

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ахунова Романа Раисовича  
«Алгоритмы и комплекс программ для итерационного решения систем  
линейных алгебраических уравнений при анализе полосковых структур  
методом моментов», представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое  
моделирование, численные методы и комплексы программ

### Актуальность работы.

Анализ электромагнитной совместимости (ЭМС) является одним из важных этапов при разработке любой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Невыполнение требований к ЭМС РЭА может привести к сбою в электронных системах воздушного, морского транспорта, промышленных объектов и т.д. На сегодняшний день анализ ЭМС в большинстве случаев проводится на этапе исследования разработанной РЭА, что ведет к большим временным и финансовым затратам, снижение которых можно достичь путем имитационного моделирования на этапе проектирования.

Моделирование ЭМС отличается высокой сложностью и требует постоянного поиска и выбора наиболее эффективных методов. Одним из таких методов является метод моментов (МOM), недостатком которого является сложность и многократность решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), что приводит к увеличению времени решения. Поиск новых методик и алгоритмов ускорения решения СЛАУ становится необходимым, а цель диссертационной работы актуальной.

Научная новизна полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных автором в диссертации, заключается в следующем:

- предложены алгоритмы  $ILU(0)$ -разложения, использующие строчный формат хранения матрицы;
- предложена математическая возможность выбора очередности решения и матрицы предобусловливания, позволяющая уменьшить время моделирования полосковых структур MOM;
- разработан алгоритм многократного решения СЛАУ итерационным методом с предобусловливанием от выбора очередности решения СЛАУ и матрицы предобусловливания при многовариантном анализе полосковой структуры MOM.

Практическая значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов заключается в том, что использование итерационного метода с предобусловливанием для решения СЛАУ позволяет уменьшить вычислительные затраты при многовариантном анализе полосковых структур МОМ; программно реализованы алгоритмы  $ILU(0)$ -разложения и многократного решения СЛАУ итерационным методом с адаптивным обнулением элементов матрицы предобусловливателя; выполнена оценка арифметической сложности алгоритмов LU-разложения, стабилизированного метода бисопряженных градиентов и квадратичного метода сопряженных градиентов.

Практическая значимость полученных в диссертационной работе результатов подтверждается их использованием в ходе выполнения различных НИР по грантам Российского фонда фундаментальных исследований, Российского научного фонда и ОКР.

Результаты и выводы диссертационной работы могут быть рекомендованы для ускорения анализа полосковых структур МОМ в научно-исследовательских и конструкторских организациях, занимающихся проектированием РЭА (АО «ИСС им. М.Ф. Решетнева», г. Железногорск; АО «НПЦ «Полус», г. Томск, и т.п.), при разработке специализированного программного обеспечения (НИИ ПММ ТГУ, г. Томск; ООО «Эремекс», г. Москва и т.п.), а также в учебном процессе для изучения численных методов.

#### Структура и объем диссертации.

Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы и приложения. Общий объем работы составляет 146 страницы, в том числе 64 рисунка и 22 таблицы, список литературы содержит 164 наименования. Автореферат, выполненный на 19 листах, отражает основное содержание диссертации.

#### В качестве замечаний следует отметить:

1. В автореферате отсутствует анализ точности расчетов параметров полосковых структур с использованием предложенных методов ускорения решения СЛАУ.

2. Анализ быстродействия предложенных алгоритмов проводится на основе сравнения с реализованным автором алгоритмом метода исключения Гаусса. В то же время представляется более корректным сравнение быстродействия разработанных алгоритмов с реализованными алгоритмами в

современных программных продуктах.

3. В автореферате не представлена оценка машинных ресурсов для реализации разработанных алгоритмов ускорения решения СЛАУ.

Заключение.

Судя по автореферату, работа выполнена на высоком научном уровне. Проведенные исследования можно охарактеризовать как законченный научный труд, содержащий важные для практического использования результаты.

Автореферат отвечает требованиям ВАК, его автор, Ахунов Роман Раисович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Начальник отдела АО «НПЦ «Полус»,  
кандидат технических наук



И.С. Костарев

Наименование организации	Акционерное общество «Научно-производственный центр «Полус»
Почтовый адрес	634050, г. Томск, пр. Кирова, 56 «в»
E-mail	info@polus-tomsk.ru
Телефон	(3822) 606-638
ФИО	Костарев Игорь Степанович
Должность, степень	Начальник отдела, к.т.н.

Подпись Костарева Игоря Степановича заверяю

Ученый секретарь АО «НПЦ «Полус»



Л.Н. Ракова