

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Корнилова Максима Вячеславовича «Оценка связанности колебательных систем методом причинности по Грейнджеру при использовании моделей с полиномиальной нелинейностью», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Вопрос связи систем, их влияния друг на друга (и, что принципиально, - направление этой связи) – важный вопрос не только естественных, но и гуманитарных наук. Для радиофизики и нелинейной динамики верное определение направления и силы связи – принципиально важный момент, связанный с управлением динамикой сложных систем. В этой связи, на мой взгляд, диссертационная работа Корнилова М.В., в которой рассматривается задача поиска связанности между системами на основе данных их экспериментальных реализаций (временных рядов), представляется актуальной и соответствующей специальности «радиофизика».

В работе соискателя на ряде тестовых систем радиофизики и нелинейной динамики исследуется работоспособность метода причинности по Грейнджеру для обнаружения однонаправленной связи при использовании в качестве эмпирических моделей полиномиальных функций. Работоспособность метода оценивалась по таким параметрам как чувствительность и специфичность.

В работе получены полезные с практической точки зрения результаты. Разработаны критерии подбора параметров прогностической модели — лага и дальности прогноза, при которых метод причинности по Грейнджеру позволяет получить наилучшие с точки зрения баланса между чувствительностью и специфичностью выводы о наличии направленной связи. Проведено сравнение оценок значимости, полученных при проверке различных нулевых гипотез. Показано что даже в случае, когда системы находятся в процессе фазовой синхронизации, метод позволяет выявить преимущественное направление связи.

Автореферат Корнилова М.В. производит хорошее впечатление: автор демонстрирует умение как проводить аналитическую работу, так и способности к численному моделированию и интерпретации результатов. В целом работа, судя по автореферату, представляет собою законченное исследование. Результаты работы опубликованы в 3 публикациях в журналах из перечня ВАК и 11 тезисах докладов.

В то же время рецензент хотел бы сделать ряд замечаний:

Во-первых, для человека, мало знакомого с методом причинности по Грейнджеру, изложение метода достаточно запутанно и тяжеловесно. Мне, как рецензенту, не хватало формул и математического описания, исключающего двойное толкование, что неизбежно случается при использовании чисто словесного описания (например, что понимается под «однонаправленно связанными системами»? Какова размерность систем? Что такое  $P$  на рис. 3?)

Во-вторых, во введении говорится о том, что используемый в диссертации метод был первоначально предложен в эконометрике. Возникает вопрос: насколько разрабатываемые автором подходы могут быть перенесены из радиофизики в гуманитарные науки? Какие ограничения существуют?

В-третьих, правильно ли рецензент понимает первое положение, выносимое на защиту, что непохожие функции одинаково непохожи? Что достаточно лишь использовать одинаковое разложение (в данном случае - полиномиальное), чтобы, исходя из его сравнения, сделать вывод о связи между системами?

В-четвертых, относительно рис.7 (с): можно ли утверждать, что при максимальной разнице  $PI-rPI$  в районе  $k=0.6$  происходит синхронизация: фазовая, обобщенная, лаг-синхронизация?

Перечисленные недостатки и замечания не снижают ценности защищаемой работы и я считаю, что диссертация соответствует требованиям действующего «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

06 мая 2015 г.

+7-499-196-7469 (раб.)  
+7-926-561-7101 (сот).  
Balyakin\_AA@nrcki.ru  
123182, Россия, Москва,  
пл. ак. Курчатова, д.1  
НИЦ «Курчатовский институт»

К.ф.-м.н., начальник отдела научно-технических программ и проектов  
Управления научно-аналитической информации,  
НИЦ "Курчатовский институт",

Балякин Артем Александрович

Подпись Балякина А.А. заверяю  
Первый заместитель директора Центра  
М.А. Камболов

