

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Юлдашева Марата Владимировича
на диссертацию Шериха Ахмеда Абделхамида Мохамеда Ахмеда на тему:

**«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

Большое число работ, посвященных возможности применения хаотических сигналов для передачи сообщений позволяет говорить о сложившемся направлении как в области телекоммуникаций, так и в области исследований динамического хаоса. Обычно указываются три отличительные черты хаотических процессов, благодаря которым перспективно применение динамического хаоса для передачи информации: *широкополосность* (хаотические сигналы непериодичны и обладают непрерывным спектром и для многих типов хаотических сигналов этот спектр занимает весьма широкую полосу и, кроме того, вид спектральной характеристики можно задавать); *сложность* (хаотические сигналы имеют сложную структуру и весьма нерегулярны, и один и тот же хаотический генератор может создавать совершенно разные процессы при весьма незначительном изменении начальных условий); *ортогональность* (из-за нерегулярности хаотических сигналов, их автокорреляционная функция обычно весьма быстро затухает, поэтому сигналы от нескольких генераторов вполне можно считать некоррелированными, ортогональными). Исследования в области применения хаоса в системах связи открывают широкие возможности для практических применений в таких направлениях как: синхронизация приемника и передатчика, маскировка и восстановление сообщений, фильтрация шумов, восстановление информационных сигналов, а также разработка алгоритмов кодирования декодирования, позволяющих представить произвольное цифровое сообщение через символическую динамику хаотической системы.

Одним из важных результатов представленной диссертации как раз и является предложенная автором новая математическая модель схемы безопасной коммуникации и ее программная реализация, основанные на адаптивной синхронизации гиперхаотических комплекснозначных систем и систем дробного порядка. Для достижения адаптивной синхронизации систем такого типа с неопределенными параметрами автором предложен новый эффективный метод, обобщающий предыдущие подходы и обеспечивающий применимость для более широкого класса систем. Для проверки надежности предложенных схем рассматриваются различные типы зашифрованных сообщений (например, обычный текст, аудиосигналы и серые изображения с различными параметрами белого гауссовского шума). Стоит отдельно отметить, что разработанная автором схема синхронизации позволила преодолеть известные трудности, представленные в работах ряда специалистов (в том числе, например, в работах польского инженера и математика Т. Капитаняка), возникающие в задаче синхронизация двух цепей Чуа в случае мультиустойчивости и сосуществования скрытых колебаний, при неправильном выборе формы управляющего сигнала.

Наряду с задачами синхронизации и безопасной передачи данных, в диссертации также решается проблема оценки границ глобальной устойчивости и локализации скрытых аттракторов в комплекснозначных моделях целого и дробного порядка. Такие комплекснозначные модели часто используются для описания различных процессов в прикладных науках. В отличие от вещественных моделей, оценка границ глобальной устойчивости и локализации скрытых аттракторов в

комплекснозначных моделях является гораздо более сложной задачей из-за высокой размерности фазового пространства комплекснозначных моделей. Автором диссертации разработаны аналитико-числовые методы оценки границ глобальной устойчивости и локализации скрытых аттракторов в комплекснозначных моделях. Кроме того, для визуализации существования скрытых аттракторов и переходных хаотических множеств в системе предложена методика, основанная на специальном преобразовании, учитывающем симметрию фазового пространства.

Основные результаты опубликованы в нескольких журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science. Результаты диссертации также были представлены на международных и российских конференциях, а также обсуждались на научных семинарах Кафедры прикладной кибернетики Математико-механического факультета СПбГУ.

Тем не менее, к диссертации имеются следующие замечания и вопросы:

- 1) К переводу текста диссертации на русский язык в ряде мест есть замечания. Складывается впечатление, что автор использовал автоматические переводчики (типа Google Translate) и далее не сверял полученные переводы. Особенно это касается переводных версий иллюстративного материала (см. рис. 3.3 – “гиперхаотичность синхронизатор”; рис. 3.21 “параметр модуляция” и т.д.). Также в русской версии диссертации в некоторых местах остался текст, не переведенный с английского (см. подписи к рис. 3.31-3.34 (слово “case”)).
- 2) Имеется много других альтернатив уравнениям (3.49) и (3.50) для функций модуляции параметров и гиперхаотической маскировки, представленных в диссертации. Почему выбраны именно такие функции?
- 3) В диссертации используется программа Matlab для моделирования экспериментов. Чем объясняется выбор этой вычислительной программы?

Замечания не умаляют значимости и качества работы, носят рекомендательный или незначительный характер.

Диссертация Шериха Ахмеда Абделхамида Мохамеда Ахмеда на тему: «Аналитико-численное исследование хаотической динамики в системах целого и дробного порядка» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Шерих Ахмед Абделхамид Мохамед Ахмед заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук, профессор
Санкт-Петербургского государственного университета


Юлдашев Марат Владимирович

6 июня 2022 года

Дата

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет". Математико-механический факультет, 198504, Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский проспект 28