

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента** Лобачева Глеба Александровича

на диссертационную работу Долининой Анастасии Александровны «Понижение порядка уравнений для моделирования аналоговых радиотехнических устройств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

**Актуальность темы диссертационной работы.** Развитие радиоэлектронных средств, освоение новых частотных диапазонов и способов извлечения информации приводят к росту сложности радиотехнических систем (РТС), при этом требования к ним и процессам их проектирования повышаются. Возрастающая сложность РТС является постоянным вызовом к возможностям средств проектирования и стимулирует их развитие.

В современных РТС аналоговая часть занимает относительно небольшой процент от общего объема оборудования, вместе с тем ее показатели являются фактором, определяющими предельные качественные показатели системы в целом. Проектирование аналоговой части требует выполнения моделирования при большом числе изменяемых параметров, как самой системы, так и параметров тестовых сигналов. Вместе с тем проектирование аналоговой части РТС связано с ограничениями, накладываемыми возможностями средств моделирования и, как правило, требует значительных ресурсов времени для получения удовлетворяющих техническому заданию проектных решений.

Перспективными в аспекте эффективности методами моделирования являются методы на основе аппроксимации математических моделей устройств в составе РТС моделями меньшей размерности.

В этой связи, необходимы исследования, направленные на совершенствование существующих и разработку новых методов

моделирования аналоговой части радиотехнических устройств на основе подходов понижения порядка моделей, чему и посвящена диссертационная работа Долининой А.А.

В диссертационной работе предложены новые модифицированные методы и алгоритмы моделирования для нелинейных аналоговых частей радиотехнических устройств. Предложенные модифицированные методы понижения порядка моделей позволяют существенно снизить размерность уравнений модели при допустимом уровне ошибки, получить регулярный метод построения моделей сокращенной размерности радиотехнических устройств для последующего их многократного применения при проектировании.

**Научная новизна результатов диссертационной работы.** В рамках работы соискателем получены следующие новые научные результаты:

1. Выполнено экспериментальное сравнение основных методов понижения порядка моделей линейных радиотехнических устройств для дальнейшего их использования при понижении порядка моделей схем, имеющих нелинейные свойства. Выполнено экспериментальное сравнение кусочно-аппроксимационных подходов понижения порядка моделей нелинейной аналоговой части радиотехнических устройств.

2. Разработан новый алгоритм отбора точек пространства переменных состояния, позволяющий повысить вычислительную эффективность моделей сокращенной размерности аналоговой части радиотехнических устройств.

3. Разработан новый модифицированный проекционный метод, позволяющий повысить точность моделей сокращенной размерности радиотехнических устройств.

**Практическая значимость.** Основными практически значимыми результатами являются:

1. Сочетание разработанных модифицированных методов и алгоритмов дает возможность формирования моделей сокращенной



размерности радиотехнических устройств, обладающих высокими показателями использования вычислительных ресурсов и достигаемой точности.

2. На основе предложенных подходов создано приложение в среде Matlab, формирующее модели сокращенной размерности аналоговой части радиотехнических устройств.

3. Выполнены исследования подходов понижения порядка моделей линейных и нелинейных радиотехнических устройств на тестовых примерах.

4. Выполнено исследование применения методов понижения порядка моделей с применением разработанных алгоритмов и модифицированных методов для нелинейных радиотехнических устройств на тестовых примерах. Для ряда тестов показано существенное ускорение процессов моделирования для схем устройств при допустимом уровне ошибки.

**Достоверность полученных результатов и обоснованность положений, выносимых на защиту.** Полученные в диссертации результаты достоверны, что подтверждается подробным анализом литературы (глава 1), тестированием разработанных методов на схемах радиотехнических устройств (глава 4). Основные положения, выносимые на защиту четко сформулированы, обоснованы применением математического аппарата.

**Структура и содержание диссертационной работы и автореферата.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации - 175 страниц, в том числе - 160 страниц основного текста, 14 страниц списка литературы (124 наименования). Диссертация содержит 81 рисунок и 3 таблицы. Тема и содержание работы соответствуют заявленной научной специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», пункту 8: «Создание теории синтеза и анализа, а также методов моделирования радиоэлектронных устройств». Диссертация и автореферат написаны научным стилем с последовательным и аргументированным

изложением материала. Автореферат соответствует диссертации, содержит полную информацию о методах исследований и полученных результатах.

### **Публикации и апробация результатов диссертационной работы.**

Основные положения диссертационной работы опубликованы соискателем в 21 работе, из которых 2 публикации реферируются в базе данных Scopus и занесены в базу данных Web of Science, 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Результаты диссертации в достаточной степени докладывались и обсуждались на международных и всероссийских научных конференциях. Апробация результатов выполнялась в рамках двух международных грантов и трех госбюджетных НИР.

### **Замечания по диссертационной работе.**

1. Применение результатов работы для решения поставленной цели исследования позволяет моделировать аналоговую часть при воздействии сигналов сложной формы. Вместе с тем, автор не акцентирует в работе это обстоятельство, ограничиваясь в примерах четвертой главы моделированием воздействий на тестовые схемы прямоугольных импульсов и ЛЧМ сигналов.
2. Описанное в третьей главе ограничение разработанного программного обеспечения (ПО) на применение переменных дискретного времени при формировании модели устройства сокращенной размерности является существенным фактором сужения классов устройств, для которых ПО применимо.
3. Ряд терминов, используемых автором, не являются устойчивыми. В частности, термину “модель сокращенной размерности” в российской и зарубежной литературе соответствует устоявшийся термин “макромодель” (использованный автором в первой главе).
4. В работе не приводится маршрут получения матричной модели, по принципиальной схеме устройства, представленной в виде Simulink модели.

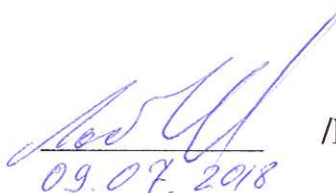


5. В работе не приводятся методические положения для применения разработанного программного обеспечения.

**Заключение.** Диссертационная работа «Понижение порядка уравнений для моделирования аналоговых радиотехнических устройств» является законченной научной работой, в которой решена актуальная в научном и практическом планах задача разработки эффективных методов понижения порядка моделей для сокращения сроков проектирования аналоговых радиотехнических устройств, работа *соответствует* требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Долинина Анастасия Александровна *заслуживает* присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

**Официальный оппонент**

кандидат технических наук

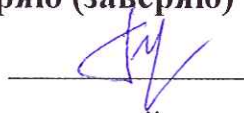


09.07.2018

/Г.А. Лобачев

**Подпись Г.А. Лобачева удостоверяю (заверяю)**

Начальник отдела кадров



/Н.И. Герасимова

ООО «СТЦ – Специальный технологический центр»,

195220, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, 21, корп. 2.

