

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Боровковой Екатерины Игоревны «Разработка и апробация методов определения границ интервалов синхронизации по нестационарным временным рядам», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиопизика

Диссертация посвящена разработке, апробации, сравнительному анализу и применению методов обнаружения синхронизации во временных рядах взаимодействующих колебательных систем при требовании разрешения по времени порядка одного или нескольких характерных периодов колебания. Эта проблема возникает при исследовании нестационарных колебательных процессов, где в силу изменения параметров системы, непрерывные интервалы наличия и отсутствия синхронизации имеют длительность порядка единиц и десятков характерных периодов колебания. В этих условиях большинство известных методов обнаружения синхронизации, имеющие временное разрешение порядка сотен периодов колебания, оказываются неприменимыми. Проблема разработки и совершенствования радиофизических методов анализа нестационарных процессов указанного типа в настоящее время особенно актуальна в связи с биофизическими приложениями. В соответствии с вышесказанным, тема диссертации актуальна и соответствует специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Методы обнаружения синхронизации рассматриваются в диссертации в применении к многочисленным источникам данных, среди которых: (а) численные модели автоколебательных систем при наличии внешнего воздействия с переменными параметрами – частотой (в главе 1) и амплитудой (в главе 2); (б) натурная модель автоколебательной системы с задержкой под внешним воздействием, построенная на основе комбинации цифровой и аналоговой подсистем (в главе 1); (в) измерения колебательных процессов в биофизических системах регуляции частоты сердечных сокращений во взаимодействии с дыханием (в главе 1) и с регуляцией артериального давления (в главе 2); суррогатные данные (в главе 3).

В качестве наиболее значимых результатов работы отметим следующие.

1. Новый метод определения временных границ режима фазовой синхронизации, основанный на численном дифференцировании (путём локальной линейной аппроксимации) разности фаз колебательных процессов, оцениваемой по временным рядам (глава 2).
2. Новый метод генерации суррогатных данных с требуемыми статистическими характеристиками для исследования по соотношению «чувствительность-специфичность» методов обнаружения синхронизации нестационарных колебательных процессов (глава 3).
3. Количественное сопоставление различных методов обнаружения синхронизации (включая вновь предложенный) в применении к различным источникам данных (главы 1, 3).
4. Новые данные о явлениях синхронизации в биофизических процессах (главы 1, 2).

Имеются следующие замечания. В формулировке задач диссертации употреблён не общепринятый и не объяснённый выше по тексту термин «эффект просачивания». В главе 1 внешний сигнал назван линейно частотно-модулированным, тогда как фактически линейно во времени изменяется его период, а не частота. Многие результаты диссертации основаны на оценивании фазы колебаний по временным рядам, однако способ оценивания не указан в автореферате.

Указанные замечания не влияют на общую высокую оценку работы. Автором выполнен большой объём исследований, результаты которых хорошо изложены. Судя по автореферату, диссертация Е.И. Боровковой удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - радиопизика.

Доцент кафедры теории колебаний  
и автоматического регулирования,  
доктор физико-математических наук



КанакOV Олег Игоревич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Почтовый адрес: 603950 Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23  
Телефон (831) 465-62-42. e-mail: okanakov@rf.unn.ru

