

## ОТЗЫВ

на диссертационную работу Звонарева Никиты Константиновича «Структурные аппроксимации временных рядов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 – «Вычислительная математика»

Анализ временных рядов, выделение сигналов из зашумленного ряда, оценивание параметров – это задачи, которые никогда не теряют актуальности, и поэтому построение новых численных алгоритмов их решения всегда востребовано вместе с их теоретическим обоснованием и эффективными реализациями предлагаемых методов. Тема диссертации лежит как раз в этой области и имеет отношение к методу «Гусеница»-SSA, который разрабатывается на кафедре статистического моделирования в течение многих лет. Сам метод под названием SSA (Singular Spectrum Analysis, Анализ сингулярного спектра) активно развивается во всем мире, каждый год выходит много статей, появляются новые области применения. С математической точки зрения, тема диссертации имеет отношение к вычислительной задаче взвешенного нелинейного метода наименьших квадратов в специальном классе объектов, который возникает, в частности, в задачах обработки сигналов и задачах идентификации линейных систем. Соответственно, поиск сигнала в классе временных рядов, обладающих специальной структурой, можно назвать структурной аппроксимацией, которой и посвящена диссертация.

Диссидентанту была поставлена задача разработки новых методов решения задачи структурной аппроксимации так называемыми временными рядами конечного ранга (задача Hankel structured low-rank approximation, HSLRA), которые появляются при дискретизации решения однородных линейных уравнений в частных производных. Хотя задача не новая, ее разработка идет в большой степени в практической области. Поэтому разработка новых теоретически обоснованных быстрых алгоритмов очень актуальна.

Полученные результаты включают новые численные методы решения этой задачи, новые теоретические свойства пространства рядов, новые подходы к реализации предложенных алгоритмов.

Так как исходно решаемая задача выделения сигнала имеет безусловно практический интерес, то и эффективные и обоснованные методы ее решения обладают большой практической значимостью.

Диссертация состоит из пяти глав, в первую главу диссидентант включил известные результаты, имеющие отношение к решаемой задаче, остальные четыре главы имеют оригинальное содержание. Во второй главе исследуются теоретические свойства задачи и аппроксимирующего пространства рядов, построена его параметризация. В третьей и четвертой главах рассматриваются два разных подхода к решению задачи, предлагаются и обосновываются алгоритмы, а также исследуется их трудоемкость. В последней пятой главе содержатся численные эксперименты и примеры применения алгоритмов к реальным временным рядам.

Результаты опубликованы в четырех работах, их них одна в соавторстве с научным

руководителем – публикация в журнале, индексируемом в Web Of Science и Scopus, а одна в журнале из списка ВАК без соавторов. Во всех публикациях, где научный руководитель был соавтором, вклад диссертанта был большим, им были получены основные результаты работ.

Звонарев Н.К. поступил в аспирантуру сразу после окончания СПбГУ, где учился на кафедре статистического моделирования и защищал дипломную работу. Диссертация на тему «Структурные аппроксимации временных рядов» является продолжением исследовательской работы, которую Звонарев Н.К. вел, начиная с третьего курса. В том числе, поэтому результат исследования оказался столь обширным. При написании диссертации проявились такие черты диссертанта как самостоятельность, умение применить знания из разных областей математики, умение ставить задачи. Замечу, что диссертантом в процессе работы над диссертацией были проявлены очень разные способности, от чисто математических до программистских. Также, диссертант использовал свои знания в программировании при преподавании на кафедре в качестве ассистента. Часть результатов предполагается включить в курс лекций, читаемый преподавателями кафедры и посвященный методу SSA.

В качестве одного из важных результатов работы над диссертацией необходимо отметить эффективные реализации предлагаемых методов в R, что позволит в дальнейшем применить методы к реальным задачам.

Работа носит завершенный характер, хорошо структурирована. Хотя изложение в некоторых местах очень сжатое, стиль написания строго математический.

Считаю, что представленная диссертация «Структурные аппроксимации временных рядов» удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор Звонарев Н.К. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 «Вычислительная математика».

Научный руководитель, кандидат физико-математических наук, доцент

«13 » марта 2018 года

Гол Голяндина Н.Э.

