

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.243.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 01.10.2020 № 110

О присуждении Стрелковой Галине Ивановне, гражданке Российской Федерации,
ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Химерные структуры в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов» по специальности 01.04.03 — Радиофизика принята к защите 20 декабря 2019 года, протокол № 106, диссертационным советом Д 212.243.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»), Минобрнауки РФ, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, приказ о создании совета от 15.02.2013 № 75-нк; приказы об изменении состава совета от 15.12.2015 № 1598/нк-9, от 28.09.2016 № 1180/нк-52, от 15.02.2017 № 116/нк-38, от 26.01.2018 № 92/нк-50, от 17.04.2018 № 431/нк-26, от 23.11.2018 № 301-нк-66, от 24.09.2019 №873/нк-26.

Соискатель Стрелкова Галина Ивановна, 1970 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Экспериментальные характеристики квазигиперболических аттракторов и квазиаттракторов» защитила в 1998 году в диссертационном совете, созданном на базе Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского». Работает доцентом кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Минобрнауки РФ.

Научный консультант — заслуженный деятель науки РФ, доктор физико-математических наук, профессор Анищенко Вадим Семенович, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет

имени Н.Г. Чернышевского», заведующий кафедрой радиофизики и нелинейной динамики.

Официальные оппоненты:

1. Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук (01.04.03), доцент, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород), кафедра теории управления и динамики систем, заведующий кафедрой;
2. Смирнов Дмитрий Алексеевич, доктор физико-математических наук (01.04.03), доцент, профессор РАН, Саратовский филиал ФГБУН «Институт радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова РАН» (г. Саратов), лаборатория моделирования в нелинейной динамике, ведущий научный сотрудник;
3. Купцов Павел Владимирович, доктор физико-математических наук (05.13.18), доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов), кафедра «Приборостроение», профессор,

дали *положительные* отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН) в своем положительном заключении, подписанном Некоркиным Владимиром Исааковичем, доктором физико-математических наук (01.04.03), профессором, заведующим отделом нелинейной динамики ИПФ РАН и Клиньшовым Владимиром Викторовичем, кандидатом физико-математических наук (01.04.03), старшим научным сотрудником ИПФ РАН, указала, что «...Диссертация Стрелковой Галины Ивановны представляет собой серьезное, объемное и завершенное научное исследование, выполненное на актуальную для современной радиофизики тему, которое можно квалифицировать как решение крупной фундаментально-научной задачи. Диссертационная работа Галины Ивановны Стрелковой вносит заметный вклад в развитие современных представлений о динамике сложных ансамблей связанных нелинейных осцилляторов как одного из направлений радиофизики и теории нелинейных колебаний и волн. Работа удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к докторским диссертациям».

Соискатель имеет 92 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 38 работ общим объемом 76,5 п.л. (авторский вклад 38,25 п.л.), из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 27 работ. Список публикаций также включает 3 монографии, 5 работ в сборниках трудов

международных конференций и 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. E.V. Rybalova, T.E. Vadivasova, G.I. Strelkova, V.S. Anishchenko, A.S. Zakharova. Forced synchronization of a multilayer heterogeneous network of chaotic maps in the chimera state mode. *Chaos*. 2019. V. 29. P. 033134.
2. I.A. Shepelev, G.I. Strelkova, V.S. Anishchenko. Chimera states and intermittency in an ensemble of nonlocally coupled Lorenz systems. *Chaos*. 2018. V. 28, I. 6. P. 063119.
3. E.V. Rybalova, G.I. Strelkova, V.S. Anishchenko. Mechanism of realizing a solitary state chimera in a ring of nonlocally coupled chaotic maps. *Chaos, Solitons & Fractals*. 2018. V. 115. P. 300–305.
4. В.С. Анищенко, Г.И. Стрелкова. Химерные структуры в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов. *Изв. вузов. Радиофизика*. 2018. Т. 61, № 8. С. 739–753.
5. A.V. Bukh, G.I. Strelkova, V.S. Anishchenko. Synchronization of chimera states in coupled networks of nonlinear chaotic oscillators. *Russ. J. of Nonlinear Dynamics*, 2018. V. 14, I. 4. P. 419–433.
6. S.A. Bogomolov, A.V. Slepnev, G.I. Strelkova, E. Schöll, V.S. Anishchenko. Mechanisms of appearance of amplitude and phase chimera states in ensembles of nonlocally coupled chaotic systems. *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simulat.* 2017. V. 43. P. 25–36.
7. N.I. Semenova, G.I. Strelkova, V.S. Anishchenko, A. Zakharova. Temporal intermittency and the lifetime of chimera states in ensembles of nonlocally coupled chaotic oscillators. *Chaos*. 2017. V. 27, I. 6. P. 061102.
8. A. Bukh, E. Rybalova, N. Semenova, G. Strelkova, V. Anishchenko. New type of chimera and mutual synchronization of spatiotemporal structures in two coupled ensembles of nonlocally interacting chaotic maps. *Chaos*. 2017. V. 27, I. 11. P. 111102.
9. E. Rybalova, N. Semenova, G. Strelkova, V. Anishchenko. Transition from complete synchronization to spatio-temporal chaos in coupled chaotic systems with nonhyperbolic and hyperbolic attractors. *The European Phys. Journal Special Topics*. 2017. V. 226, I. 9. P. 1857–1866.
10. T.E. Vadivasova, G.I. Strelkova, S.A. Bogomolov, V.S. Anishchenko. Correlation analysis of the coherence-incoherence transition in a ring of nonlocally coupled logistic maps. *Chaos*. 2016. V. 26. P. 093108.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 13 положительных отзывов: из Берлинского Технического университета (Германия) от доктора наук по физике (Dr. habil.), профессора Eckehard Schöll (Экехарда Шелля); из Потсдамского университета (Германия) от доктора наук по физике (Dr. habil.), профессора Пиковского А.С. (01.04.03); из Университета Огайо (США) от д.ф.-м.н., профессора Неймана А.Б. (01.04.03); из Берлинского Технического университета (Германия) от доктора наук по физике (Dr. habil.), профессора Захаровой А.С. (01.04.03); из Потсдамского университета (Германия) от доктора наук по физике (Dr. habil.), профессора Розенблюма М.Г. (01.04.03); из Физического института имени П.Н. Лебедева РАН, г. Москва от д.ф.-м.н. Волкова Е.И.; из Волжского государственного университета водного транспорта (г. Нижний Новгород) от д.ф.-м.н., профессора Белых В.Н. (01.01.02); из Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского от д.ф.-м.н. Гонченко С.В. (01.01.02); из Университета г. Лафборо (Великобритания) от к.ф.-м.н. Янсон Н.Б. (01.04.03) и к.ф.-м.н. Баланова А.Г. (01.04.03); из Института физики микроструктур РАН – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» от д.ф.-м.н. Панкратова А.Л. (01.04.03); из Саратовского филиала Института радиотехники и электроники РАН имени В.А. Котельникова от д.ф.-м.н. Селезнева Е.П. (01.04.03); из Саратовского филиала Института радиотехники и электроники РАН имени В.А. Котельникова от д.ф.-м.н. Пономаренко В.И. (01.04.03); из Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А. от д.ф.-м.н., профессора Астахова В.В. (01.04.03).

В отзывах сделаны замечания об отсутствии в автореферате: а) описания причины отсутствия химеры уединенных состояний в режиме квазигиперболического хаоса; б) описания различий между фазовой химерой и химерой уединенных состояний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близким соответствием проводимых ими исследований теме диссертации, их высокой квалификацией в области радиофизики, позволяющей оценить научную и практическую значимость диссертационной работы, широкой известностью и признанными достижениями среди специалистов. Выбор официальных оппонентов объясняется, кроме того, отсутствием совместных печатных работ с соискателем. Выбор ведущей организации обосновывается наличием в коллективе большого числа специалистов-радиофизиков, а также отсутствием договорных отношений с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

установлен факт реализации новых типов химерных структур, названных амплитудной и химерой уединенных состояний, в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов;

разработаны специальные программные комплексы, позволяющие многосторонне исследовать динамику ансамблей связанных осцилляторов, как с дискретным, так и непрерывным временем, проводить анализ динамических и статистических характеристик химерных структур в ансамблях с нелокальным взаимодействием, а также эффектов синхронизации в многослойных сетях хаотических осцилляторов;

предложен способ управления временем жизни амплитудной химеры посредством воздействия на элементы ансамбля внешними шумовыми воздействиями;

доказано, что в системе связанных квазигиперболических осцилляторов Лоренца при нелокальном взаимодействии возможна реализация химерных состояний, обусловленная потерей аттрактором свойств гиперболичности в силу нелокального взаимодействия;

введена методика исследования динамики ансамбля взаимодействующих элементов, формирования и свойств химерных структур в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов, включая влияние случайных воздействий.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установлены общие механизмы реализации фазовых и амплитудных химерных структур для систем нелокально связанных хаотических осцилляторов. Вскрыт и описан механизм реализации режимов уединенных состояний и соответствующих химерных структур, обусловленный рождением режимов бистабильной динамики индивидуальных элементов ансамбля в условиях нелокальной связи;

применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплекс современных методов численного моделирования динамики ансамблей взаимодействующих нелинейных осцилляторов с применением четырех оригинальных комплексов программ, разработанных совместно с соискателем, что позволило получить ряд новых научных результатов;

изложены общие динамические и статистические характеристики и свойства химерных структур, реализующихся в ансамблях хаотических осцилляторов с негиперболическими и квазигиперболическими аттракторами;

раскрыты особенности взаимной и вынужденной синхронизации пространственно-временных структур, включая химерные;

изучены закономерности ретрансляции синхронных режимов вдоль многослойных сетей из взаимосвязанных ансамблей осцилляторов при наличии неоднородностей различного типа;

проведена модернизация представлений о закономерностях динамики ансамблей нелинейных осцилляторов в условиях нелокального характера их взаимодействия.

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

определены механизмы, обуславливающие возникновение химерных пространственно-временных структур в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов;

создана система практических рекомендаций по возможности управления характеристиками химерных структур в ансамбле нелокально связанных хаотических систем внешним шумовым сигналом;

представлена методика численного моделирования эволюции режимов в ансамблях связанных осцилляторов с различной динамикой при изменении управляющих параметров в условиях сложного характера колебаний и воздействия внешних сигналов, включая методику графического представления результатов численных экспериментов;

исследования выполнялись в рамках грантов РФФИ (№№ 14-52-12002, 15-02-02288), Министерства образования и науки в рамках базовой части Государственного задания (№№ 2014/203, 3.8616.2017), Немецкого Физического Общества (DFG) в рамках проекта SFB 910;

разработаны и внедрены в учебный процесс на физическом факультете СГУ при формулировке тем курсовых и выпускных квалификационных работ для бакалавров и магистров и научно-исследовательских работ аспирантов, в качестве дополнений к лекционным курсам «Введение в нелинейную динамику», «Динамические системы с дискретным временем», «Теория колебаний», «Избранные вопросы теории колебаний и волн», «Дополнительные главы теории колебаний и волн».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

идея базируется на современных теоретических представлениях и экспериментальных результатах в области исследований колебательных процессов в радиофизических системах;

использованы математические процедуры, методы и подходы численного моделирования, апробированные для различных моделей и хорошо зарекомендовавшие себя при проведении научных исследований в радиофизике и теории динамических систем;

установлено качественное соответствие динамических характеристик фазовых химерных состояний и результатов исследований эффектов синхронизации пространственно-временных структур с теоретическими результатами, представленными в литературе по данной тематике;

использованы современные технологии сбора и обработки информации при проведении численных расчетов и представлении результатов.

Личный вклад соискателя. Диссертация содержит результаты, полученные автором. Постановка цели и задач исследования осуществлялась автором при участии научного консультанта. Из работ, опубликованных в соавторстве, в диссертацию включены результаты и выносимые на защиту положения, полученные автором. Проведение исследований и расчетов, обработка, интерпретация и обсуждение результатов, написание научных статей осуществлялись лично автором работы.

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию при анализе данных о поведении сложных систем из области геофизики, биомедицины, нейродинамики, режимов функционирования энергосетей. Они также рекомендуются при проведении научных исследований в академических НИИ (Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Институт прикладной физики РАН и др.), а также при преподавании таких дисциплин, как теория колебаний и волн, нелинейная динамика, статистическая радиофизика в Саратовском национальном исследовательском государственном университете имени Н. Г. Чернышевского, Национальном исследовательском Нижегородском государственном университете им. Н. И. Лобачевского, Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова, Санкт-Петербургском государственном университете, Саратовском государственном техническом университете и других вузах, ведущих подготовку по направлению «Радиофизика».

В диссертации решена крупная научная проблема в области радиофизики и нелинейной динамики по анализу механизмов формирования, динамических и статистических свойств химерных пространственно-временных структур в ансамблях взаимосвязанных хаотических осцилляторов различной природы. Результаты работы носят фундаментальный характер, расширяют и дополняют имеющиеся представления в актуальной области исследований, связанных с изучением закономерностей и свойств формирования пространственно-временных структур в нелинейных сетях взаимодействующих осцилляторов.

Содержание диссертации удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено

Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемых к докторским диссертациям.

На заседании 01 октября 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Стрелковой Галине Ивановне ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **22** человек, из них **7** докторов наук по специальности 01.04.03 — «Радиофизика», участвовавших в заседании, из **28** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за — **22**, против — **нет**, недействительных бюллетеней — **нет**.

Председатель
диссертационного совета



Аникин Валерий Михайлович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Слепченков Михаил Михайлович

01 октября 2020 г.