

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Шепелева Игоря Александровича
«БЕГУЩИЕ ВОЛНЫ И СЛОЖНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ СТРУКТУРЫ В
АКТИВНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ
ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ»,

представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.03 – радиофизика

Диссертационная работа Шепелева И.А. посвящена исследованию процессов формирования и эволюции сложных пространственно-временных структур в ансамблях связанных осцилляторов с периодическими граничными условиями.

Задача изучения сложного поведения нелинейных пространственно-распределенных систем находится в центре внимания теории нелинейных колебаний и волн, являющейся важным разделом радиофизики. Эта многосторонняя задача включает в себя исследование большого количества нетривиальных вопросов, таких как условия формирования различных пространственных структур, эволюция этих структур во времени и в пространстве и возможность управления пространственными структурами с помощью внешних воздействий. Несмотря на большое внимание, уделяемое исследованию непрерывных сред и их моделей в виде ансамблей взаимодействующих осцилляторов, в этой задаче остается много открытых вопросов, требующих дальнейшего изучения. Например, сравнительно малоизученными являются такие вопросы, как синхронизация бегущих волн в бистабильных пространственно-распределенных системах, формирование химерных структур в ансамблях с локальной однонаправленной связью элементов и управление состояниями химера с помощью внешнего гармонического воздействия. Перечисленные вопросы подробно рассмотрены в диссертационной работе Шепелева И.А. Представленные в ней результаты развивают и дополняют современные представления об эволюции динамических режимов в пространственно-распределенных системах. В связи со сказанным, актуальность и важность темы диссертации, а также ее соответствие специальности не вызывают сомнений.

Диссертация Шепелева И.А. производит цельное впечатление. В ней решается логически связанный круг задач, связанных с изучением бегущих волн и сложных химероподобных структур в активных распределенных системах и средах с периодическими граничными условиями. Автор подробно рассматривает различные модельные системы, как с дискретным, так и с непрерывным временем, элементы которых характеризуются, как регулярной, так и хаотической динамикой, что расширяет степень общности полученных результатов. Исследован достаточно широкий набор классических модельных систем, включая замкнутые в кольцо цепочки связанных осцилляторов Дуффинга, осцилляторов ФитцХью-Нагумо, генераторов Чуа, систем Лоренца и систем Ресслера. Для изучения этих систем использован современный инструментарий нелинейной динамики, включающий разнообразные методы и подходы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Во введении обоснована актуальность работы, ее научная новизна и практическая значимость, а также сформулирована цель работы и приведены основные выводы и положения, выносимые на защиту. В первой главе исследованы бегущие волны в активной среде с периодическими граничными условиями, моделируемой кольцом диффузионно связанных осцилляторов ФитцХью-Нагумо. В режиме бистабильной динамики парциальных осцилляторов исследована эволюция бегущих волн при вариации параметров модели и изучена синхронизация бегущих волн локальным и пространственно-распределенным внешним гармоническим воздействием.

Во второй главе рассмотрены бегущие волны и химерные структуры в ансамблях осцилляторов с однонаправленной локальной связью. Рассмотрена модель активной бистабильной среды на основе кольца осцилляторов Дуффинга, однонаправленно связанных линейной связью. Также рассмотрена модель в виде кольца линейных диссипативных осцилляторов с однонаправленной нелинейной связью. Показано, что в такой модельной системе нелинейно локально связанных осцилляторов могут существовать состояния химера.

Самая объемная третья глава диссертации посвящена исследованию пространственно-временных структур в ансамблях нелокально связанных бистабильных элементов с периодическими граничными условиями. Рассмотрены ансамбли, идентичные парциальные элементы которых являются осцилляторами ФитцХью-

Нагумо или генераторами Чуа или моделируются кубическим отображением или системой Лоренца. Обнаружены различные виды химерных структур и исследована их эволюция при изменении управляющих параметров рассматриваемых ансамблей.

В четвертой главе исследовано влияние внешнего гармонического воздействия на формирование химерных структур. В качестве модельной системы выбран ансамбль нелокально связанных идентичных осцилляторов Ресслера. Рассмотрены случаи, как локализованного, так и глобального внешнего воздействия на ансамбль. Показано, что меняя параметры воздействия, можно управлять химерными структурами в ансамбле.

Представленные в диссертационной работе результаты обладают существенной научной новизной. В частности,

- впервые обнаружено существование химерных состояний в кольце линейных диссипативных осцилляторов с локальной однонаправленной нелинейной связью;
- обнаружен режим уединенных состояний в двумерной решетке бистабильных кубических отображений при глобальном взаимодействии элементов;
- впервые установлен эффект возникновения индуцированных периодическим воздействием химероподобных структур в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой квалификации автора работы. Основные выводы и научные положения, сформулированные в диссертации, в достаточной степени обоснованы. Достоверность научных выводов подтверждается их согласованностью между собой, а также хорошим совпадением результатов, полученных при использовании различных методов анализа исследуемых систем. Научная и практическая значимость результатов диссертационной работы определяется их степенью общности, так как обнаруженные автором особенности сложных пространственных структур присущи многим ансамблям связанных осцилляторов с периодическими граничными условиями

К недостаткам работы, на мой взгляд, относится следующее:

- 1) Результаты, представленные на рисунках в разделе 2.1, не согласуются между собой. Так, рисунки 2.1, 2.3, 2.4 и 2.5 иллюстрируют режимы бегущих волн в

системе (2.3) при $\alpha=3$. Однако, как следует из диаграммы режимов системы (2.3), построенной на рис. 2.2, режим бегущих волн отсутствует в системе при $\alpha=3$.

2) В выводах второй главы говорится, что «определен общий тип нелинейной функции однонаправленной связи, который приводит к рождению вращающихся химерных состояний в ансамбле». Это утверждение недостаточно обосновано в диссертации. В действительности, автором продемонстрирована лишь возможность возникновения химерных структур в кольце однонаправленно связанных линейных диссипативных осцилляторов для трех различных нелинейных функций связи.

3) В диссертации не указано, какой алгоритм использовался автором для расчета старшего показателя Ляпунова исследуемых систем и каковы были параметры этого алгоритма. Также в работе вообще не затронут вопрос о точности проведенных вычислений показателей Ляпунова. Например, значения старших показателей Ляпунова, приведенные в подписи к рис. 4.4 для различных колебательных режимов в ансамбле связанных систем Ресслера, имеют и 3, и 4, и 5 знаков после запятой.

4) Диссертационная работа содержит большое количество опечаток и несогласованных предложений. Многие уравнения и математические обозначения записаны некорректно, имеют ошибки и опечатки. Вместо ω_{ext} автор часто пишет ω_{ext} , что полностью искажает смысл. В ряде случаев для обозначения одних и тех же физических величин автор использует различные символы. Встречаются и обратные ситуации, когда одно и то же обозначение имеет разный смысл. Например, в системе уравнений (1.8) символ δ используется и для обозначения коэффициента диффузии, и для обозначения δ -функции.

Несмотря на отмеченные недостатки, в целом диссертационная работа производит положительное впечатление. Работа выглядит единым, цельным произведением, развивающим современные представления о сложных пространственно-временных структурах в активных распределенных системах с периодическими граничными условиями. Автореферат правильно отражает ее содержание.

Работа представляет собой законченное научное исследование, в котором содержится решение задачи, имеющей существенное значение для радиофизики. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в Саратовском, Ниже-

городском, Московском и Томском университетах, ведущих подготовку студентов по радиофизическим направлениям.

Результаты диссертации достаточно полно представлены публикациями в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах, входящих в перечень ВАК для публикации основных материалов кандидатских и докторских диссертаций, неоднократно докладывались на международных и российских научных конференциях.

Считаю, что диссертационная работа Шепелева Игоря Александровича удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (п. 9-14), утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

12.09.2018

Официальный оппонент
заведующий лабораторией
моделирования в нелинейной динамике
Саратовского филиала Института радиотехники
и электроники им. В.А. Котельникова РАН,
д.ф.-м.н., профессор РАН



Прохоров Михаил Дмитриевич

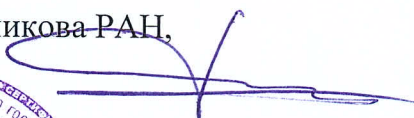
Рабочий адрес: 410019, г. Саратов, ул. Зеленая, 38; Телефон: +79063105531;
e-mail: mdprokhorov@yandex.ru

Подпись Прохорова М.Д. заверяю

Зам. директора по науке

СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН,

д.ф.-м.н.



Е.П. Селезнев

