

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шепелева И.А. «Бегущие волны и сложные пространственные структуры в активных распределенных системах с периодическими граничными условиями», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиоп физика

В диссертационной работе Шепелева Игоря Александровича поднимается вопрос динамики сложных нелинейных систем, таких как активные среды или пространственно-распределенные ансамбли связанных осцилляторов. Подобным системам свойственны большое число различных нелинейных эффектов, многие из которых остаются малоизученными и на сегодняшний день.

Известно, что системы связанных активных элементов демонстрируют автоволновую динамику. Однако, как правило исследуются системы, состоящие из элементов с собственной автоколебательной динамикой. Связанные осцилляторы с одним либо двумя точками равновесия, как правило колебательную динамику демонстрируют только под влиянием внешних сил. Однако, в настоящей работе показывается, что волновая динамика в системе связанных осцилляторов ФитцХью-Нагумо возможна для режимов возбудимости и бистабильности даже в автономном случае и при диссипативном характере связи. Более того, существование бегущих волн в системе диффузионно-связанных бистабильных осцилляторов ФитцХью-Нагумо (с двумя устойчивыми точками равновесия) обнаружено впервые. В случае осциллятора ФитцХью-Нагумо бистабильная динамика по свойствам близка к возбудимости, что и объясняет существование бегущих волн в такой системе. Известно, что в ансамбле связанных диссипативных осцилляторов также возможен незатухающий колебательный процесс при условии активной связи элементов, восполняющей потери на диссипацию. Одним из типов активной связи является однонаправленная связь. В данной работе показывается, что, действительно, однонаправленный характер связи приводит к возникновению бегущих волн в кольце связанных диссипативных осцилляторов. Кроме того, впервые рассмотрен случай нелинейного характера однонаправленной связи между линейными осцилляторами. В этом случае в системе образуется волновой режим, пространственный профиль которого характеризуется сосуществующими кластерными группами осцилляторов, в одних из которых элементы ведут себя синхронно, а в других – хаотически, то есть в ансамбле возникает химерное состояние, явление, которое с недавних пор вызывает большой интерес среди ученых в области нелинейной динамики. Особо стоит отметить, что возникновение химер есть следствие именно нелинейной однонаправленной связи. Также стоит отметить, что химера наблюдается в

системе с локальной связью элементов, что является крайне нетипичным для таких состояний.

Как уже отмечалось, бистабильная динамика элементов порождает особую динамику в случае взаимодействия таких элементов. Однако, особенности химерных состояний в таких системах практически не рассматривались. В данной работе данному вопросу уделена отдельная глава диссертации. Автору удалось обнаружить новый тип химер, существование которого напрямую связано с бистабильностью отдельных осцилляторов. Отличительной чертой данных химер является нерегулярное распределение состояний осцилляторов «головой» химеры в окрестностях двух аттракторов. Показано, что подобный тип химер свойственен для целого класса ансамблей связанных бистабильных осцилляторов как с дискретным временем, так и непрерывным. Динамика осцилляторов при этом может быть как хаотической, так и регулярной.

Влияние внешнего гармонического воздействия на химерные состояния почти не было исследовано ранее. Не ясно, какой отклик будет у системы, находящейся в режиме химер. В диссертации в 4й главе исследуется неавтономный ансамбль нелокально-связанных хаотических осцилляторов, при этом внешняя сила прикладывается на выбранные группы осцилляторов. Воздействие на амплитудную химеру вызывает пространственную перестройку, кластер некогерентных состояний возникает в новой области. При воздействии на «голову» фазовой химеры последняя исчезает. Другим интересным результатом является образование кластера некогерентности в зоне воздействия сигнала на систему, режим которой соответствует частично-когерентным состояниям. При этом образовавшееся состояние по характеристикам аналогично амплитудной химере в автономном ансамбле. Также можно задавать требуемую конфигурацию возбужденного кластера некогерентности, меняя параметры локализации внешней силы.

Все это подтверждает, что работа действительно соответствует специальности 01.04.03. Тема работы весьма актуальная для радиофизики, теории колебаний и ряда других областей.

В автореферате изложены все этапы исследования. Подробно описываются порядок исследований, исследуемые модели и методы вычислений. Материал представлен последовательно и методично. К целям, результатам и положениям, выносимым на защиту, у меня нет замечаний. Однако имеется следующее замечание по тексту автореферата.

Все рассмотренные системы состоят из достаточно большого числа элементов. При этом в тексте не указано, наблюдаются ли все те же самые

явления в более малоразмерных ансамблях, или их появление напрямую связано со сложностью моделей.

Замечание никак не снижает общей положительной оценки работы. Автореферат свидетельствует о высокой квалификации Шепелева И.А и его глубоким понимании рассматриваемых явлений. Следует также отметить большое число публикаций по теме диссертации.

Считаю, что диссертационная работа требованиям пп. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013, а ее автор Шепелев И.А. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Волков Е. И. – главный научный сотрудник
Отделение Теоретической Физики
Физический Институт им. П. Н. Лебедева РАН

Подпись Е. И. Волкова заверяю

Ученый секретарь

Колобов А.В.

