

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

на диссертационную работу **Плаксина Глеба Максимовича**
«МЕТОД ЧИСЛЕННОГО БИМФОРМИНГА В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ В
АЭРОАКУСТИКЕ»,

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

Диссертационная работа Г.М. Плаксина посвящена актуальной проблеме современной вычислительной аэроакустики — разработке и обоснованию численных методов решения обратных задач восстановления распределенных акустических источников по данным суперкомпьютерного моделирования турбулентных течений. Актуальность темы обусловлена как возрастающими требованиями к снижению шума летательных аппаратов, так и развитием методов вычислительной аэродинамики, генерирующих огромные массивы данных, которые требуют разработки специализированных методов анализа.

Моя специальность 1.1.6 — «Вычислительная математика» — непосредственно связана с тематикой диссертации, поскольку в основе работы лежит разработка и анализ вычислительных алгоритмов для решения интегральных уравнений первого рода, исследование их устойчивости, корректности и точности. В ходе совместной работы с соискателем мною были даны рекомендации по формулировкам прямых и обратных задач для численного бимформинга, выбору методов и параметров дискретизации, применению регуляризации, что позволило обеспечить математическую строгость и вычислительную надежность разработанных алгоритмов.

Наиболее значимыми научными результатами, полученными соискателем и соответствующими моей специальности, являются:

1. **Разработка методологии численного бимформинга для непрерывных функций источника.** Реализована математически строгая постановка задачи в частотной области, разработан метод дискретизации на основе конечно-элементного подхода с использованием кусочно-линейных базисных функций и высокоточных кубатурных формул Гаусса, что позволяет восстанавливать не только точечные, но и распределенные источники.
2. **Физически обоснованный критериальный подход к выбору параметров дискретизации.** Исследованы безразмерные коэффициенты, связывающие шаги сеток источника и микрофонов, а также расстояние между ними с длиной волны. На основе обширных вычислительных экспериментов определены диапазоны этих коэффициентов, обеспечивающие корректность матрицы бимформинга (число обусловленности не более 10^5) и требуемую точность восстановления.
3. **Развитие метода для разных типов и смеси источников.** Исследованы причины возникновения неединственности решений обратных задач для дипольных и смешанных дипольно-монопольных источников. Впервые рассмотрены различные постановки задач (задачи DB1, DB2, DB3, задачи с добавлением точечных диполей к непрерывной функции источника), отличающиеся степенью априорной информации для устранения неединственности. Выявлены и численно подтверждены условия на функцию источника, позволяющие обеспечить единственность восстановления компонент дипольных источников, что имеет принципиальное значение для корректной интерпретации результатов.
4. **Комплексная верификация и валидация.** Разработанные методы тщательно протестированы на синтетических задачах, где продемонстрирована высокая точность

(погрешность порядка единиц процентов). Выполнена успешная валидация на данных суперкомпьютерного моделирования обтекания крыла с механизацией (конфигурация 30P30N) и на прототипе конфигурации крыла прототипа сверхзвукового пассажирского самолета. Восстановленные источники и акустические поля хорошо согласуются с экспериментальными данными и результатами прямого численного моделирования, что подтверждает практическую применимость разработанных методов.

Достоверность полученных результатов обеспечивается строгостью математических постановок, использованием апробированных численных методов, сравнением с аналитическими решениями на тестовых задачах и сопоставлением с независимыми экспериментальными и расчетными данными.

Вклад соискателя является определяющим: им лично разработаны все вычислительные алгоритмы, реализованы соответствующие программные модули, проведены все тестовые и валидационные расчеты, выполнен анализ полученных результатов.

Основные результаты диссертации опубликованы в высокорейтинговых рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК и международные базы цитирования. Работы неоднократно докладывались на авторитетных международных и всероссийских конференциях.

За время выполнения диссертационного исследования Г.М. Плаксин продемонстрировал высокую квалификацию в области вычислительной математики, методов решения обратных задач, программирования и аэроакустики. Он проявил себя как сложившийся, инициативный, целеустремленный и трудолюбивый исследователь, приобрел навыки самостоятельной постановки и решения сложных междисциплинарных задач, сочетающих глубокие математические аспекты с требованиями прикладных задач аэроакустики, продемонстрировал способность доводить решение сложных научных проблем до практически значимых результатов.

Считаю, что диссертационная работа Г.М. Плаксина «МЕТОД ЧИСЛЕННОГО БИМФОРМИНГА В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ В АЭРОАКУСТИКЕ» является завершенным научным исследованием, соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, **Плаксин Глеб Максимович**, безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник

ООО "Системы телекоммуникаций и информационной безопасности Шлюмберже"
подразделение «Научно-исследовательский центр»



/Софронов Иван Львович/

Султанова Юлия Александровна
Заведующий
Служба управления персоналом
10.05.2016