

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рыбакова Константина Александровича «Спектральный метод анализа и статистического моделирования непрерывных стохастических систем», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

Математическое описание реальных процессов, протекающих в различных технических, экономических, социальных и биологических системах в присутствии статистической неопределенности, часто базируется на их представлении в виде решения некоторых систем дифференциальных уравнений со случайными процессами в правой части. Начиная с середины прошлого века, в качестве этих случайных возмущений используются стохастические интегралы по мартингалам, определенные в смысле Ито, Стратоновича, Огавы и пр. Подобное обобщение систем дифференциальных уравнений значительно усложняет задачи анализа и моделирования процессов – решений подобных систем. Для систем подобного рода востребованными являются как задачи оценивания их параметров и состояний по разнородной доступной статистической информации, так и задачи оптимизации и управления. Помимо теоретического решения, имеется необходимость в эффективных алгоритмах их численного решения. Поэтому диссертационная работа К.А. Рыбакова является несомненно актуальной.

Судя по автореферату, научная новизна представленного исследования заключается в распространении спектрального метода на решение широкого класса теоретических задач анализа, моделирования и оценивания состояний стохастических дифференциальных систем, а также разработки соответствующего алгоритмического обеспечения.

Все важнейшие положения работы сформулированы в виде лемм и теорем, доказанных путем строгих рассуждений и корректных математических преобразований, и в силу этого являются обоснованными.

Представленные результаты прошли апробацию на многочисленных всероссийских и международных конференциях, и вполне отражены в ведущих международных журналах по тематике исследования, индексируемых базами цитирования Web of Science и Scopus, а также в журналах, входящих в перечень ВАК.

Практическая ценность полученных результатов заключается в возможности их использования при решении широкого класса задач системного анализа разнообразных технических систем.

В то же время к автореферату имеются следующие замечания.

1. На стр. 12 и 13 представлены формулы обратного спектрального преобразования:

$$f(\cdot) = S^{-1}[F] = \sum_{i=0}^{\infty} F_{ij}q(i,\cdot), \quad f(\cdot) = S^{-1}[F] = \sum_{i,j=0}^{\infty} F_{ij}q(i,\cdot) \otimes q(j,\cdot).$$

Таким образом, функции  $f(\cdot)$  одного или нескольких аргументов представимы в виде функциональных рядов. Из автореферата сложно сделать вывод о виде сходимости этих функциональных рядов. Этот вопрос является существенным для дальнейшего изложения, где автор говорит о точности аппроксимации, получаемой заменой бесконечного ряда конечной суммой.

2. Из определения случайного линейного функционала, представленного на стр. 17 автореферата, следует, что аргумент этого функционала – детерминированная функция (неслучайная функция из множества основных функций D).

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«13» 09 2024 г.

говорится о стохастических интегралах Ито и Стратоновича, которые для детерминированного интегранда совпадают с последующим совпадением их спектральных представлений. Если же здесь рассматривается случайный интегранд, то для последующего корректного построения стохастических интегралов необходимы дополнительные существенные условия для него, которые в автореферате четко не сформулированы.

3. В качестве основных задач, решаемых в диссертации, автор указал «разработку алгоритмического обеспечения представления случайных процессов в спектральной форме». В действительности разработано не только алгоритмическое обеспечение, но и его основа – математическое обеспечение.
4. В автореферате присутствует ряд стилистически неудачных конструкций и высказываний, допускающих неоднозначную трактовку.
  - 4.1. Стр. 3 (о дифференциальных уравнениях со случайными процессами в правой части) «Для случайных функций типа белого шума классическая теория неприменима...». Не вполне понятно, о какой «классической теории» в данном случае идет речь.
  - 4.2. Стр. 6 «[Теория]... далека от завершения в области приложений к численным методам решения СДУ, а значит и к методам анализа и статистического моделирования непрерывных стохастических систем».
  - 4.3. Стр. 20 «...а спектральные характеристики ... получаются как простые сечения двумерной матрицы-столбца ..., т.е. в результате декомпозиции».

Указанные замечания не являются значительными и не снижают общую положительную оценку работы.

Судя по автореферату, диссертация Рыбакова Константина Александровича «Спектральный метод анализа и статистического моделирования непрерывных стохастических систем», представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика», является законченной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Рыбаков Константин Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».



Р.В. Разумчик

11.09.2024

Разумчик Ростислав Валерьевич, д.ф.-м.н. (специальность 2.3.1), доцент, заместитель директора по научной работе ФИЦ ИУ РАН, +7 (499) 135-6260, [RRazumchik@frccsc.ru](mailto:RRazumchik@frccsc.ru)

Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН); 119333, Москва, Вавилова, д.44, кор.2; [frccsc@frccsc.ru](mailto:frccsc@frccsc.ru); +74991356260; <https://www.frccsc.ru/>