

ОТЗЫВ

научного руководителя

на диссертационную работу Елизарова Евгения Михайловича «Влияние запаздывания и топологии связи на динамику сложных систем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. — Радиофизика

Диссертационная работа Елизарова Е.М. посвящена решению актуальной радиофизической задачи – анализу влияния запаздывания и топологии связи на динамику систем связанных нелинейных осцилляторов. Базис данной научной проблемы составляет классическая задача радиофизики и теории колебаний, касающаяся генерации и устойчивости колебаний в связанных автоколебательных системах, а также исследования роли различных типов связи в проявлении и эволюции динамических эффектов и режимов функционирования таких систем. Одной из основных задач диссертационного исследования является проведение строгого бифуркационного анализа формирования различных режимов динамики в малых ансамблях автоколебательных систем с запаздывающей и распределенной типами связи. Последний тип связи представляет собой пассивную среду, состоящую из конечного числа колебательных контуров, и выступает аналогом запаздывающей связи.

Важно отметить, что в последнее время большинство исследований сосредоточено на анализе поведения больших ансамблей и сетей, что делает практически невозможным проведение их бифуркационного анализа в силу высокой сложности таких объектов. В этом контексте полученные данные о механизмах формирования режимов динамики малых ансамблей становятся ключевыми и востребованными для понимания принципов и особенностей функционирования более масштабных систем.

Другим важным аспектом актуальности поставленной задачи является расширение классических представлений об эффектах в нелинейных динамических системах на класс нейроноподобных моделей и их сетей. Указанные модели относятся к группе возбудимых систем и при определенных значениях параметров также демонстрируют автоколебательную динамику. Изучению поведения ансамблей таких систем посвящено значительное количество работ в современной отечественной и зарубежной литературе. В

связи с этим чрезвычайно актуальным является анализ влияния различной топологии связи на процесс генерации колебаний, формирование кластеров синхронной и асинхронной динамики элементов, а также переход к синхронизации пространственно-временных и волновых структур при изменении топологии и параметров связи. Приведенные факты убедительно свидетельствуют об актуальности темы диссертационной работы Е.М. Елизарова.

В диссертации получен целый ряд оригинальных, новых и актуальных научных результатов, среди которых отмечу следующие. Впервые выявлен и описан бифуркационный механизм формирования мультистабильности в системе двух связанных осцилляторов Ван дер Поля с запаздыванием в слагаемом связи. Выявлена и описана зависимость наблюдаемых динамических режимов и эффектов (возникновение и гашение колебаний, синхронизация периодических автоколебаний, бистабильность) от изменения времени запаздывания в канале связи. Обоснована возможность применения длинной линии в канале связи для моделирования запаздывания в системах связанных автоколебательных осцилляторов. Показано, что включение линейного осциллятора с определенной добротностью между двумя идентичными автогенераторами приводит с увеличением связи к гашению автоколебаний, что аналогично введению временного запаздывания в канал связи. Установлено, что в системе двух автогенераторов с распределенной связью в виде конечной цепочки пассивных колебательных контуров возможно управлять режимами синхронизации и амплитудного вымирания путем изменения силы связи между взаимодействующими осцилляторами и выборе определенного числа контуров и уровня их добротности. Установлено, что параметр диссипации отдельного нейрона существенно влияет на порог возникновения колебаний, индуцированных запаздыванием: чем меньше потери в индивидуальном осцилляторе (выше параметр диссипации), тем ниже порог по силе связи и тем при меньших временах запаздывания возникают синхронные режимы. Показано, что порог колебательного режима относительно времени запаздывания не зависит от параметра диссипации и для возбуждения синфазных колебаний он больше, чем для противофазных.

В характеристике диссертационной работы Е.М. Елизарова стоит отметить, что представленные в ней научные результаты вносят определенный новый вклад в радиофизику, современную теорию колебаний, теорию бифуркаций и теорию динамических систем, развивают и расширяют

понимание бифуркационных механизмов возникновения мультистабильности в системах связанных нелинейных осцилляторов в присутствии запаздывания. Практическая значимость обусловлена применением полученных знаний в технике связи, при анализе работы систем передачи информации, при моделировании биологических и нейронных сетей. Полученные результаты о влиянии запаздывания и топологии связи на синхронизацию и гашение колебаний могут быть использованы, в частности, при проектировании связанных радиофизических генераторов, где конечная скорость распространения сигнала играет критическую роль. Показанная возможность управления режимами синхронизации и амплитудного вымирания в системах с распределённой связью (через цепочки контуров) путём изменения количества контуров, их добротности и силы связи открывает путь для создания перестраиваемых устройств на связанных автогенераторах.

Результаты диссертации Е.М. Елизарова прошли достойную апробацию на международных и всероссийских конференциях и школах, на которых соискатель лично выступал с докладами: Международная конференция «Saratov Fall Meeting» (Саратов, 2022, 2023), Научная школа «Актуальные проблемы механики» (СпбПУ, С.-Петербург, 2022), Международная научная конференция «Динамические системы. Теория и приложения» (г. Нижний Новгород, ННГУ, 2022).

Результаты диссертационной работы опубликованы в 5 научных статьях в ведущих научных журналах, входящих в системы цитирования Web of Science, Scopus, РИНЦ и рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Все основные результаты, включенные в диссертацию, получены Е.М. Елизаровым лично. В процессе подготовки работы им были разработаны и запатентованы две оригинальные программы для ЭВМ, которые также используются на кафедре радиофизики и нелинейной динамики при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ бакалавров. Е.М. Елизаров входил в состав исполнителей коллективного гранта РНФ на проведение научных исследований (2020-2022 и его продолжение 2023-2024).

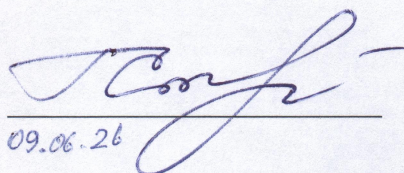
Е.М. Елизаров начал заниматься наукой с 3 курса бакалавриата (вначале под научным руководством профессора кафедры А.П. Четверикова) и показал высокий уровень знаний и ответственности. После окончания магистратуры в 2020 году он был принят инженером в учебную лабораторию радиофизики кафедры радиофизики и нелинейной динамики. За время обучения в

аспирантуре и работе на кафедре соискатель проявил себя ответственным, целеустремленным, способным, исполнительным и трудолюбивым человеком. Особенно хотелось бы отметить его коммуникабельность и общительность в кругу коллег. Е.М. Елизаров является очень хорошим программистом и проявил высокий уровень знаний и упорства при освоении новых программных пакетов и работе с ними.

Е.М. Елизаров поступил в аспирантуру в 2020 году, по окончании очного обучения в аспирантуре в 2024 году был прикреплен соискателем на кафедре радиофизики и нелинейной динамики.

На основании приведенных фактов считаю, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, изложенным в пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и полностью соответствует специальности 1.3.4. – Радиофизика, а её автор, Елизаров Евгений Михайлович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой радиофизики и нелинейной динамики


09.06.26

Стрелкова Галина Ивановна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского».

Почтовый адрес: 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83.

Телефон: (8452) 210-720.

E-mail: strelkovagi@sgu.ru

