

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Клиньшова Владимира Викторовича «Колебания в сложных системах с импульсными взаимодействиями», представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика

Диссертация Владимира Викторовича Клиньшова посвящена решению важной научной проблемы в рамках радиофизического направления – анализу особенностей колебаний автогенераторов и осцилляторных ансамблей в условиях кратковременных импульсных воздействий и взаимодействий. Кроме того, важная роль в работе отводится запаздыванию во времени сигналов, проходящих по цепочкам внутренней и внешней связи. Автором проделана большая по объёму и научной значимости работа, применены различные численные, экспериментальные и аналитические методы исследования, получены новые значимые научные результаты, которые существенно расширяют существующие на сегодняшний день представления о динамике нелинейных систем и осцилляторных ансамблей.

В первой главе работы предложена модификация метода кривой переустановки фазы, позволяющая учесть влияние на фазовую динамику периодического автогенератора последовательности сильных и частых импульсов (метод функции переустановки фазы). Разработаны и применены новые характеристики мультистабильных состояний в присутствии внешних импульсных воздействий, такие как порог устойчивости, меры интервальной устойчивости, порог переключений между аттракторами.

Во второй главе рассматриваются малые ансамбли автогенераторов с импульсными запаздывающими связями. Предложен метод сведения описания ансамбля к многомерному отображению последования. Проведено исследование генератора с импульсной запаздывающей обратной связью. Установлена зависимость наблюдаемых режимов от времени запаздывания. Установлен механизм перехода генератора в режим хаоса при увеличении крутизны кривой переустановки фазы. Исследована взаимная синхронизация двух автогенераторов с импульсными запаздывающими связями при наличии частотной расстройки. Показано, что области синхронных режимов повторяются при изменении времени запаздывания и их можно наблюдать при сколь угодно большой величине запаздывания. Исследована синхронизация генераторов с импульсной запаздывающей связью на кратных

частотах. Установлен механизм синхронизации через седло-узловую бифуркацию циклов.

Третья глава диссертации посвящена исследованию динамики больших сетей осцилляторов с импульсными запаздывающими связями. Показано, что в кольце идентичных осцилляторов с однонаправленной запаздывающей импульсной связью бегущие волны совпадают по форме с периодическими решениями для одиночного осциллятора с запаздывающей обратной связью, в том числе возможны бегущие волны с длинными межимпульсными интервалами. Исследована сеть осцилляторов с глобальными импульсными запаздывающими связями. Получены условия полной синхронизации сети. Показана периодичность зон синхронизации при изменении параметра запаздывания. На границах областей синхронизации установлен эффект «проскальзывания фазы». Исследуется влияние неоднородности параметров на коллективную динамику сети. В термодинамическом пределе с применением теоретических методов показано были установлены три типа динамики сети: синхронные колебания, асинхронный режим и состояние покоя. Проведен полный бифуркационный анализ системы при вариации различных управляющих параметров. Показано, что возникновение колебаний в ансамбле может быть жестким и сопровождаться явлением гистерезиса.

В четвертой главе рассматривается многоуровневая активность сетей с кластерной топологией связей. Показано, что кластеризация связей в нейронных сетях приводит к новым динамическим режимам, связанным с повышением локальной активности. Для однородной нейронной сети со случайными связями и источниками шума теоретическими методами получена упрощенная среднеполевая модель для одномерных моментов активности нейронов сети (среднего и дисперсии). Для нее аналитически построена потенциальная функция и установлено наличие двух уровней активности. Проведен бифуркационный анализ модели и исследовано влияние шума и конечной размерности ансамбля на переключения между уровнями активности. Аналогичные методы применены к нейронной сети с неоднородной кластерной структурой связей. Показано, что кластеризация связей способствует возникновению спонтанных переключений.

Насколько можно судить на основании автореферата, полученные результаты дают достаточно полную картину влияния на поведение систем импульсного характера взаимодействия и наличия запаздывания сигналов во времени. Полученные результаты, несомненно, являются новыми, важными и научно значимыми. Особенно ценными являются предложенные в работе

новые характеристики и методы исследования систем с импульсным взаимодействием, применение теоретических построений и проведение бифуркационного анализа режимов сложных ансамблей при изменении различных управляющих параметров. Хочется также отметить интересные результаты по влиянию кластеризации сетей на мультистабильность и переключения между уровнями активности. Эти результаты могут представлять большой интерес с точки зрения моделирования процессов в живых нейронах, например, в коре головного мозга.

Таким образом, цели и задачи диссертационного исследования можно считать достигнутыми.

К недостаткам автореферата можно отнести его чрезмерную краткость, отсутствие, в большинстве случаев, уравнений исследуемых систем. Без уравнений не всегда понятна постановка задачи. Так не совсем ясно, являются ли нейронные кластерные сети, рассмотренные в главе 4, системами с импульсным взаимодействием или в этом случае импульсный характер взаимодействия обусловлен импульсным характером самих процессов в нейронах.

Не дано четкого определения самого понятия импульсного взаимодействия. Так из текста автореферата и уравнений (1) не ясно, чем определяются моменты возникновения импульсов и каков характер их следования для различных элементов ансамбля.

В описании результатов ничего не говорится о влиянии частоты следования импульсов на динамику систем.

Для лучшего понимания работы было бы также очень полезно привести графические иллюстрации хотя бы наиболее ярких результатов. К сожалению, на основании автореферата невозможно полностью разобраться и оценить все многочисленные и очень интересные результаты работы.

Однако все эти замечания относятся к представлению диссертационной работы в автореферате, а не к самой работе.

Несмотря на краткость изложения и отмеченные замечания, знакомство с авторефератом позволяет оценить саму диссертационную работу, как очень серьезное исследование актуальных проблем радиофизики, имеющее высокую научную и практическую значимость. Материал диссертации изложен в большом числе (36) публикаций в изданиях с высоким рейтингом и апробирован на многих научных конференциях международного уровня.

Считаем, что диссертация «Колебания в сложных системах с импульсными взаимодействиями» Клиньшова Владимира Викторовича

отвечает всем требованиям пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор, Владимир Викторович Клиньшов, заслуживает присуждения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Заведующий кафедрой радиофизики
и нелинейной динамики ФГБОУ ВПО
«СГУ имени Н.Г. Чернышевского»,
д.ф.-м.н., доцент

Стрелкова Галина Ивановна

Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского
г. Саратов, 410012, Астраханская 83
Тел. +7 (8452) 210-733
strelkovagi@sgu.ru

Профессор кафедры радиофизики
и нелинейной динамики,
д.ф.-м.н., профессор
ФГБОУ ВПО «СГУ имени
Н.Г. Чернышевского»

Вадивасова Татьяна Евгеньевна

Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского
г. Саратов, 410012, Астраханская 83
Тел. +7 (8452) 210-710
vadivasovate@yandex.ru

Личные подписи Г.И. Стрелковой и Т.Е. Вадивасовой «ЗАВЕРЯЮ»

Ученый секретарь СГУ
к.х.н., доцент

И.В. Федусенко



20.09.2021