

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу

Боровковой Екатерины Игоревны

«Разработка и апробация методов определения границ интервалов синхронизации по нестационарным временным рядам»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика

Синхронизация является фундаментальным явлением, которое характерно для автоколебательных систем различной природы. Она наблюдается в механических, радиофизических, оптических, биологических и других системах и часто играет определяющую роль в особенностях динамики таких систем. Исследования этого явления привлекают значительный интерес, как теоретиков, так и экспериментаторов. Теория и методы исследования синхронизации относятся к области радиофизики и нелинейной динамики. Вместе с тем, несмотря на длительную историю изучения вопроса и наличие мощной теоретической базы при решении фундаментальных и прикладных задач, связанных с диагностикой синхронизации по экспериментальным данным остается целый ряд нерешенных проблем. В частности, нет универсальных решений проблем введения мгновенных фаз сигналов сложной формы, диагностики по временным реализациям синхронизации систем при наличии измерительных и динамических шумов, при изменении во времени параметров связи взаимодействующих автоколебательных систем, при воздействии на осциллятор сигналом, частота которого изменяется во времени. Эти проблемы рассмотрены в диссертационной работе при решении конкретных задач исследования синхронизации систем различной природы, в ходе которого были получены результаты, представляющие значительный интерес.

Значительный интерес представляют результаты анализа синхронизации сложных нелинейных объектов высокой размерности на примере анализа временных реализаций сердечно-сосудистой системы человека. Использование известных подходов радиофизики и разработка нового метода позволили расширить фундаментальные представления об особенностях взаимодействия элементов сердечно-сосудистой системы, кроме того было

показано прикладное значение разработанного метода для решения задач медицинской диагностики.

Достоверность и универсальность полученных результатов и разработанного метода диагностики синхронизации подчеркивается тем, что в диссертации в качестве исследуемых объектов наряду с системой биологической природы рассматривались эталонные нелинейные осцилляторы в ходе численного моделирования на компьютере и радиофизический генератор, синхронизация которого также исследовалась в ходе анализа его временных реализаций.

Перечисленное выше определяет актуальность и значимость диссертационной работы Боровковой Е.И.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации составляет 127 страниц и включает список литературы из 67 наименований.

В первой главе представлены результаты диагностики синхронизации осциллятора в ходе численного моделирования, радиофизического генератора и контуров регуляции кровообращения, находящихся под воздействием линейно-частотно-модулированного сигнала по экспериментальным реализациям. Полученные результаты позволили выявить длительные интервалы синхронизации контуров регуляции кровообращения дыханием, получены свидетельства в пользу гипотезы о том, что эти контуры могут рассматриваться, как структурно независимые автогенераторы.

Во второй главе предложен метод диагностики фазовой синхронизации, ориентированный на анализ временных реализаций взаимодействующих автогенераторов для которых характерно чередование интервалов синхронизации и несинхронного поведения. Работоспособность метода продемонстрирована в ходе численного моделирования и при анализе временных реализаций контуров регуляции кровообращения.

В третьей главе предложен метод формирования искусственных временных реализаций разностей мгновенных фаз позволяющий воспроизводить статистические свойства экспериментальных сигналов. С его помощью был сформирован ансамбль временных реализаций в ходе анализа которых проведено сопоставление методов определения границ интервалов

синхронизации. Показана более высокая чувствительность предложенного во второй главе метода по сравнению с известными подходами, основанными на оценке коэффициента фазовой когерентности и коэффициента диффузии фазы.

Замечания:

1. В первой главе диссертации отдельно рассматривается диагностика частотной и фазовой синхронизации. Следовало бы подробнее прокомментировать и обосновать отдельное использование указанных терминов. Следует ли из фазовой синхронизации частотная или эти эффекты наблюдаются отдельно в тексте работы не указано.

2. Известно, что введение мгновенных фаз сигналов сложных систем, в частности объектов биологической природы, является нетривиальной задачей. Во второй главе диссертационной работы вопросу введения мгновенных фаз сигналов следовало бы уделить большее внимание. Уместно было бы представить иллюстрации, свидетельствующие о том, насколько хорошо определены фазы, выделенные из экспериментальных временных реализаций.

Отмеченные замечания не снижают впечатление о работе, которая свидетельствует о высокой квалификации автора. Она представляет собой законченно целостное исследование, написана ясным языком, снабжена качественными иллюстрациями. В диссертационной работе Боровковой Е.И. содержатся новые решения актуальных задач радиофизики. Все представленные результаты опубликованы, в том числе, в журналах, индексируемых в международных базах данных. Работу отличает актуальность обсуждаемых проблем, адекватность предложенных и использованных подходов. Особо следует отметить реализацию разработанных методов в виде комплексов компьютерных программ, облегчающие их практическое использование. Тематика и содержание работы полностью соответствуют специальности 01.04.03 – Радиофизика. Результаты, выводы и научные положения работы являются новыми, а их обоснованность и достоверность не вызывает сомнений. Автореферат полно отражает содержание диссертации.

С учетом вышесказанного считаю, что диссертационная работа Е.И. Боровковой «Разработка и апробация методов определения границ интервалов синхронизации по нестационарным временным рядам»

соответствует всем требованиям пп. 9-11,13,14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 (в редакции от 28.08.2017), а ее автор, Боровкова Екатерина Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Я, Матросов Валерий Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Декан радиофизического факультета
ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Нижегородский
государственный университет имени
Н.И. Лобачевского», д.ф.-м.н.,
профессор

Матросов Валерий Владимирович

«28» мая 2018 г.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет имени Н.И. Лобачевского»
603950, г.Нижний Новгород, пр.Гагарина, 23, корп.4.
Тел. +7 (831) 462-32-61
E-mail: matrosov@rf.unn.ru

