

ОТЗЫВ

**научного руководителя, к.т.н., доц. Бутусова Дениса Николаевича
на диссертационную работу
Рыбина Вячеслава Геннадьевича**

**«Математическое и компьютерное моделирование генераторов
хаотических колебаний на основе численных методов с управляемой
симметрией», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности**

**1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ**

Диссертационная работа Рыбина Вячеслава Геннадьевича направлена на повышение адекватности математического и компьютерного моделирования, а также улучшение таких основных характеристик генераторов хаотических сигналов, как устойчивость к динамической деградации и размер пространства параметров. Актуальность диссертационной работы заключается в развитии теории нелинейных динамических систем и получения новых знаний о поведении дискретных моделей хаотических систем, синтезированных с помощью различных дискретных операторов интегрирования, включая новый класс симметричных полуявных методов с управляемой симметрией. Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанных автором генераторов хаотических колебаний с управляемой симметрией конечно-разностной схемы при разработке технических решений в области сенсорных, локационных систем и систем связи, использующих хаотические сигналы.

Научная новизна диссертационной работы Рыбина В.Г. заключается в предложенном новом способе модуляции хаотических сигналов, основанном на управляемых свойствах полуявных дискретных отображений, новых математических моделях генераторов хаотических сигналов, представленных в виде конечно-разностных уравнений с управляемой симметрией, а также авторских алгоритмах оценки различимости шумоподобных сигналов на основе модифицированного алгоритма возвратных преобразований.

Цель диссертационной работы достигнута за счет создания специализированного математического и программного обеспечения систем моделирования генераторов хаотических колебаний на основе полуявных численных методов интегрирования с управляемой симметрией. Хаотические генераторы широкополосных сигналов применяются в защищенных системах связи, при шифровании данных, в генераторах случайных чисел, устройствах постановки помех и др. Для работы лабораторных установок изучения нелинейной динамики, прямохаотических систем связи и защищенных каналов передачи данных также требуются высокоточные и быстродействующие источники хаотических сигналов.

В настоящее время для генерации хаотических сигналов в системах связи в основном применяются аналоговые устройства, что порождает ряд проблем, связанных с температурным дрейфом, габаритами, энергопотреблением,

требованиями к стабильности источников питания. Особенно критичны данные аспекты при разработке встраиваемых и бортовых систем. В системах шифрования применяются более прогрессивные цифровые способы генерации хаоса, однако они также обладают рядом недостатков: используемые дискретные модели демонстрируют склонность к потере хаотического поведения на длительных интервалах моделирования, малую численную устойчивость, узкий диапазон допустимых значений параметров нелинейности и др. С точки зрения систем связи стоит также отметить трудность построения высокочастотных цифровых генераторов на вычислительных платформах с плавающей точкой и отсутствие эффективных методов численного решения нелинейных дифференциальных уравнений для аппаратной реализации. Большая часть существующих решений в области цифровых генераторов хаоса опирается либо на использование одномерных хаотических отображений, обладающих малым пространством параметров нелинейности, либо на численное решение дифференциальных уравнений с хаотической динамикой классическими методами интегрирования. При этом явные методы численного интегрирования не обладают требуемой численной устойчивостью и склонны к деградации хаотических режимов, а неявные не ориентированы на аппаратную реализацию и могут приводить к наступлению квазихаотического режима колебаний в дискретной системе при увеличении шага дискретизации. Таким образом, результаты диссертации вносят существенный вклад в моделирование и разработку генераторов хаотических колебаний.

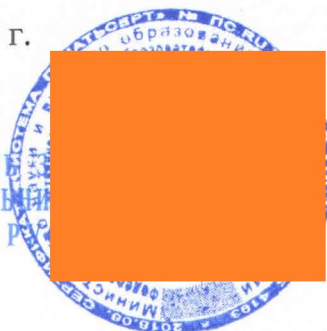
Рыбин В.Г. проявил себя как состоявшийся научный работник, способный самостоятельно ставить, формализовывать и решать исследовательские задачи в рамках выбранного научного направления. Он является автором 53 научных публикаций, имеет индекс Хирша $h = 10$ (система Scopus), ведет активную научно-педагогическую деятельность, пользуется уважением коллектива кафедры систем автоматизированного проектирования. Хотелось бы отметить умение использовать современные вычислительные средства, владение методами научного исследования и навыками обработки результатов эксперимента. Все вышеперечисленное позволило Рыбину В.Г. успешно справиться с задачами диссертационного исследования.

Считаю, что представленная к защите научно-квалификационная работа Рыбина В.Г. соответствует п. 9. Положения о присуждении ученых степеней от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Научный руководитель,
к.т.н., зав. каф. систем автоматизированного
проектирования СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

«11» апреля 2024 г.

ПОДПИСЬ
НАЧАЛЬНИКА
Т.Л. Р



Бутусов Д.Н.

