

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МЕТОДА НЕЛИНЕЙНОЙ ПРИЧИННОСТИ ПО ГРЕЙНДЖЕРУ
В СЛУЧАЕ СИЛЬНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ СИСТЕМ**

М. В. Корнилов¹, И. В. Сысоев^{1;2}

¹Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

²Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

Определение направления связи между системами по записям их колебаний (временным рядам) – задача, актуальная для многих областей знания, решение которой может существенно осложняться в случае синхронизации. Метод причинности по Грейнджеру является перспективным для её решения, поскольку позволяет надеяться на успех в случае частичной (например, фазовой) синхронизации за счёт учёта не только фазы, но и амплитуды обоих сигналов.

В данной работе на тестовых эталонных системах, имеющих ярко выраженный характерный масштаб, показано, что метод нелинейной причинности по Грейнджеру работоспособен даже в случае сильной фазовой синхронизации систем (с коэффициентом фазовой синхронизации вплоть до 0.95). Полученные результаты проходили проверку на значимость различными методами генерации суррогатных временных рядов, показавшими в итоге схожие оценки.

Ключевые слова: Поиск связанности, причинность по Грейнджеру, моделирование по временным рядам, оценка значимости, суррогатные временные ряды, синхронизация.

**INVESTIGATING NONLINEAR GRANGER CAUSALITY METHOD
EFFICIENCY AT STRONG SYNCHRONIZATION OF SYSTEMS**

M. V. Kornilov¹, I. V. Sysyoev^{1;2}

¹ Saratov State University

²Kotel'nikov Institute of Radio-engineering and Electronics of RAS, Saratov Branch

Detecting the direction of coupling between systems using records of their oscillations is an actual task for many areas of knowledge. Its solution can hardly be achieved in case of synchronization. Granger causality method is promising for this task, since it allows to hope for success in the case of partial (e.g., phase) synchronization due to considering not only phases but also amplitudes of both signals.

In this paper using the etalon test systems with pronounced time scale the method of nonlinear Granger causality was shown to be effective even in the case of strong phase-locking, with

phase synchronization index up to 0.95. Obtained results were tested for significance by various methods based on surrogates times series generation, which showed similar estimates.

Keywords: Searching for coupling, Granger causality, modelling from time series, significance estimation, surrogate time series, synchronization.