

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и цифровому развитию

ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

доктор физико-математических наук, профессор

Алексей Александрович Короновский



« 14 » \_\_\_\_\_ 2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

по диссертации **Рыбаловой Елены Владиславовны** «Влияние неоднородностей и внешних воздействий на формирование и синхронизацию пространственно-временных структур в ансамблях нелинейных осцилляторов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика, выполненной на кафедре радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Тема диссертационной работы утверждена приказом ректора СГУ от 28 декабря 2020 года № 212– Д, переутверждена приказом ректора СГУ от 20 октября 2022 года №142 - Д.

Соискатель **Рыбалова Елена Владиславовна** с отличием окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского» в 2020 году по направлению «Радиофизика» с присвоением квалификации «Магистр».

В период подготовки диссертации с 2020 и по настоящий момент соискатель обучается в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г.Чернышевского» по группе научных специальностей 1.3. Физические науки, специальность 1.3.4. – Радиофизика, работает инженером учебной лаборатории радиофизики и ассистентом кафедры радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Справка о сданных кандидатский экзаменах №42-2023 выдана 24.05.2023 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского».

Научный руководитель – **Стрелкова Галина Ивановна**, доктор физико-математических наук, доцент, заведующая кафедрой радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», утвержденный приказом ректора от 28 декабря 2020 года №212-Д, представила положительный отзыв о диссертации и соискателе.

Научную экспертизу диссертация проходила на расширенном заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г.

Чернышевского» с приглашением специалистов по профилю диссертации из других структурных подразделений СГУ.

На заседании присутствовали:

1. *Стрелкова Галина Ивановна*, доктор физико-математических наук (01.04.03), доцент, заведующий кафедрой радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
2. *Вадивасова Татьяна Евгеньевна*, доктор физико-математических наук (01.04.03), профессор, профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
3. *Шабунин Алексей Владимирович*, доктор физико-математических наук (01.04.03), доцент, профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
4. *Москаленко Ольга Игоревна*, доктор физико-математических наук (01.04.03), доцент, профессор кафедры физики открытых систем института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
5. *Павлов Алексей Николаевич*, доктор физико-математических наук (01.04.03), профессор, профессор кафедры физики открытых систем института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
6. *Сергеев Константин Сергеевич*, кандидат физико-математических наук (01.04.03), доцент кафедры радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
7. *Семенов Владимир Викторович*, кандидат физико-математических наук (01.04.03), заведующий лабораторией компьютерного моделирования в электронике ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
8. *Семенова Надежда Игоревна*, кандидат физико-математических наук (01.04.03), доцент кафедры радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
9. *Корнеев Иван Александрович*, кандидат физико-математических наук (01.04.03), заведующий учебной лабораторией радиофизики кафедры радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
10. *Бух Андрей Владимирович*, кандидат физико-математических наук (01.04.03), ассистент кафедры радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;

Рецензенты диссертации:

*Павлов Алексей Николаевич*, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедрой физики открытых систем ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»,

*Москаленко Ольга Игоревна*, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры физики открытых систем института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»,

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

представили положительные отзывы.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

### **Заключение**

по диссертации Рыбаловой Елены Владиславовны «Влияние неоднородностей и внешних воздействий на формирование и синхронизацию пространственно-временных структур в ансамблях нелинейных осцилляторов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика.

**Актуальность работы.** В диссертационной работе Рыбаловой Е.В. решен связанный круг актуальных задач в области радиофизики и нелинейной динамики, заключающихся в исследовании влияния шумовых возмущений и случайного распределения управляющих параметров на пространственно-временную динамику сложных ансамблей нелинейных осцилляторов с непрерывным и дискретным временем, а также влияние неоднородностей в динамике парциальных элементов и управляющих параметров на эффекты синхронизации. Результаты работы расширяют и дополняют имеющиеся на сегодняшний день представления в актуальной области исследований, связанной с изучением динамики сложных ансамблей, условий и механизмов формирования тех или иных пространственно-временных режимов, эффектов их подавления или поддержания, явлений синхронизации различных сложных структур в многослойных сетях.

Тема и содержание диссертации полностью соответствует специальности «Радиофизика». Основные положения диссертации полно отражены в научных публикациях в рецензируемых журналах с высоким значением импакт-фактора.

**Личный вклад автора.** Защищаемые результаты диссертационной работы получены соискателем лично. Автором разработаны оригинальные программные комплексы и программы на языке С, с помощью которых проводились все численные расчеты и обработка экспериментальных данных. Постановка задач, планирование проведения исследований, интерпретация и обсуждение результатов, написание научных статей осуществлялись совместно с научным руководителем и соавторами опубликованных работ.

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием обоснованных методов теоретического (статистического) и численного анализа сложных нелинейных процессов в радиофизических системах, при этом использовались классические математические модели нелинейной динамики и строго обоснованные и многократно протестированные методы анализа их динамики. Достоверность всех полученных результатов подтверждается их воспроизводимостью и согласованием с ранее известными результатами в этой научной области, полученными другими авторами, а также использованием специальных программных комплексов, разработанных и протестированных на широком классе задач нелинейной динамики.

**Научная новизна результатов исследования.** Диссертационная работа содержит решение принципиально новых радиофизических задач анализа установления, существования, подавления и синхронизации химерных и уединенных состояний в ансамблях нелокально связанных нелинейных осцилляторов с дискретным и непрерывным временем. Постановка задачи по исследованию свойств сложных пространственно-временных структур в присутствии шумовых возмущений и неоднородностей в управляющих параметрах является приоритетной. Результаты диссертации находятся в соответствии с уже установившимися представлениями в этой области знаний, гармонично расширяя и дополняя их. Несомненная новизна основных результатов работы подтверждается их публикацией в целом ряде научных статей в высокорейтинговых

отечественных и зарубежных физических журналах с высоким импакт-фактором, входящих в международные и российские системы цитирования Web of Science, Scopus, РИНЦ.

В диссертационной работе впервые получены следующие научные результаты:

- В ансамблях нелокально связанных хаотических отображений введение аддитивного шума (с равномерным или нормальным распределением) способно увеличить вероятность установления и наблюдения фазовых химер. При этом наблюдается резонансо-подобный эффект, который характеризуется существованием оптимальной (ненулевой) интенсивности аддитивного шума, при которой вероятность наблюдения фазовых химер возрастает до максимума. Показано, что в отсутствие шумового возбуждения вероятность установления данных пространственно-временных структур не достигает 100%. Более того, резонансо-подобный эффект также установлен по силе связи: существует оптимальное значение силы связи между элементами, при которой вероятность установления фазовых химер максимальна.
- Разработана методика на основе расчета коэффициента взаимной корреляции, позволяющая в автоматическом режиме определять наличие фазовых химер и уединенных состояний (количество уединенных выбросов) в ансамблях нелокально связанных хаотических отображений при аддитивном и/или мультипликативном введении шумовых возмущений и проводить анализ эволюции этих структур при использовании большого набора различных реализаций начальных значений динамических переменных, а также реализаций шума, что способствует получению статистически достоверных результатов при численных исследованиях.
- Впервые проанализирована устойчивость уединенных состояний к аддитивным и мультипликативным источникам шума. Показано, что воздействие аддитивного шума (с равномерным или нормальным распределениями) в ансамблях связанных нелинейных осцилляторов приводит к уменьшению интервала наблюдения уединенных состояний по силе связи между элементами при увеличении интенсивности шума. Вместе с этим, увеличение интенсивности шума ведет к уменьшению количества уединенных выбросов в ансамбле преимущественно только на границах интервала существования уединенных состояний по параметру силы связи. Подобные эффекты также наблюдаются при постоянной шумовой модуляции управляющих параметров ансамблей. С другой стороны, показано, что, фиксированное неоднородное распределение силы связи или параметров локальной динамики парциальных элементов может привести к увеличению интервала наблюдения уединенных состояний и их количества.
- Предложен метод оценки степени синхронизации пространственно-временных структур в двух- и трехслойных сетях ансамблей нелокально связанных нелинейных осцилляторов, основанный на сочетании расчета локальной и глобальной ошибки синхронизации, где под локальной ошибкой понимается квадрат разности для всех пар связанных элементов, усредненный по времени, а под глобальной квадрат разности для всех пар связанных элементов, усредненный по времени и по ансамблю элементов. Данные количественные показатели позволяют четко диагностировать эффекты полной и кластерной синхронизации, что особенно важно при исследовании эффектов синхронизации химерных и уединенных состояний в многослойных сетях.
- Показано, что разреженность межслойной связи в двухслойной сети ансамблей нелокально связанных хаотических отображений приводит к тому, что пространственные профили взаимодействующих колец расщепляются на отдельные части, связанные с динамикой связанных и несвязанных узлов. При этом увеличение

силы и радиуса внутрислойной связи не приводит к «сглаживанию» мгновенных пространственных профилей синхронных структур в ансамблях. Проиллюстрирована возможность установления вынужденной и взаимной синхронизации (на профилях связанных элементов) сложных пространственно-временных структур, включая химеры и уединенные состояния, в случае неразрезанной и слаборазрезанной межслойной связи. Увеличение количества отсутствующих связей (>50% всех элементов сети) сильно снижает степень синхронизации и даже приводит к рассинхронизации элементов сетей.

- Обнаружены и описаны эффекты удаленной и полной синхронизации химерных и уединенных состояний в неоднородной трехслойной сети нелокально связанных хаотических отображений, в которой присутствует связь (взаимная) только между соседними слоями (средним и внешними), а динамика внешних слоев принципиально отличается от динамики передающего (среднего) слоя. Показано, что динамика трехслойной системы определяется преимущественно структурами, реализующимися во внешних слоях. Выделены особенности пространственно-временного поведения такой системы при различных типах установившихся структур в передающем (среднем) слое. Установлено, что наличие режима уединенных состояний в передающем слое приводит к реализации только удаленной синхронизации, при этом полная синхронизация структур не достигается. В случае реализации химерных структур в передающем слое сети полная и удаленная синхронизация имеют место в большем диапазоне изменения межслойной связи.

**Научная и практическая значимость.** Результаты диссертационного исследования влияния внешних шумовых воздействий и неоднородностей на пространственно-временную динамику сложных ансамблей нелинейных осцилляторов и эффекты синхронизации сложных структур вносят вклад в область радиофизики и нелинейной теории колебаний. Научные результаты, полученные в ходе выполнения работы, носят, прежде всего, фундаментальный характер. В частности, выявление особенностей реакций сложных систем на внешние воздействия обеспечивают возможность эффективного управления динамикой и эффектами синхронизации.

Прикладная значимость диссертационной работы обусловлена возможностями применения полученных результатов при анализе работы систем передачи информации, инфокоммуникационных и телерадиовещательных комплексов, энергетических систем, биологических систем, в которых наблюдается взаимодействие большого количества парциальных систем и наличие внутренних и внешних шумов. Подобное многокомпонентное взаимодействие приводит к установлению различных пространственно-временных структур, которые могут как улучшать, так и препятствовать нормальному функционированию системы. Результаты исследований, приведенные в данной диссертационной работе, способствуют более глубокому пониманию условий и способов поддержания или разрушения такой пространственно-временной динамики.

Разработанный метод автоматического распознавания различных типов сложных структур может найти практическое применение при обработке и анализе экспериментальных данных радиофизической природы, в том числе в присутствии помех.

Результаты фундаментальных исследований, полученные при подготовке диссертации, частично внедрены в учебный процесс подготовки бакалавров и магистров по направлению "Радиофизика" в Институте физики ФГБОУ ВО "СГУ имени Н.Г. Чернышевского". При выполнении диссертационной работы было создано 6 программ, на которые получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Данные программы были использованы при выполнении ряда НИР, а также в учебном процессе при постановке курсовых и выпускных квалификационных работ студентов.

Результаты диссертации получены в рамках выполнения грантов при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-52-12004), Российского научного фонда (проект № 20-12-00119, № 20-12-00119 (продолжение)), Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках базовой части Государственного задания (проект № 3.8616.2017/8.9), Немецкого Физического Общества (DFG) в рамках проекта SFB 910 (подпроект B11, 2015–февраль 2022 гг.).

**Апробация работы.** Результаты, представленные в диссертационной работе, неоднократно докладывались на международных и всероссийских конференциях, школах и семинарах: «School and Workshop on Patterns of Synchrony:» (Триест, Италия, 2019); «Saratov Fall Meeting» (Саратов, 2019–2022); «Shilnikov WorkShop» (Нижний Новгород, 2020); «Нелинейные дни в Саратове для молодых» (Саратов, 2021, 2023), «CHAOS» (Афины, Греция, 2021); «Dynamics Days Europe» (Ницца, Франция, 2021), «Complex Networks» (Мадрид, Испания, 2021), «Динамические системы. Теория и приложения» (Дзержинск, 2022); «Нелинейные волны – 2022» (Бор, 2022).

Результаты работы 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. А. Захаровой (2018–2020 гг.).

**Публикации.** По результатам диссертационной работы опубликовано 15 статей 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 кандидата наук:

1. **Rybalova E.**, Muni S., Strelkova G. Transition from chimera/solitary states to traveling waves //Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science. – 2023. – V. 33. – iss. 3. – P. 033104.
2. **Rybalova E.**, Strelkova G. Response of solitary states to noise-modulated parameters in nonlocally coupled networks of Lozi maps //Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science. – 2022. – V. 32. – iss. 2. – P. 021101.
3. **Rybalova E.**, Schöll E., Strelkova G. Controlling chimera and solitary states by additive noise in networks of chaotic maps //Journal of Difference Equations and Applications. – 2022. – P. 1-22.
4. **Rybalova E. V.**, Vadivasova T. E., Strelkova G. I., Zakharova A. Multiplexing noise induces synchronization in multilayer networks //Chaos, Solitons & Fractals. – 2022. – V. 163. – P. 112521.
5. Nikishina N. N., **Rybalova E. V.**, Strelkova G. I., Vadivasova T. E. Destruction of cluster structures in an ensemble of chaotic maps with noise-modulated nonlocal coupling //Regular and Chaotic Dynamics. – 2022. – V. 27. – iss. 2. – P. 242-251.
6. **Rybalova E. V.**, Strelkova G. I., Anishchenko V. S. Impact of sparse inter-layer coupling on the dynamics of a heterogeneous multilayer network of chaotic maps //Chaos, Solitons & Fractals. – 2021. – V. 142. – P. 110477.

7. **Rybalova E. V.**, Zakharova A., Strelkova G. I. Interplay between solitary states and chimeras in multiplex neural networks //Chaos, Solitons & Fractals. – 2021. – V. 148. – P. 111011.
8. **Рыбалова Е. В.**, Анищенко В. С. Воздействие шума на режимы спиральных и концентрических волн в двумерной решетке локально связанных отображений //Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. – 2021. – Т. 29. – No. 2. – С. 272-287.
9. Нечаев В. А., **Рыбалова Е. В.**, Стрелкова Г. И. Влияние неоднородности параметров на существование химерных структур в кольце нелокально связанных отображений //Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. – 2021. – Т. 29. – No. 6. – С. 943-952.
10. **Rybalova E.**, Strelkova G., Schöll E., Anishchenko V. Relay and complete synchronization in heterogeneous multiplex networks of chaotic maps //Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science. – 2020. – V. 30. – iss. 6. – P. 061104.
11. **Rybalova E. V.**, Vadivasova T. E., Strelkova G. I., Anishchenko V. S., Zakharova A. S. Forced synchronization of a multilayer heterogeneous network of chaotic maps in the chimera state mode //Chaos: an interdisciplinary journal of nonlinear science. – 2019. – V. 29. – iss. 3. – P. 033134.
12. **Rybalova E.**, Anishchenko V. S., Strelkova G. I., Zakharova A. Solitary states and solitary state chimera in neural networks //Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science. – 2019. – V. 29. – iss. 7. – P. 071106.
13. **Rybalova E. V.**, Klyushina D. Y., Anishchenko V. S., Strelkova G. I. Impact of noise on the amplitude chimera lifetime in an ensemble of nonlocally coupled chaotic maps //Regular and Chaotic Dynamics. – 2019. – V. 24. – P. 432-445.
14. **Rybalova E. V.**, Strelkova G. I., Anishchenko V. S. Mechanism of realizing a solitary state chimera in a ring of nonlocally coupled chaotic maps //Chaos, Solitons & Fractals. – 2018. – V. 115. – P. 300-305.
15. Bukh A., **Rybalova E.**, Semenova N., Strelkova G., Anishchenko V. New type of chimera and mutual synchronization of spatiotemporal structures in two coupled ensembles of nonlocally interacting chaotic maps //Chaos: an interdisciplinary journal of nonlinear science. – 2017. – V. 27. – iss. 11. – P. 111102.

Опубликовано 8 статей в сборниках трудов конференций, из них 4 индексируются в базе данных Web of Science и Scopus:

1. **Rybalova E.**, Zakharova A., Strelkova G. External Synchronization of Solitary States and Chimeras in Unidirectionally Coupled Neural Networks //14th Chaotic Modeling and Simulation International Conference. – Cham : Springer International Publishing, 2022. – P. 371-384.
2. Никишина Н. Н., **Рыбалова Е. В.**, Вадивасова Т. Е. Эволюция пространственных структур в ансамбле нелокально-связанных логистических отображений при шумовой модуляции параметра связи //Нелинейные дни в Саратове для молодых-2021. – 2021. – С. 44-45.

3. Нечаев В. А., **Рыбалова Е. В.** Динамика неоднородной сети нелокально связанных хаотических отображений //Нелинейные дни в Саратове для молодых-2021. – 2021. – С. 42-43.
4. **Рыбалова Е. В.**, Анищенко В. С. Разрушение автоволновых структур под действием шума в решетке связанных дискретных моделей нейронов //Нелинейные дни в Саратове для молодых-2021. – 2021. – С. 54-55.
5. **Rybalova E. V.**, Strelkova G. I., Vadivasova T. E., Anishchenko V. S. Bistability promotes solitary states in ensembles of nonlocally coupled maps //Saratov Fall Meeting 2018: Computations and Data Analysis: from Nanoscale Tools to Brain Functions. – SPIE, 2019. – V. 11067. – P. 156-161.
6. Anishchenko V., **Rybalova E.**, Semenova N. Chimera States in two coupled ensembles of Henon and Lozi maps. Controlling chimera states //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2018. – V. 1978. – iss. 1. – P. 470013.
7. Strelkova G., **Rybalova E.**, Anishchenko V., Zakharova A. Effect of switchings and the lifetime of chimeras in an ensemble of nonlocally coupled chaotic maps //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2018. – V. 1978. – iss. 1. – P. 470014.
8. **Рыбалова Е. В.**, Анищенко В. С. Появление и синхронизация solitary state chimera в связанных ансамблях нелинейных осцилляторов //Компьютерные науки и информационные технологии. – 2018. – P. 333-336.

Получено 6 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ:

1. Стрелкова Г.И., **Рыбалова Е. В.**, Нечаев В.А. Численное моделирование динамики ансамблей одномерных отображений с неоднородностью в управляющем параметре // № RU 2021663843. — 2021.
2. Стрелкова Г.И., **Рыбалова Е. В.** Программный комплекс для исследования динамики неоднородных двухслойных сетей связанных нейронных систем // № RU 2021664354. — 2021.
3. **Рыбалова Е. В.**, Стрелкова Г.И., Анищенко В.С. Программа для исследования удалённой синхронизации в системе трёх связанных колец хаотических систем // № RU 2019664054. — 2019.
4. **Рыбалова Е. В.**, Вадивасова Т.Е., Стрелкова Г.И., Анищенко В.С. Программный комплекс для исследования вынужденной синхронизации многослойных неоднородных сетей связанных нелинейных систем // № RU 2019664480. — 2019.
5. **Рыбалова Е. В.**, Стрелкова Г.И., Анищенко В.С. Программный комплекс для моделирования влияния шума на устойчивость и время жизни химерных состояний в ансамблях хаотических систем с нелокальной связью // № RU 2019618219. — 2019.
6. **Рыбалова Е. В.**, Стрелкова Г.И., Анищенко В.С., Вадивасова Т.Е. Программа для исследования формирования пространственно-временных структур в ансамблях связанных хаотических систем // № RU 2019664055. — 2019.

**Итоговое заключение.** Диссертация «Влияние неоднородностей и внешних воздействий на формирование и синхронизацию пространственно-временных структур в ансамблях нелинейных осцилляторов» Рыбаловой Елены Владиславовны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по



специальности 1.3.4 – «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 кандидатских диссертаций.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского». Присутствовало на заседании 5 докторов наук и 5 кандидатов наук по профилю диссертации (физико-математические науки).

Результаты открытого голосования: «за» - 10 чел., «против» - нет, «воздержались» - нет (протокол заседания кафедры радиофизики и нелинейной динамики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» № 13 от 14 июня 2023 г.).

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

Шабунин Алексей Владимирович

Адрес: 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83,  
Институт физики,  
Кафедра радиофизики и нелинейной динамики.  
Тел.: +7 (927) 130-36-92  
E-mail: shabuninav@sgu.ru

