

Отзыв на автореферат диссертации

Плаксина Глеба Максимовича

«Метод численного бимформинга в вычислительном эксперименте в аэроакустике»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ»

В диссертации Г.М. Плаксина разработан и верифицирован метод численного бимформинга (идентификации акустических источников) для анализа данных, полученных в ходе вихреразрешающего CFD-моделирования. С помощью этого метода проанализированы источники шума, возникающие при турбулентном обтекании крыла модели прототипа сверхзвукового пассажирского самолета (СПС).

В первой главе диссертации описана постановка вычислительного эксперимента, сформулированы прямая и обратная задачи аэроакустики. Во второй главе представлены решения дискретной задачи численного бимформинга для источников монопольного и дипольного типа. Даны оценки на шаг сетки источника, расстояние между микрофонами и расстояние между источником и микрофонами, при которых обеспечивается устойчивость решения. Представлено тестирование метода на синтетических данных. В третьей главе обсуждается реализация метода численного бимформинга в программном комплексе NOISEtte. Представлен алгоритм программного модуля NumBeamForm, затронут вопрос распараллеливания кода, в том числе с использованием графических процессоров. Четвертая глава описывает численный бимформинг для задачи обтекания сегмента модельного крыла 30P30N с выпущенной механизацией. Обосновывается выбор расположения микрофонов и искомых акустических источников, проводится численный бимформинг для источников монопольного, дипольного и смешанного типов. В первом случае решение сравнивается с результатами натурного бимформинга по данным физического эксперимента, во втором случае акустическое поле найденных источников сравнивается с результатами анализа CFD-данных. В пятой главе разработанные методы применяются к задаче об обтекании крыла модели прототипа СПС. Выделены области наиболее интенсивного излучения на частоте 500 Гц и показано согласование с результатами традиционного бимформинга на этих же данных. Продемонстрировано, что источники, выделенные в полосе частот от 100 до 1000 Гц, дают в контрольных точках спектры сигнала, детально воспроизводящие спектры, полученные по методу FWH. Это говорит о корректном решении обратной задачи.

Тема диссертации обладает большой актуальностью, связанной с ужесточением норм ИКАО по шуму летательных аппаратов на местности и, следовательно, необходимостью оценки шума новых образцов авиационной техники и определения основных акустических источников на этапе проектирования. Разработанные в диссертации методы и алгоритмы, а также результаты идентификации акустических источников на крыле модели прототипа СПС обладают научной новизной. Практическая значимость работы определяется широким кругом задач проектирования летательных аппаратов, в которых численный бимформинг может использоваться для сокращения расходов на цикл разработки.

Автореферат написан аккуратно, ход работы изложен ясно и логично. Представленные в автореферате данные дают достаточно полное представление о проведенном исследовании. Тем не менее, по работе имеется несколько замечаний:

1. На стр. 11–12 приведена система уравнений Навье–Стокса. Однако для вихререзрешающих расчетов, как правило, в эти уравнения включают дополнительные подсеточные напряжения, возникающие из-за пространственной фильтрации поля течения. В автореферате не обсуждается, надо ли учитывать влияние этих членов в методе численного бимформинга и если да, то как.
2. На стр. 14–15 утверждается, что «При дискретной аппроксимации \mathcal{T} удается построить матрицу \mathcal{T}_a , которой соответствует число обусловленности $C_a = \text{cond}(\mathcal{T}_a^* \mathcal{T}_a)$, принимающее значение меньше, чем 10^5 ». Непонятно, из каких соображений указано значение именно 10^5 .
3. На стр. 18 показана зависимость ускорения от числа потоков только в режиме OpenMP, но не в режимах MPI и OpenCL, представляющих интерес при обработке больших объемов данных.
4. В списке основных результатов работы (стр. 26–27) нет количественных данных о точности разработанного метода.

Высказанные замечания не критичны и не снижают общей положительной оценки работы. Представленный автореферат позволяет заключить, что диссертация Г.М. Плаксина является законченным научным исследованием и удовлетворяет требованиям ВАК, указанным в пункте 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней (утверждено постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 16.10.2024 г.)). Считаю, что автор диссертации, Плаксин Глеб Максимович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Я, Трошин Алексей Игоревич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Плаксина Глеба Максимовича, и их дальнейшую обработку.

Старший научный сотрудник отделения аэродинамики
силовых установок ФАУ «ЦАГИ»
Кандидат физико-математических наук

Трошин Алексей Игоревич

27.05.2026 г.

Подпись Трошина Алексея Игоревича заверяю.
Ученый секретарь диссертационного совета 31.1.006.01
Доктор физико-математических наук, доцент



Брутян Мурад Абрамович

Государственный научный центр Федеральное автономное учреждение «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского» (ФАУ «ЦАГИ») 140180, г. Жуковский, Московская обл., ул. Жуковского, д. 1
www.tsagi.ru
Телефон: 8 (495) 556-43-03
e-mail: info@tsagi.ru