стохастических феноменов нейронной динамики;

созданы программные комплексы, реализующие разработанные методы и алгоритмы для изучения стохастических явлений в моделях нейронной активности;

представлены результаты работы разработанных программных комплексов в применении к исследованию ряда стохастических феноменов в изучаемых моделях.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, в достаточном объеме прошли апробацию на международных конференциях и семинарах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теоретические положения обуславливаются строгостью используемого математического аппарата;

установлена согласованность результатов, полученные с помощью разработанных теоретических методов, с данными компьютерного моделирования;

корректность и эффективность разработанных методов и программных комплексов протестированы на модельных примерах и подтверждены результатами численных экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах процесса; разработке методов и алгоритмов анализа вероятностных механизмов стохастических феноменов нейронной динамики; разработке и тестировании

программных комплексов; проведении исследований; получении всех основных результатов, изложенных в диссертации; личном участии в апробации результатов исследований; подготовке основных публикаций по выполненной работе. Диссертация является самостоятельной работой, обобщающей результаты, полученные лично автором.

Диссертационная работа Слепухиной Е. С. является научно-квалификационной работой, которая соответствует критериям, установленным п.п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 13 июня 2018 г. диссертационный совет **принял решение присудить** Слепухиной Евдокии Сергеевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 18 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» — 18, «против» — нет, недействительных бюллетеней — нет.

Председатель

диссертационного совета

Арстов Виталий Владимирович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Тименов Владимир Германович



13 июня 2018 г.