

УТВЕРЖДАЮ
Ректор

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых»

Саралидзе А.М.
«21» мая 2018 г.



Отзыв ведущей организации
на диссертационную работу Боровковой Екатерины Игоревны
**«Разработка и апробация методов определения границ
интервалов синхронизации по нестационарным временным рядам»**,
представленную на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.03 –Радиофизика

В диссертации Боровковой Е.И. решаются актуальные задачи радиофизики и нелинейной динамики, направленные на развитие методов диагностики фазовой синхронизации по экспериментальным нестационарным данным и применение таких методов для исследования фазовой синхронизации сложных систем различной природы. Диагностика явления синхронизации стохастических колебаний реальных объектов является нетривиальной задачей при анализе экспериментальных данных сложных систем, сигналы от которых характеризуются широким спектром, хаотичностью, нестационарностью, наличием шумов и искажений различной природы. В работе развиваются и используются методы обработки и анализа данных, относящиеся к области радиофизики с привлечением математического аппарата статистической радиофизики, теории колебаний и математической статистики.

Тематика работы полностью соответствует специальности 01.04.03 – «радиофизика».

Диссертация состоит из трёх глав, введения и заключения.

В первой главе представлены результаты применения комплекса известных методов определения границ интервалов синхронизации при анализе временных реализаций численного моделирования поведения нелинейного неавтономного генератора, сигналов неавтономного радиофизического генератора с запаздывающей обратной связью и данных живых систем. В результате численного моделирования и по результатам радиофизического эксперимента на электронных устройствах было показано, что используемые рядом авторов методы позволяют отличить явление синхронизации от паразитного эффекта просачивания и дают близкие результаты при определении границ интервалов синхронизации. В заключительной части исследований комплекс известных методов оценки границ синхронизации результате был

применён к сигналам сердечно-сосудистой системы. В результате исследований выявлено наличие синхронизации контуров регуляции частоты сердечных сокращений и среднего артериального давления внешним сигналом дыхания, частота которого нарастает около собственной частоты колебаний контуров, позволяя наблюдать интервалы синхронизации длительностью более 100 характерных периодов собственных колебаний.

Во второй главе предложен разработанный автором работы метод, основанный на кусочно-линейной аппроксимации мгновенной разности фаз в скользящем окне и оценке углового коэффициента наклона аппроксимирующей прямой, который позволяет определять границы интервалов фазовой синхронизации по нестационарным временным реализациям взаимодействующих автоколебательных систем, для которых характерно чередование интервалов синхронизации длительностью более двух характерных периодов и несинхронного поведения.

В третьей главе в ходе анализа тестовых разностей мгновенных фаз, приготовленных с помощью специализированного метода, позволяющего воспроизводить статистические свойства нестационарных экспериментальных реализаций, содержащих нерегулярно чередующиеся интервалы фазовой синхронизации и несинхронного поведения, выявлена более высокая чувствительность разработанного во второй главе метода определения границ интервалов синхронизации по сравнению с известными подходами, основанными на оценке коэффициента фазовой когерентности и коэффициента дисперсии фазы.

В общем к **основным достоинствам работы** следует отнести:

1. Результаты по оценке интервалов синхронизации для наблюдаемых временных рядов моделей с нестационарными параметрами и особенно моделей с задержкой;
2. Подход к тестированию методов определения границ интервалов синхронизации, включающий тестирование на математических моделях, затем на радиоэлектронных макетах и наконец на реальных системах;
3. Очень интересны результаты по синхронизации процессов различной физической природы.
4. И, конечно же, свидетельства об официальной регистрации всех разработанных программ.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Существенное влияние на результаты анализа экспериментальных данных может оказать выбор длины анализируемых временных реализаций. В работе было бы уместно указать, при каких длительностях временных реализаций допустимо использовать предложенный во второй главе диссертации метод диагностики синхронизации.

2. В работе не указано, фильтры какого типа использовались для выделения составляющих экспериментальных сигналов. Полезно было бы

обсудить вопрос о влиянии типа используемых фильтров на результаты исследования синхронизации.

3. Очень не хватает таблицы сравнительных рабочих характеристик протестированных методов исследования явления синхронизации.

Указанные недостатки не снижают общего положительного впечатления от диссертационной работы. Работа написана грамотным научно-техническим языком, является законченным научным исследованием. Работа вносит вклад в решение актуальных проблем радиофизики, связанных с разработкой, развитием и апробацией методов анализа зон синхронизации систем различной физической природы по их экспериментальным временным реализациям. Автор демонстрирует владение предметом, хорошее знакомство с мировой научной литературой по тематике исследования, умелое и эффективное применение современных вычислительных методов и владение техникой радиофизического эксперимента. Материалы диссертационного исследования знакомы специалистам по публикациям автора в авторитетных отечественных и зарубежных научных журналах, представлялись на научных конференциях, включая, всероссийские и международные. Достоверность результатов и выводов подтверждается их воспроизводимостью в ходе численных и радиофизических экспериментах, результатами статистического анализа, согласованностью результатов, полученных в диссертации с известными опубликованными результатами других авторов.

Научная и практическая значимость работы обусловлена расширением фундаментальных представлений об особенностях динамики элементов регуляции сердечно-сосудистой системы человека, которые удалось получить в ходе экспериментальных исследований и анализа данных с помощью радиофизических методов, важное фундаментальное значение имеет разработка специализированного метода определения границ интервалов фазовой синхронизации широкого класса взаимодействующих автоколебательных систем в условиях нестационарности параметров, приводящей к чередованию интервалов фазовой синхронизации с участками несинхронного поведения.

Практическое значение работы подчеркивается тем, что разработанный в диссертации метод диагностики синхронизации, реализованный в виде прикладного программного обеспечения, позволил получить ряд важных результатов в области медицинской диагностики.

Результаты работы могут быть рекомендованы к использованию в организациях, занимающихся проблемами изучения колебаний систем различной природы, обработки сигналов и анализа временных рядов: Институте радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН, Институте прикладной физики РАН, Физическом институте им. П.Н.Лебедева РАН, а также в учебном процессе на соответствующих

специальностях во Владимирском госуниверситете, ННГУ, МГУ, МФТИ, Саратовском госуниверситете и др.

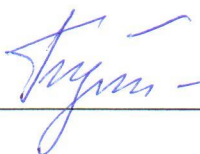
Оригинальные результаты, полученные автором в диссертационной работе, новы и в полной мере опубликованы в 18 печатных работах: 6 работ – в реферируемых журналах, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus, 3 работы в списках русскоязычных журналов, рекомендованных ВАК для публикации материалов диссертационных работ. Результаты исследований апробированы в ходе представления на 9 международных и всероссийских научных конференциях. Получены 9 свидетельств об официальной регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

На основании приведенных фактов можно заключить, что диссертационная работа Боровковой Екатерины Игоревны **«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».

Отзыв составил:

Профессор, доктор физико-математических наук, профессор кафедры Физики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

 О.Я. Бутковский

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Почтовый адрес: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, 3 корпус, ауд.1156-3.

Тел.: +7(4922)47-75-23

E-mail: oybutkovskiy@fa.ru

Диссертация заслушана, и отзыв утвержден на заседании научного семинара кафедры Физики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», протокол № 12 от 01.02.2018.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Уч. СЕКРЕТАРЬ ВЛГУ
КОПЦОВА Т. Г.



