

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию
Шериха Ахмеда Абделхамида Мохамеда Ахмеда
«Аналитико-численное исследование хаотической динамики в системах
целого и дробного порядка»

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Шерих Ахмед Абделхамид Мохамед Ахмед в 2007 году с отличием закончил бакалавриат (по специальности "Специальная математика"), а затем, в 2015 году, магистратуру (по специальности "Дифференциальные уравнения в частных производных") на Факультете естественных наук Университета Аль-Азхар, Египет. В 2018 году, при поддержке коллег и бывших научных руководителей с Факультета естественных наук Университета Аль-Азхар, а также при стипендиальной поддержке в рамках совместной программы Главного управления миссий Министерства высшего образования Египта и Правительства Российской Федерации (грант EGY-6353/17), А.А.М.А. Шерих поступил в очную аспирантуру на возглавляемую мною Кафедру прикладной кибернетики Математико-механического факультета СПбГУ.

Диссертация А.А.М.А. Шериха посвящена исследованию сложной хаотической и гиперхаотической динамики в классах комплекснозначных систем целочисленного и дробного порядков. Такие системы часто встречаются в приложениях для моделирования реальных физических, механических, экономических, биологических и прочих процессов. Обладая опытом исследования и применения таких систем, полученным в Университете Аль-Азхар, А.А.М.А. Шерих приехал в аспирантуру СПбГУ и начал работу над диссертацией под моим научным руководством с целью развития новых аналитико-численных методов исследования так называемых *скрытых колебаний* для данных классов систем. Скрытые колебания, в отличие от самовозбуждающихся колебаний, не связаны с состояниями равновесия системы, а их бассейны притяжения "скрыты" в фазовом пространстве. В связи с этим, эффективное обнаружение и локализация такого типа колебаний является трудной задачей. Вместе с тем климат, различные экосистемы, мозг, связанные лазеры, поведение экономических агентов и финансовых рынков, а также многие другие объекты и процессы моделируются сложными динамическими системами, в которых сосуществуют различные колебания и аттракторы. Значимость проблемы выявления скрытых аттракторов для систем управления вытекает из ее связи с классическими задачами определения точных границ глобальной устойчивости, анализа зазора между необходимыми и достаточными условиями глобальной устойчивости и их сближения, а также выделения классов систем управления, для которых эти условия совпадают. На практике переход состояния системы управления к скрытому аттрактору, вызванный внешними возмущениями, приводит к нежелательным режимам работы и часто является причиной аварий и катастроф. Поэтому численный поиск скрытых аттракторов и определение начальных данных для их визуализации в общем случае оказывается актуальной задачей, причем весьма нетривиальной.

В рамках представленной работы А.А.М.А. Шерихом успешно решены все поставленные перед ним задачи и сделан существенный вклад в исследование скрытых колебаний в комплекснозначных системах целочисленного и дробного порядков. В частности, для класса комплекснозначных систем Лоренца, описывающих процесс двухслойной бароклинической неустойчивости со слабой вязкостью и бета-эффектом, а также динамику расстроенных лазерных систем, решена проблема развития аналитико-численных методов оценки границ глобальной и практической устойчивости; описаны новые сценарии потери глобальной устойчивости и возникновения скрытых аттракторов и переходных хаотических множеств, а также разработаны алгоритмы локализации существования данных множеств; локализованы и исследованы скрытые гиперхаотические аттракторы в классе комплекснозначных систем Спротта дробного порядка. Также, в рамках приложений комплекснозначных систем целочисленного и дробного порядков со скрытыми колебаниями, в диссертации исследованы существующие и разработаны новые схемы синхронизации, использующиеся, например, для систем шифрования и защищенной связи.

За время учебы на Математико-механическом факультете СПбГУ А.А.М.А. Шерих зарекомендовал себя талантливым, исполнительным и трудолюбивым аспирантом, способным к проведению сложных математических расчетов и численных экспериментов и настойчивым в получении новых научных результатов. К настоящему времени им опубликовано 6 статей в рецензируемых журналах, 4 из них - в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science; также 1 статья подана на рассмотрение высокорейтингового журнала *Nonlinear Dynamics* (IF:5.022). Полученные результаты были представлены на 6 международных и российских конференциях. А.А.М.А. Шерих своевременно сдал все экзамены кандидатского минимума и успешно представил свою диссертацию на семинаре Кафедры прикладной кибернетики.

Представленная диссертация является законченным научным исследованием, выполненным на актуальную тему. Все основные результаты получены диссертантом лично. Подытоживая все вышесказанное, считаю, что А.А.М.А. Шерих достоин присуждения ему искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – *Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ* и рекомендую диссертацию к защите.

Доктор физико-математических наук,
профессор Кафедры прикладной кибернетики
Математико-механического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета,
198504, Россия, Санкт-Петербург,
Старый Петергоф, Университетский пр., д. 28,
e-mail: n.v.kuznetsov@spbu.ru
тел.: +7 (921) 333-04-66

/Н.В. Кузнецов/

26 февраля 2022 г.

