

Ректор

Александр Николаевич Чумаченко

«29» сентября



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

по диссертации **Евстифеева Евгения Валентиновича** «Исследование особенностей перемежающегося поведения на границе обобщенной синхронизации в однонаправленно и взаимно связанных хаотических системах с различной топологией аттрактора» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика, выполненной на кафедре физики открытых систем института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Тема диссертационной работы утверждена приказом ректора СГУ от 14.12.2021 г. № 190-Д.

Соискатель **Евстифеев Евгений Валентинович** окончил в 2021 году федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии» с присвоением квалификации «Магистр».

В период подготовки диссертации соискатель обучается в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» с 01.10.2021 г. по настоящее время по группе научных специальностей 1.3. Физические науки, специальность 1.3.4. – Радиофизика.

Справка о сданных кандидатских экзаменах № 35-2025 выдана 15.09.2025 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Научный руководитель – Москаленко Ольга Игоревна, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики открытых систем института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», утвержденная приказом ректора СГУ от 14.12.2021 г. № 190-Д, представила положительный отзыв о диссертации и соискателе.

Научную экспертизу диссертация проходила на расширенном заседании кафедры физики открытых систем института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» с приглашением специалистов по профилю диссертации из других структурных подразделений СГУ.

На заседании присутствовали:

1. Короновский Алексей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики открытых систем СГУ;
2. Вадивасова Татьяна Евгеньевна, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики СГУ;
3. Москаленко Ольга Игоревна, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики открытых систем СГУ;
4. Павлов Алексей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики открытых систем СГУ;
5. Стрелкова Галина Ивановна, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой радиофизики и нелинейной динамики СГУ;
6. Адилова Асель Булатовна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики открытых систем СГУ;
7. Гришин Сергей Валерьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой электроники, колебаний и волн СГУ;

8. Журавлев Максим Олегович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики открытых систем СГУ;
9. Куровская Мария Константиновна, кандидат физико-математических наук, инженер кафедры физики открытых систем СГУ;
10. Савин Алексей Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой олимпиадной и проектной подготовки по физике на базе МОУ «Лицей прикладных наук имени Д.И. Трубецкова» СГУ;
11. Савин Дмитрий Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики открытых систем СГУ;
12. Садовников Александр Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики открытых систем СГУ;
13. Сельский Антон Олегович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики открытых систем СГУ;
14. Слепченков Михаил Михайлович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры радиотехники и электродинамики СГУ;
15. Титов Алексей Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электроники, колебаний и волн СГУ;
16. Торгашов Роман Антонович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры нелинейной физики СГУ;
17. Шешукова Светлана Евгеньевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики открытых систем СГУ.

Рецензенты диссертации:

Павлов Алексей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики открытых систем ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» представил положительный отзыв.

Стрелкова Галина Ивановна, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой радиофизики и нелинейной динамики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» представила положительный отзыв.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

Заключение

по диссертации Евстифеева Евгения Валентиновича «Исследование особенностей перемежающегося поведения на границе обобщенной синхронизации в однонаправленно и взаимно связанных хаотических системах с различной топологией аттрактора» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика.

В диссертации Евстифеева Е.В. выявлены особенности перемежаемости на границе обобщенной синхронизации в системах с различной топологией аттрактора, связанных однонаправленно и/или взаимно, разработаны новые универсальные методы анализа этого режима, при помощи которых обнаружены новые радиофизические явления и закономерности в исследуемых системах.

Научная новизна работы

1. Разработан универсальный метод на основе оценки локальных показателей Ляпунова для выделения характерных фаз поведения систем и оценки статистических характеристик перемежаемости. Показано, что разработанный подход позволяет диагностировать режим перемежающейся обобщенной синхронизации вне зависимости от типа связи между системами и от топологии их аттракторов, в том числе в присутствии внешних шумов.
2. Установлено, что тип перемежаемости, наблюдающийся вблизи границы обобщенной синхронизации, не зависит от типа связи между системами, а определяется топологией аттракторов взаимодействующих систем. Так, в системах с простой топологией аттрактора, связанных однонаправленно и взаимно, имеет место перемежаемость типа on-off, а в системах со сложной топологией – перемежаемость перескоков.
3. Проведено исследование влияния аддитивного шума на оценку статистических характеристик перемежаемости при взаимодействии систем с различной топологией аттрактора. Показано, что применение непрерывного вейвлетного преобразования к исследуемым временным рядам, полученным

при помощи метода вспомогательной системы, позволяет существенно повысить устойчивость выделения ламинарных фаз поведения систем к аддитивному шуму.

4. Обнаружено наличие мультистабильности на границе обобщенной синхронизации в системах с различной топологией аттрактора. Разработаны подходы, позволяющие оценить меру мультистабильности, а также более точно выделить характерные ламинарные фазы в системах вне зависимости от начальных условий.

Практическая значимость работы

В диссертационной работе была решена важная для современной радиофизики научная задача в области изучения перемежающейся обобщенной синхронизации в хаотических системах с различной топологией аттрактора при однонаправленной и взаимной связи. Полученные результаты найдут практическое применение в информационно-телекоммуникационных системах, в частности, при разработке систем для скрытой передачи информации на основе обобщенной синхронизации в системах с различным типом связи, в том числе в присутствии шума.

Ценность научных работ соискателя, лежащих в основе его диссертации, определяется тем, что полученные результаты вносят большой вклад в развитие научного направления, связанного с изучением перемежающейся обобщенной хаотической синхронизации в однонаправленно и взаимно связанных нелинейных системах, а разработанные методы и подходы будут востребованы при обработке экспериментальных данных, в том числе радиофизической, биологической и нейрофизиологической природы.

Личный вклад автора

Все защищаемые результаты и положения, вошедшие в настоящую диссертационную работу, получены соискателем лично. Автором разработаны программы, с применением которых осуществлялось численное моделирование исследуемых нелинейных динамических систем,

производилась диагностика режима перемежающейся обобщенной синхронизации, оценка статистических характеристик перемежаемости и обработка результатов. Совместно с научным руководителем осуществлялись планирование и постановка задач, интерпретация и обсуждение полученных результатов, а также написание тезисов и научных статей, подготовка докладов для представления на научных конференциях.

Достоверность результатов

Достоверность полученных результатов и выводов обеспечивается применением хорошо известных и общепринятых моделей и подходов, воспроизводимостью результатов и подтверждается их хорошим согласованием с другими научными работами и данными, полученными различными методами диагностики обобщенной синхронизации и выделения характерных фаз поведения в режиме перемежаемости.

Апробация работы

Основные материалы работы докладывались на следующих школах и конференциях:

1. XIII Всероссийская конференция молодых ученых «Наноэлектроника, нанофотоника и нелинейная физика», 4–6 сентября 2018 г., Саратов, Российская Федерация (стендовый доклад);
2. XVII Всероссийская школа-семинар «Физика и применение микроволн» имени А.П. Сухорукова» («Волны-2019»), 26–31 мая 2019 г., Москва, Российская Федерация (стендовый доклад);
3. 12-ая Международная школа-конференция «Хаотические автоколебания и образование структур» (ХАОС-2019), 1–6 октября 2019 г., Саратов, Российская Федерация (стендовый доклад);
4. XX Международной конференция «Математическое моделирование и суперкомпьютерные технологии», 23–27 ноября 2020 г., Нижний Новгород, Российская Федерация (устный доклад);

5. Всероссийская школа-конференция «Нелинейные дни в Саратове для молодых – 2020», 30 ноября - 4 декабря 2020г., Саратов, Российская Федерация (устный доклад);
6. XXII Всероссийская школа-семинар «Волновые явления: физика и применения имени профессора А.П. Сухорукова» («Волны-2021»), 6-11 июня 2021 г., Москва, Российская Федерация (устный доклад);
7. Конференция международных математических центров мирового уровня, 9-13 августа 2021 г., Сочи, Российская Федерация (устный доклад);
8. XXI Международная конференция «Математическое моделирование и суперкомпьютерные технологии», 22–26 ноября 2021 г., Нижний Новгород, Российская Федерация (устный доклад);
9. XIII научной конференции молодых ученых «Представляем научные достижения миру. Естественные науки», 11–12 апреля 2022 г., Саратов, Российская Федерация (устный доклад);
10. XXXIII Всероссийская школа-семинар «Волновые явления: физика и применения» имени профессора А.П. Сухорукова, 5-10 июня 2022 г., Москва, Российская Федерация (устный доклад);
11. Международная научная конференция «Динамические системы. Теория и приложения», 26-29 июня 2022 г., Нижний Новгород, Российская Федерация (устный доклад);
12. XXII Международная конференция «Математическое моделирование и суперкомпьютерные технологии», 14–17 ноября 2022 г., Нижний Новгород, Российская Федерация (устный доклад);
13. XXX Всероссийская научная конференция «Нелинейные дни в Саратове для молодых – 2023», 15–19 мая 2023 г., Саратов, Российская Федерация (устный доклад);
14. VIII Scientific School “Dynamics of Complex Networks and their Applications”, 19-21 сентября 2024 г., Калининград, Российская Федерация (устный доклад).

Материалы диссертации были использованы при выполнении грантов:

1. Фундаментальные аспекты сложной кооперативной динамики и синхронизации взаимодействующих нелинейных систем и их приложения в нейронауке. Грант Российского научного фонда № 14-12-00224-П, 2017-2019 гг. (руководитель – д.ф.-м.н., профессор Короновский А.А.);
2. Фундаментальные закономерности процессов установления/разрушения динамических режимов и переходов между ними в сложных нелинейных системах. Грант Российского научного фонда № 19-12-00037, 2019-2023 гг. (руководитель – д.ф.-м.н., профессор Короновский А.А.);
3. Теоретическое и экспериментальное исследование перемежающегося поведения вблизи границ различных типов синхронизации в связанных системах и сетях со сложной топологией аттрактора. Грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МД-21.2020.2, 2020-2021 гг. (руководитель – д.ф.-м.н., профессор Москаленко О.И.);
4. Исследование мультистабильности вблизи границ различных типов хаотической синхронизации в однонаправленно и взаимно связанных системах с различной топологией аттрактора. Грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МД-18.2022.1.2, 2022-2023 гг. (руководитель – д.ф.-м.н., профессор Москаленко О.И.).

По результатам диссертационной работы были зарегистрированы программы ЭВМ:

1. **Евстифеев Е.В.**, Москаленко О.И., Короновский А.А., Программа для анализа перемежающейся обобщенной синхронизации методом расчета локальных показателей Ляпунова, № 2020661280, Официальный бюллетень Реестра программ для ЭВМ. Дата государственной регистрации 21.09.2020.
2. **Евстифеев Е.В.**, Москаленко О.И., Программа для анализа перемежающейся обобщенной синхронизации при помощи метода непрерывного вейвлетного преобразования, № 2020664348, Официальный

бюллетень Реестра программ для ЭВМ. Дата государственной регистрации 12.11.2020.

3. **Евстифеев Е.В.**, Москаленко О.И., Короновский А.А., Программа для построения бассейнов притяжения синхронных и асинхронных состояний ведомой системы, находящейся вблизи границы обобщенной синхронизации с ведущей системой, № 2023680961, Официальный бюллетень Реестра программ для ЭВМ. Дата государственной регистрации 08.10.2023.

Публикации

По результатам диссертационной работы опубликовано 23 работы, из них 10 статей в центральных рецензируемых научных журналах, входящих в Белый список и/или системы цитирования Web of Science, Scopus, RSCI, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук:

1. **Е.В. Евстифеев**, О.И. Москаленко. Применение непрерывного вейвлет-преобразования для определения характеристик перемежающейся обобщенной синхронизации // Известия Российской академии наук. Серия физическая – 2020. – Т. 84. – Вып. 2. – С. 300-304 [**E.V. Evstifeev**, O.I. Moskalenko. Using a continuous wavelet transform to characterize intermittent generalized synchronization // Bulletin of the Russian Academy of Science: Physics – 2020. – V. 84. – Issue 2. – P. 230-233].
2. Москаленко О.И., **Евстифеев Е.В.**, Короновский А.А. Метод определения характеристик перемежающейся обобщенной синхронизации на основе расчета локальных показателей Ляпунова // Письма в журнал технической физики – 2020. – Т. 46. – Вып. 16. – С. 12-15. [**O.I. Moskalenko, Evstifeev E.V., Koronovskii A.A.** A method of determining the characteristics of intermittent generalized synchronization based on the calculation of local Lyapunov exponents // Technical Physics Letters – 2020. – V. 46. – Issue 8. – P. 792-795].
3. **Koronovskii A.A., Moskalenko O.I., Pivovarov A.A., Evstifeev E.V.** Intermittent route to generalized synchronization in bidirectionally coupled chaotic

- oscillators // *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science* – 2020. – V. 30. – Issue 8. – Art. 083133.
4. Moskalenko O.I., Koronovskii A.A., Selskii A.O., **Evstifeev E.V.** On multistability near the boundary of generalized synchronization in unidirectionally coupled chaotic systems // *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science* – 2021. – V. 31. – Issue 8. – Art. 083106.
5. **Evstifeev E.V.**, Moskalenko O.I. Noise Influence on the Estimation of Characteristics of Intermittent Generalized Synchronization Using Local Lyapunov Exponents // *Communications in Computer and Information Science* – 2021. – V. 1413. – P. 161-168.
6. **Евстифеев Е.В.**, Москаленко О.И. Применение метода расчета локальных показателей Ляпунова для анализа характеристик перемежающейся обобщенной синхронизации // *Проблемы информатики* – 2022. – Вып. 2(55). – С. 5-16.
7. Москаленко О.И., Короновский А.А., Сельский А.О., **Евстифеев Е.В.** Метод определения характеристик перемежающейся обобщенной синхронизации, основанный на вычислении вероятности наблюдения синхронного режима // *Письма в журнал технической физики* – 2022. – Т. 48. – Вып. 2. – С. 3-6 [Moskalenko O.I., Koronovskii A.A., Selskii A.O., **Evstifeev E.V.** A method to detect the characteristics of intermittent generalized synchronization based on calculation of probability the synchronous regime observation // *Technical Physics Letters* – 2024. – V. 50. – P. 209-212].
8. Москаленко О.И., **Евстифеев Е.В.** О существовании мультистабильности вблизи границы обобщенной синхронизации в однонаправленно связанных системах со сложной топологией аттрактора // *Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика* – 2022. – Т. 30. – Вып. 6. – С. 676-684.
9. **Евстифеев Е.В.**, Москаленко О.И. Исследование возможности существования мультистабильности вблизи границы обобщенной синхронизации при помощи расчета локальных показателей Ляпунова //

Известия Российской академии наук. Серия физическая – 2022. – Т. 86. – Вып. 2. – С. 282-286 [Evstifeev E.V., Moskalenko O.I. Studying the possible existence of multistability near the boundary of generalized synchronization by calculating local Lyapunov exponents // Bulletin of the Russian Academy of Science: Physics – 2022 – V. 86. – Issue 2. – P. 216-220].

10. **Евстифеев Е.В.,** Москаленко О.И. Исследование возможности существования мультистабильности вблизи границы обобщенной синхронизации в системах со сложной топологией аттрактора // Известия Российской академии наук. Серия физическая – 2023. – Т. 87. – Вып. 1. – С. 115-119 [Evstifeev E.V., Moskalenko O.I. Investigating the possible existence of multistability near the boundary of generalized synchronization in systems with complex attractor topology // Bulletin of the Russian Academy of Science: Physics – 2023 – V. 87. – Issue 1. – P. 97-100].

В работе Евстифеева Е.В. не содержится материал или отдельные результаты без ссылок на авторов и источники заимствования.

Общая оценка диссертации

Диссертационная работа «Исследование особенностей перемежающегося поведения на границе обобщенной синхронизации в однонаправленно и взаимно связанных хаотических системах с различной топологией аттрактора» является логически законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи радиофизики, направленной на изучение особенностей перемежаемости на границе обобщенной синхронизации в системах с различной топологией аттрактора, связанных однонаправленно или взаимно, выявление наличия мультистабильности в рассматриваемых случаях, разработку новых универсальных методов анализа этого режима, в том числе с учетом мультистабильности, и их применение к исследуемым системам.

Основные положения и результаты диссертации в полной мере опубликованы в научных статьях и материалах конференций. Тема и содержание диссертации соответствуют специальности 1.3.4. – Радиофизика,

удовлетворяя п. 4 паспорта данной специальности. Диссертация удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертация «Исследование особенностей перемежающегося поведения на границе обобщенной синхронизации в однонаправленно и взаимно связанных хаотических системах с различной топологией аттрактора» Евстифеева Евгения Валентиновича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика как удовлетворяющая критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» для кандидатских диссертаций.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры физики открытых систем ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» с приглашением специалистов по профилю диссертации из других структурных подразделений СГУ. На заседании присутствовал 17 человек, из них 5 докторов наук и 12 кандидатов наук по профилю диссертации. Результаты голосования: «за» – 17 чел., «против» – нет, воздержались – нет (протокол № 3 от 26 сентября 2025 г.).

Председательствующий
Заведующий кафедрой физики открытых систем
института физики
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»,
д.ф.-м.н., профессор



Короновский Алексей Александрович

410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83

Тел.: +7 (8452) 27 - 14 - 96

e-mail: alexey.koronovskii@sgu.ru

Подпись *Короновский* удостоверяю
Ученый секретарь
Ученого совета СГУ *В.Г. Семенова*
«19» сентября 2025 г.

