

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НИР

ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Алексей Александрович Короновский



«25» мая 2019 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

по диссертации **Стрелковой Галины Ивановны** «Химерные структуры в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 — «Радиофизика», выполненной на кафедре радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Тема диссертационной работы и научный консультант утверждены на заседании Ученого совета физического факультета СГУ имени Н.Г. Чернышевского 28 мая 2014 года (протокол № 11).

В 1993 году соискатель **Стрелкова Галина Ивановна** окончила Саратовский ордена Трудового Красного Знамени государственный университет им. Н.Г. Чернышевского по специальности «Радиофизика и электроника» с присвоением квалификации «радиофизик». В 1998 году защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 — «Радиофизика» на тему «Экспериментальные характеристики квазигиперболических аттракторов и квазиаттракторов» в диссертационном совете Д 063.74.01 Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. В 2013 году приказом Министерства образования и науки Российской Федерации Стрелковой Г. И, присвоено ученое звание доцента по кафедре радиофизики и нелинейной динамики.

В период подготовки диссертации соискатель работала в должности доцента кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Научный консультант — **Анищенко Вадим Семенович**, заслуженный деятель науки РФ, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», представил положительный отзыв о диссертации и соискателе.

Научную экспертизу диссертация проходила на заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г.

Чернышевского» с приглашением специалистов по профилю диссертации из других структурных подразделений СГУ. На заседании присутствовали:

1. Анищенко Вадим Семенович, доктор физико-математических наук (01.04.03), профессор, заведующий кафедрой радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
2. Аникин Валерий Михайлович, доктор физико-математических наук (01.04.03), профессор, декан физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
3. Вадивасова Татьяна Евгеньевна, доктор физико-математических наук (01.04.03), профессор, профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
4. Хохлов Артур Вениаминович, доктор физико-математических наук (01.04.03), профессор, профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
5. Четвериков Александр Петрович, доктор физико-математических наук (01.04.03), профессор, профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
6. Шабунин Алексей Владимирович, доктор физико-математических наук (01.04.03), доцент, профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
7. Москаленко Ольга Игоревна, доктор физико-математических наук (01.04.03), доцент, профессор кафедры физики открытых систем факультета нелинейных процессов ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
8. Шараевский Юрий Павлович, доктор физико-математических наук (01.04.03), профессор, профессор кафедры нелинейной физики факультета нелинейных процессов ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
9. Глухова Ольга Евгеньевна, доктор физико-математических наук (05.27.01), профессор, заведующий кафедрой радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
10. Слепченков Михаил Михайлович, кандидат физико-математических наук (05.27.01), доцент кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
11. Слепнев Андрей Вячеславович, кандидат физико-математических наук (01.04.03), доцент кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
12. Павлова Ольга Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
13. Сергеев Константин Сергеевич, кандидат физико-математических наук (01.04.03), доцент кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
14. Шепелев Игорь Александрович, кандидат физико-математических наук (01.04.03), старший преподаватель кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Рецензенты диссертации:

**Вадивасова Татьяна Евгеньевна**, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»,

**Москаленко Ольга Игоревна**, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры физики открытых систем факультета нелинейных процессов ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», - представили положительные отзывы.

По итогам обсуждения диссертации принято:

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по диссертации **Стрелковой Галины Ивановны** «Химерные структуры в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 — «Радиофизика»

**Общая оценка работы.** В диссертационной работе Стрелковой Г.И. решена крупная научная проблема в области радиофизики и нелинейной динамики по анализу механизмов формирования, динамических и статистических свойств, так называемых 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.

Тема и содержание диссертации полностью соответствует специальности 01.04.03 — «Радиофизика» (пп. 1,4 паспорта специальности). Основные положения диссертации полно отражены в научных публикациях. Диссертация удовлетворяет всем требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям.

**Личный вклад автора.** Результаты диссертационной работы получены соискателем лично либо под его научным руководством. Из работ, опубликованных в соавторстве, в диссертацию включены результаты и выносимые на защиту положения, полученные автором лично или при его непосредственном участии. Постановка цели и задач исследования осуществлялась автором при участии научного консультанта. Проведение исследований и расчетов, обработка, интерпретация и обсуждение результатов, написание научных статей осуществлялись в основном лично автором работы. Ряд работ, опубликованных в соавторстве с профессорами В.С. Анищенко, Т.Е. Вадивасовой, E. Schöll, A. Zakharova, были выполнены в равных долях. К работе над задачами диссертации в качестве соавторов привлекались студенты кафедры (Е.В. Рыбалова, С.А. Богомолов, Д. Ю. Ключина, А.М. Пузанов, Т.Р. Богатенко), аспиранты (Н.И. Семенова, И.А. Шепелев, А.В. Бух) и сотрудники кафедры (доцент А.В. Слепнев). При этом постановка задач, обсуждение результатов и написание статей было выполнено лично автором.

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием теоретического анализа, апробированных математических моделей нелинейной динамики, методов теоретического и численного анализа, строго обоснованных и многократно проверенных и протестированных в исследованиях по анализу нелинейных процессов в сложных системах. Достоверность результатов работы подтверждается их воспроизводимостью с использованием различных подходов и численных схем, соответствием данным, полученным другими авторами, а также использованием специальных оригинальных программных комплексов, разработанных и оттестированных на широком классе задач нелинейной динамики. Результаты диссертации находятся в

соответствии с уже установившимися представлениями в этой области знаний, гармонично расширяя и дополняя их.

**Научная новизна результатов исследования.** Диссертационная работа посвящена решению принципиально новых задач анализа химерных состояний в ансамблях взаимодействующих нелинейных осцилляторов с хаотической динамикой. Полученные результаты являются новыми; постановка ряда задач (статистический анализ химерных структур, анализ влияния случайных возмущений на время жизни химерных структур, анализ процессов передачи заданных химерных структур в многослойной неоднородной сети ансамблей хаотических осцилляторов) является приоритетной. Совокупность результатов диссертации позволяет существенно расширить представления о механизмах формирования, структуре и свойствах химерных структур в ансамблях нелокально связанных осцилляторов и выявляет характерные особенности динамики ансамблей из осцилляторов с хаотической динамикой. В работе в качестве основных объектов исследований выбраны ансамбли нелокально связанных осцилляторов с хаотической динамикой индивидуальных элементов ансамблей, образование химерных структур в которых к настоящему времени было исследовано недостаточно. Впервые получены следующие научные результаты:

- Детально описан переход от режима полной хаотической синхронизации к пространственно-временному хаосу в одномерных ансамблях с хаотическими аттракторами негиперболического типа при условии нелокальной связи. Впервые установлено, что при указанном переходе возникает два вида химерных структур: фазовые и амплитудные, обоснована их типичность для ансамблей хаотических осцилляторов, как с дискретным, так и непрерывным временем, реализующим переход к хаосу через каскад бифуркаций удвоения периода.
- Выявлены и описаны бифуркационные механизмы формирования фазовых и амплитудных химерных структур в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов с негиперболическим типом хаотического аттрактора.
- С помощью расчетов коэффициентов взаимной корреляции между колебаниями осцилляторов ансамблей в режиме химерных состояний впервые количественно обоснованы свойства некогерентности химерных кластеров амплитудных и фазовых химер и выявлены принципиальные различия в их статистических характеристиках.
- Впервые проведен теоретический и численный анализ влияния свойства гиперболичности аттрактора на примере ансамбля из нелокально связанных систем Лоренца на возможность реализации режимов химерных структур. Установлено, что управляющие параметры индивидуальных осцилляторов за счет нелокальной связи становятся зависящими от коэффициента связи, что может приводить к переходу от квазигиперболического к негиперболическому типу аттрактора и возможности реализации химерных структур.
- Детально описаны переходы от режима полной хаотической синхронизации к режиму пространственно-временного хаоса в ряде ансамблей нелокально связанных хаотических осцилляторов с квазигиперболическим типом аттрактора индивидуальных осцилляторов, сопровождающийся возникновением режима уединенных состояний.
- Впервые обнаружен и исследован эффект перемежаемости в динамике осцилляторов некогерентного кластера амплитудной химеры, проявляющийся в нерегулярных во времени переключениях режимов колебаний от хаотических к периодическим и наоборот. Установлен факт конечности времени жизни амплитудной химеры, которая представляет собой переходный процесс.
- Впервые методом численного эксперимента установлена возможность управления временем жизни амплитудной химеры в ансамблях хаотических осцилляторов в широких пределах путем внешнего аддитивного шумового воздействия как на отдельные осцилляторы, так и на все осцилляторы ансамбля.

- Обнаружен и описан новый тип химерной структуры - «химеры уединенных состояний», найденной при моделировании динамики системы двух связанных ансамблей из хаотических осцилляторов Лози и Эно. Эта химерная структура характеризуется сосуществованием в пространстве ансамбля некогерентного кластера (кластеров) осцилляторов в режиме уединенных состояний и когерентного кластера (кластеров) осцилляторов в режиме синхронных колебаний.
- Впервые установлен и описан механизм рождения уединенных состояний и химерных структур на их основе, обусловленный возникновением бистабильности в динамике индивидуальных осцилляторов ансамбля, причиной которой является нелокальная связь индивидуальных осцилляторов с конечным числом соседей.
- Установлены и исследованы эффекты вынужденной и взаимной синхронизации сложных пространственно-временных структур, включая химерные, в случае диссипативной взаимосвязи между ансамблями хаотических осцилляторов с нелокальной связью. Установлено качественное соответствие эффекта синхронизации пространственно-временных структур с выводами классической теории синхронизации предельного цикла.
- Установлена возможность эффективной синхронизации структур (с заданной точностью) при наличии неоднородности слоев и выявлено влияние различных видов неоднородности на эффективную вынужденную синхронизацию. Показано, что эффект ретрансляции структур затрудняется с увеличением расстройки по управляющим параметрам взаимодействующих слоев и при введении помимо однонаправленной связи дополнительной обратной связи между слоями.

**Научная и практическая значимость.** Фундаментально важными с научной точки зрения являются результаты диссертации по сравнительному анализу динамики ансамблей из связанных осцилляторов с квазигиперболическим и негиперболическим типом аттракторов. Установлены условия, при которых в таких ансамблях химерные структуры не могут формироваться, и вскрыты причины возможного возникновения химерных структур за счет влияния нелокальной связи на характеристики индивидуальных осцилляторов. Показано, что химеры в таких ансамблях могут быть реализованы только в случае утраты аттрактором индивидуального осциллятора свойств квазигиперболичности. Всесторонне проанализирована динамика ансамблей связанных хаотических осцилляторов с негиперболическим типом хаотических аттракторов. Установлены механизмы формирования фазовых и амплитудных химер и обоснована их типичность. Найдены и исследованы новые типы химерных структур: амплитудная химера и химера уединенных состояний. Показано, что амплитудная химера является нестационарной и имеет конечное время жизни, которым можно управлять внешним шумовым возмущением. Приоритетным результатом является установление общего механизма рождения режимов уединенных состояний и химер на их основе. Режимы уединенных состояний наблюдались многими исследователями и применительно к широкому кругу различных ансамблей. Результаты диссертации вносят полную ясность в вопрос реализации таких состояний, которая до сих пор отсутствовала.

Важным научным результатом работы является исследование вынужденной и взаимной синхронизации пространственно-временных структур в системах связанных ансамблей. Эти результаты находятся в качественном согласии с выводами классической теории синхронизации предельного цикла и в определенном смысле могут трактоваться как обобщение выводов этой теории на случай синхронизации пространственно-временных структур.

Краткий анализ основных результатов диссертации свидетельствует о том, что полученные результаты существенно дополняют и расширяют имеющиеся представления современной теории колебаний и волн и могут быть использованы научной общественностью в дальнейших исследованиях.

Полученные результаты носят не только фундаментально научный характер, но имеют и существенное прикладное значение. Исследования формирования сложных структур и эффектов их синхронизации важны при моделировании и анализе процессов передачи

информации в инфокоммуникационных системах, в том числе системах радиосвязи, радиолокации и радионавигации, при определении условий устойчивого функционирования энергосетей и систем жизнеобеспечения.

Полученные результаты могут быть полезны в приложениях к анализу динамики ансамблей нейронов, связанной с когнитивными функциями мозга. Используемые в работе математические модели и численные методы их анализа во многом сходны с моделями, описывающими нейронную активность. Установленный в работе эффект перемежаемости для амплитудной химеры в автономном ансамбле нелокально связанных осцилляторов находится в качественном соответствии с экспериментами в нейродинамике. Данные анализа электроэнцефалограмм мозга человека показывают качественно аналогичную динамику нерегулярных во времени переключений между периодическими и хаотическими колебаниями во времени. Учитывая, что нейронные ансамбли мозга человека и животных функционируют в условиях достаточно интенсивных шумов, результаты управления временем жизни амплитудной химеры путем шумового возмущения могут быть использованы в нейродинамике.

Исследования, результаты которых вошли в настоящую диссертационную работу, проводились при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № № 14-52-12002, 15-02-02288), Министерства образования и науки в рамках базовой части Государственного задания (проекты № № 2014/203, 3.8616.2017), Немецкого Физического Общества (DFG) в рамках проекта SFB 910 (подпроект B11, 2015-2022 гг.). Основные результаты диссертационной работы также внедрены и активно используются в подготовке бакалавров и магистров, обучающихся на физическом факультете федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (СГУ), по направлениям подготовки «Радиофизика» и «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а также при подготовке аспирантов по направлению «Физика и астрономия».

**Апробация работы.** Результаты, представленные в диссертационной работе, неоднократно докладывались на всероссийских и международных конференциях, школах и семинарах: International Conference "Dynamics Days Europe" (Corfu, Greece, 2016; Rostock, Germany, 2019), 11 и 12 Международные школы-конференции "Хаотические автоколебания и образование структур" (г. Саратов, 2016, 2019), "Saratov Fall Meeting" (Saratov, 2016, 2018, 2019), The DPG Spring Meeting (Berlin, 2018, Regensburg, Germany, 2019), International Conference on Control of Self-Organizing Nonlinear Systems (Warnemuende, Rostock, Germany, 2018), International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA 2018) (Tarragona, Spain, 2018), VI и VII Международные научные конференции "Компьютерные науки и информационные технологии" (г. Саратов, 2016, 2018), XVIII Научная школа "Нелинейные волны-2018" (ИПФ РАН, г. Нижний Новгород, 2018), XV International Conference on Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM 2017) (Thessaloniki, Greece, 2017), Workshop on Control of Self-Organizing Nonlinear Systems (Lutherstadt Wittenberg, Germany, 2017), International Symposium "Topical Problems of Nonlinear Wave Physics" (NWP-2017) (Moscow - St. Petersburg, 2017), Ginzburg Centennial Conference on Physics (Moscow, 2017), The SFB910 Symposium "Chaotic Dynamics" (Berlin, Germany, 2016), International Workshop "Spatio-Temporal Structures n Ensembles of Interacting Oscillators" (Saratov, 2016), International Conference-School "Dynamics, Bifurcations and Chaos 2016" (DBC III) (Nizhny Novgorod, 2016).

Результаты работы также неоднократно обсуждались на научных семинарах кафедры радиофизики и нелинейной динамики СГУ и Института теоретической физики Технического университета г. Берлина (Германия) по приглашению проф. E. Schöll и проф. A. Zakharova.

**Публикации.** По результатам диссертационной работы издано 3 монографии:

1. Anishchenko V.S., Vadivasova T.E., Strelkova G.I. Deterministic Nonlinear Systems. A Short Course. Springer Series in Synergetics. Springer, Berlin, 2014. 294 p.

2. В.С. Анищенко, В.В. Астахов, Т.Е. Вадивасова, Г.И. Стрелкова, Синхронизация регулярных, хаотических и стохастических колебаний. М.-Ижевск: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. - 144 с.
3. В.С. Анищенко, В.В. Астахов, Т.Е. Вадивасова, А.Б. Нейман, Г.И. Стрелкова, Л. Шиманский-Гайер. Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003, 544 с.

31 статья в центральных реферируемых научных журналах, входящих в системы цитирования Web of Science, Scopus, РИНЦ, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук:

1. E. Rybalova, A. Bukh, G. Strelkova, V. Anishchenko, Spiral and Target Wave Chimeras in a 2D Lattice of Map-Based Neuron Models. *Chaos* 2019. Vol. 29. P. 101104.
2. E.V. Rybalova, T. E. Vadivasova, G. I. Strelkova, V. S. Anishchenko, and A. S. Zakharova. Forced synchronization of a multilayer heterogeneous network of chaotic maps in the chimera state mode. *Chaos*, 2019. Vol. 29. P. 033134.
3. A. Bukh, G. Strelkova, V. Anishchenko Spiral wave patterns in a two-dimensional lattice of nonlocally coupled maps modeling neural activity. *Chaos, Solitons and Fractals*, 2019. Vol. 120. P. 75-82.
4. С.А. Богомолов, Е.В. Рыбалова, Г.И. Стрелкова, В.С. Анищенко. Пространственно-временные структуры в ансамбле нелокально связанных отображений Некоркина. *Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Физика*. 2019. Т. 19, вып. 2. С. 86-94.
5. E.V. Rybalova, G.I. Strelkova, T.E. Vadivasova, V.S. Anishchenko. Bistability promotes solitary states in ensembles of nonlocally coupled maps. *Proc. SPIE* 2019. P. 11067.
6. E.V. Rybalova, D.Y. Klyushina, V.S. Anishchenko, and G.I. Strelkova. Impact of Noise on the Amplitude Chimera Lifetime in an Ensemble of Nonlocally Coupled Chaotic Maps. *Regular and Chaotic Dynamics*, 2019. Vol. 24, no. 4. P. 432–445.
7. E. Rybalova, V. S. Anishchenko, G.I. Strelkova, and A. Zakharova. Solitary states and solitary state chimera in neural networks. *Chaos*, 2019. Vol. 29. P. 071106.
8. A.V. Bukh, G.I. Strelkova, V.S. Anishchenko. Spiral Wave Patterns in Two-Layer 2D Lattices of Nonlocally Coupled Discrete Oscillators. *Synchronization of Spiral Wave Chimeras. Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Physics*, 2019. Vol. 19, iss. 3. P. 166–177.
9. А.М. Пузанов, В.С. Анищенко, Г.И. Стрелкова, Химерные структуры в ансамблях нелокально связанных отображений Спротта. *Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Физика*, 2019. Т. 19, вып. 4. С. 246–257 .
10. I.A. Shepelev, G.I. Strelkova, V.S. Anishchenko, Chimera states and intermittency in an ensemble of nonlocally coupled Lorenz systems. *Chaos*, 2018. Vol. 28, iss. 6. P. 063119.
11. G. Strelkova, E. Rybalova, V. Anishchenko, A. Zakharova, Effect of switchings and the lifetime of chimeras in an ensemble of nonlocally coupled chaotic maps. *AIP Conference Proceedings*, 2018. Vol. 1978. P. 470014.
12. В.С. Анищенко, Г.И. Стрелкова, Химерные состояния в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов. *Компьютерные науки и информационные технологии. Материалы Международной научной конференции*. 2018. P. 34-39.
13. А.В. Бух, Г.И. Стрелкова, В.С. Анищенко, Синхронизация химерных состояний в двух связанных ансамблях нелинейных хаотических осцилляторов. *Компьютерные науки и информационные технологии. Материалы Международной научной конференции*. 2018. P. 71-75.
14. И.А. Шепелев, Г.И. Стрелкова, Т.Е. Вадивасова, Химерные состояния и перемежающиеся структуры в ансамбле нелокально связанных осцилляторов Лоренца. *Компьютерные науки и информационные технологии. Материалы Международной научной конференции*. 2018. P. 444-448.
15. 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 and Fractals*, 2018. Vol. 115. P. 300-305.

16. A. Bukh, G. Strelkova, V. Anishchenko V. Synchronization of Chimera States in Two Coupled Ensembles of Nonlinear Chaotic Oscillators. Proceedings of 2018 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2018). 2018. P. 605-608.
17. G.I. Strelkova, T.E. Vadivasova, and V.S. Anishchenko. Synchronization of Chimera States in a Network of Many Unidirectionally Coupled Layers of Discrete Maps. Regular and Chaotic Dynamics, 2018. Vol. 23, iss. 7-8, P. 948–960.
18. A.V. Bukh, G.I. Strelkova, V.S. Anishchenko. Synchronization of Chimera States in Coupled Networks of Nonlinear Chaotic Oscillators. Russian Journal of Nonlinear Dynamics. 2018. Vol. 14, iss. 4. P. 419–433.
19. В.С. Анищенко, Г.И. Стрелкова, Химерные структуры в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов. Изв. вузов. Радиофизика, 2018. Т. 61, № 8. С. 739–753. [English translation: V.S. Anishchenko, G.I. Strelkova, Chimera Structures in the Ensembles of Nonlocally Coupled Chaotic Oscillators. Radiophysics and Quantum Electronics, 2019. Vol. 61, iss. 8-9. P. 659-671.].
20. V.S. Anishchenko, T.E. Vadivasova, G.I. Strelkova, Coherence–Incoherence Transition and Properties of Different Types of Chimeras in a Network of Nonlocally Coupled Chaotic Maps. In book: Advances in Dynamics, Patterns, Cognition. I.S. Aranson, A. Pikovsky, N.F. Rulkov (Eds.). Berlin: Springer, 2017. P. 79-98.
21. 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. Vol. 43. P. 25-36.
22. 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. Vol. 27, iss. 11. P. 111102.
23. 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. Vol. 226, iss. 9. P. 1857-1866.
24. N.I. Semenova, E.V. Rybalova, G.I. Strelkova, V.S. Anishchenko, “Coherence–incoherence” transition in ensembles of nonlocally coupled chaotic oscillators with nonhyperbolic and hyperbolic attractors. Regular and Chaotic Dynamics, 2017. Vol. 22, iss. 2. P. 148-162.
25. 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. Vol. 27, iss. 6. P. 061102.
26. I.A. Shepelev, A.V. Bukh, G.I. Strelkova, T.E. Vadivasova, V.S. Anishchenko, Chimera states in ensembles of bistable elements with regular and chaotic dynamics. Nonlinear Dynamics, 2017. Vol. 90, iss. 4. P. 2317-2330.
27. I.A. Shepelev, T.E. Vadivasova, A.V. Bukh, G.I. Strelkova, V.S. Anishchenko, New type of chimera structures in a ring of bistable FitzHugh–Nagumo oscillators with nonlocal interaction. Phys. Lett.A, 2017. Vol. 381, iss. 16. P. 1398-1404.
28. Т.Е. Вадивасова, Г.И. Стрелкова, С.А. Богомолов, В.С. Анищенко, Корреляционные характеристики фазовых и амплитудных химерных состояний в ансамбле нелокально связанных отображений. Письма в ЖТФ, 2017. Т. 43, вып. 2. С. 68-75.
29. С.А. Богомолов, Г.И. Стрелкова, Е. Schöll, В.С. Анищенко, Амплитудные и фазовые химеры в ансамбле хаотических осцилляторов. Письма в ЖТФ, 2016. Т. 42, вып. 14. С. 103–110.
30. 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. Vol. 26. P. 093108.
31. В.С. Анищенко, С.А. Богомолов, Т.Е. Вадивасова, Г.И. Стрелкова, Механизмы рождения и свойства химерных состояний в ансамбле нелокально связанных дискретных отображений. Компьютерные науки и информационные технологии. Материалы Международной научной конференции. 2016. С. 48–51.



4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:

1. Е.В. Рыбалова, Г.И. Стрелкова, В.С. Анищенко, Программный комплекс для моделирования влияния шума на устойчивость и время жизни химерных состояний в ансамблях хаотических систем с нелокальной связью. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019618219. Официальный бюллетень Реестра программ для ЭВМ. Москва. 26.06.2019.
2. Е.В. Рыбалова, Г.И. Стрелкова, В.С. Анищенко, Программа для исследования удаленной синхронизации в системе трех связанных колец хаотических систем. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019664054. Официальный бюллетень Реестра программ для ЭВМ. Москва. 30.10.2019.
3. Е.В. Рыбалова, Г.И. Стрелкова, В.С. Анищенко, Т.Е. Вадивасова, Программа для исследования формирования пространственно-временных структур в ансамблях связанных хаотических систем. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019664055. Официальный бюллетень Реестра программ для ЭВМ. Москва. 30.10.2019.
4. Е.В. Рыбалова, Т.Е. Вадивасова, Г.И. Стрелкова, В.С. Анищенко, Программный комплекс для исследований вынужденной синхронизации многослойных неоднородных сетей связанных нелинейных систем. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019664480. Официальный бюллетень Реестра программ для ЭВМ. Москва. 07.11.2019.

Диссертация «Химерные структуры в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов» Стрелковой Галины Ивановны рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 — «Радиофизика» как удовлетворяющая критериям, установленным пп. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842) для докторских диссертаций.

Присутствовали на заседании 9 докторов наук и 5 кандидатов наук по профилю диссертации (физико-математические науки).

Результаты открытого голосования: «за» - 14 чел., «против» - нет, «воздержались» - нет (протокол заседания кафедры радиофизики и нелинейной динамики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского» № 2 от 19 ноября 2019 г.).

Председательствующий  
доктор физико-математических наук,  
профессор, профессор кафедры  
радиофизики и нелинейной  
динамики физического факультета  
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского»

  
Четвериков Александр Петрович

