

## ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета на диссертацию Голяндиной Нины Эдуардовны на тему: «Общий подход к теории и методологии метода анализа сингулярного спектра», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа посвящена развитию теории и методологии метода анализа сингулярного спектра (*singular spectrum analysis, /SSA*), который возник около пятидесяти лет назад и уже вошел в ряд общепринятых методов для анализа динамики данных в формате временных рядов. Анализ и прогноз временных рядов – очень широкая область, однако анализ сингулярного спектра занимает в ней свое особое место, являясь одновременно и непараметрическим методом, и методом, с помощью которого можно строить модель сигнала. Одним из источников метода зарубежом были работы *Broomhead&King (1986)*, где метод исходно применялся для анализа динамических систем, недаром первоначально название метода расшифровывалось как *singular system analysis*. Подхваченный *Ghil&Vautard* в 1991 году для анализа климатических данных, метод получил известность среди климатологов, в том числе, для спектрального анализа (и даже назывался в ряде работ *singular spectral analysis*), а потом стал распространяться на более широкий круг задач. Первая из монографий, посвященных методу *SSA*, соавтором которой являлся диссертант, вышла в 2001 году, поэтому можно сказать, что значительная часть истории *SSA* тем или иным образом связана с работой диссертанта в этой области.

Особенностью метода является то, что, исходно будучи связанным с нелинейными динамическими системами, метод стал теоретически развиваться как метод, где сигнал во временных рядах управляется линейными дифференциальными уравнениями. При этом метод остался довольно общим в силу отсутствия явного оценивания параметров сигнала при анализе и прогнозе, тем самым позволяя работать в условиях приближенного соответствия довольно широкой модели.

Работа состоит из семи глав, двигаясь от главы 1, описывающей общий подход, и глав 2 и 3, посвященных одномерным временным рядам, к главам 4 и 5, связанным с многомерными обобщениями метода *SSA*. Завершают диссертацию глава 6 с описанием устройства пакета на языке *R* с реализацией большинства предлагаемых методов, а также глава 7, где приведены примеры применения метода *SSA*.

Диссертационная работа представляет собой полное и законченное исследование, в котором целостность исследования подчеркивается сочетанием теоретических результатов и описанием методологии применения и ее результатов в практических задачах. Диссертантом был внесен несомненно большой и самостоятельный научный вклад в развитие метода, были получены новые результаты, которые позволили соединить воедино разные стороны метода *SSA*.

Отдельно отмечу несколько моментов, не рассмотренных в работе. Хотя метод *SSA* не претендует на анализ хаотических временных рядов, представляют интерес возможности

метода для анализа временных рядов, где сигнал далек от рассматриваемой модели, например, для анализа синусоидального сигнала с меняющейся частотой. Может ли метод представить какую-то полезную информацию о таком сигнале? Также в работе четко не описан класс случайных процессов, которые могут рассматриваться в качестве шумовой помехи при анализе сигнала. Замечу, что приведенные замечания не умаляют ценности работы.

Диссертация Голяндиной Нины Эдуардовны на тему: «Общий подход к теории и методологии метода анализа сингулярного спектра» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Голяндина Нина Эдуардовна заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не установлены.

Председатель диссертационного совета

Член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор,

профессор кафедры прикладной кибернетики,

Санкт-Петербургский государственный университет

Кузнецов Н.В.

Дата 19.06.2023

