

## Отзыв на автореферат диссертации

Стрелковой Галины Ивановны

«Химерные структуры в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 - «Радиофизика»

Диссертация Г.И. Стрелковой посвящена актуальной научной проблеме возникновения и взаимодействия сложных структур в ансамблях нелинейных элементов с нелокальными связями. Особый интерес вызывают открытые недавно сложные структуры в виде химер и уединённых состояний, исследованию которых посвящена обширная литература. Актуальность и научно-практическая значимость проблемы связана с наличием многокомпонентных систем и сложных взаимодействий как в реальном мире, так и во многих технических сферах. Можно ожидать (и уже имеются первые данные), что сложные кластерные структуры, подобные химерным состояниям, реализуются не только в целенаправленных натуральных экспериментах, но и в реальных сложных системах, таких, например, как ансамбли нейронов. Они могут иметь непосредственное отношение к работе головного мозга, в том числе быть связанными с рядом патологий. Возможно существование подобных структур и в других реальных сложных системах, например, в энергетических, компьютерных и транспортных сетях. Диссертационная работа Г.И. Стрелковой соответствует специальности 01.04.03 - «Радиофизика», поскольку предметом исследования являются сложные колебательные и волновые режимы в нелинейных распределенных системах, что, согласно классификации ВАК, относится к кругу вопросов радиофизики.

Из представленного в автореферате материала следует, что диссертационная работа Г.И. Стрелковой представляет собой серьезное и объемное научное исследование. Большим достоинством работы можно считать ее цельность. В работе исследуются сложные структуры, возникающие в определенном классе систем, а именно в ансамблях хаотических осцилляторов с нелокальным взаимодействием. Следует отметить, что в мировой литературе химерные состояния изучались в основном в ансамблях фазовых осцилляторов Курамото и в сетях взаимодействующих периодических генераторов. Что касается нелокально связанных хаотических систем, то сложные структуры в них оставались слабо изученными. Диссертационная работа Г.И. Стрелковой дает полную картину возникновения, эволюции, статистических и динамических свойств химерных состояний в данном классе нелинейных многокомпонентных систем. Кроме того, в ней рассматриваются особенности взаимодействия и



синхронизации нескольких связанных ансамблей хаотических элементов, находящихся в режиме химерных состояний, исследуется влияние неоднородности взаимодействующих ансамблей. В работе получены важные с научной точки зрения и очень интересные результаты. Особенно хочется выделить результат, касающийся связи химерных состояний с негиперболическим характером хаоса в парциальных элементах системы. Было показано, что гиперболичность хаотического режима делает невозможным формирование пространственно-неоднородных структур, демонстрирующих когерентное и некогерентное поведение элементов в пределах соответствующих кластеров. Также очень важным, на мой взгляд, результатом является установление механизма формирования уединенных состояний, который связан с возникновением бистабильного поведения парциальных элементов, индуцированного нелокальной связью с большим числом соседей. Можно также отметить такие новые важные и интересные результаты, как установление метастабильного характера амплитудной химеры и возможности управления длительностью ее существования с помощью кратковременных случайных воздействий. Управление характеристиками химерных состояний слабыми внешними сигналами в перспективе может оказаться практически важной задачей, например, в нейродинамике. Интересными также являются результаты, касающиеся явления синхронизации сложных структур. Они могут рассматриваться как важное обобщение теории синхронизации, распространяемой на широкий класс взаимодействующих распределенных систем со сложной динамикой. Результаты, касающиеся возможности ретрансляции заданной сложной пространственной структуры в многослойной неоднородной сети нелинейных элементов, также представляются интересными и могут иметь практическую значимость.

В целом автореферат достаточно полно и последовательно излагает суть диссертационной работы и полученные в ней результаты. По тексту автореферата можно сделать некоторые замечания.

- Из автореферата не ясно, почему в режиме квазигиперболического хаоса не происходит формирование химер уединенных состояний, если сами уединенные состояния являются в этом случае характерным поведением при переходе от "когерентность – некогерентность".
- Не вполне понятно также, как можно отличить химеру уединенных состояний от фазовой химеры. По крайней мере на рис.5(а) они очень похожи.
- В автореферате имеется некоторое (небольшое) количество опечаток.

Данные замечания, скорее всего, связаны с ограниченным объемом автореферата, который не позволяет привести в автореферате все необходимые



пояснения, касающиеся тонких особенностей динамики рассматриваемых систем. Сделанные замечания ни в коем случае не снижают общего очень хорошего впечатления от данной диссертационной работы. Работа вносит существенный вклад в развитие теории нелинейных колебаний, а ее результаты могут быть использованы при решении ряда практических задач. Материал диссертации широко представлен в публикациях в отечественных и зарубежных изданиях самого высокого уровня, а также в трудах международных конференций.

Считаю, что диссертация Г.И. Стрелковой «Химерные структуры в ансамблях нелокально связанных хаотических осцилляторов» соответствует критериям пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Стрелкова Галина Ивановна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 - «Радиофизика».

Заведующий кафедрой математики  
ФГБОУ ВО «Волжский государственный  
университет водного транспорта»,  
д.ф.-м.н., профессор

Белых Владимир Николаевич

26.02.2020

Подпись проф. Белых В.Н. заверяю

учёный секретарь ВГУВТ

Домнина О.Л.

Почтовый адрес: 603950, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Телефон: 8 (831) 419-78-37.

E-mail: [belykh@vgavt-nn.ru](mailto:belykh@vgavt-nn.ru)

Белых Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук (специальность 01.01.02 – «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»), профессор, заведующий кафедрой математики ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», 603950, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.