

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук Афанасьева Никиты
Александровича на тему: «Балансно-характеристические методы для
задач термоакустики и взаимодействия газовых потоков с упругими
телами»
по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ

Разработка, программная реализация и практическое применение новых численных методов решения гиперболических уравнений является актуальной задачей математического моделирования. Это связано с растущей ролью вычислительного эксперимента в разработке новых перспективных образцов сложной техники. В рассматриваемой работе представлены новые варианты известной схемы Кабаре, решающие некоторые ее проблемы при расчете транзвуковых течений, а также обобщающие ее на случай подвижных сеток и задач взаимодействия с подвижными границами. Предлагаемые новые численные алгоритмы подробно описаны и верифицированы на сравнении с рядом стандартных тестов. Хорошее качественное и количественное согласие демонстрирует корректность новых методов и обоснованность сделанных автором выводов. С использованием разработанных методов и пакета программ представлено численное моделирование ряда задач термоакустики в постановках, приближенных к реалистичным. Получены интересные результаты. Все предлагаемые модификации схемы Кабаре являются новыми.

По работе можно высказать следующие замечания, некоторые из которых являются предложениями по дальнейшей работе над схемой:

1. В обзоре литературы в автореферате ссылка 2 - не ТВД схема, а схема типа UNO/ENO. Корректные ссылки на первые ТВД схемы - работы В.П.

Колгана и Б. ван Лира. Схема FCT, по сути, тоже является TVD схемой. Далее, совершенно непонятно, почему в следующем предложении идея Колгана 1972 года приписана А. Хартену. Такие же спорные утверждения содержатся и в тексте диссертации (с другой нумерацией литературы).

2. На стр. 8 диссертации указано, что все способы борьбы с проблемой звуковых точек у противопоточных схем сводятся к некоторой коррекции потоков. Это утверждение довольно спорно, так как в наиболее популярных римановских решателях HLL и HLLC никаких специальных процедур для расчета звуковых точек не предусмотрено. ТВД и ВИНО схемы с этими решателями автоматически (по построению) выдают корректный результат.

3. В работе отсутствуют тесты сходимости нелинейного варианта схемы Кабаре (с включенным монотонизатором), что особенно актуально для обобщения схемы (1) на 4 порядок аппроксимации; (2) на системы нелинейных уравнений. По мнению рецензента, часть уникальных особенностей схемы Кабаре может быть потеряна при включении монотонизатора. Помимо этого, 4 порядок будет недостижим. Было бы интересно видеть табличку ошибок в максимальной норме, а не только L2. Отметим, что схемы нелинейные версии методов WENO и ADER демонстрируют высокий (до 9го) порядок аппроксимации на гладких решениях и правильный расчет разрывов (без существенных осцилляций).

4. В разделе 2.3 для расчетов используется $CFL=0.3$, в то время как стандартные ТВД схемы используют $CFL=0.8 \dots 0.9$, чем достигается известный выигрыш во времени счета (до 3х раз). Чем вызван выбор $CFL=0.3$ для схемы Кабаре?

5. В главе 2 рассматривается только случай плоского дна. Практически важным является случай переменного дна и обеспечение свойства сбалансированности схемы (т.н. well-balanced scheme). Помимо этого, сложным для расчета является случай ступенчатого дна, который рассматривался в ряде

работ, в том числе в работе оппонента (с соавторами Р. Бернетти и Э.Ф. Торо). В диссертации ничего не говорится о применимости схемы Кабаре в этих случаях.

6. В целом, в диссертации не хватает сравнений с более простыми и распространенными противопоточными ТВД схемами типа MUSCL и со схемами WENO/ADER.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Афанасьев Никита Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, руководитель Отделения 2 "Моделирование сложных физических и технических систем".

«Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской академии наук"»

Титарев Владимир Александрович

03/11/2023



Контактные данные: тел.: +74991351098, e-mail: vladimir.titarev@frcsc.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Адрес места работы:

119333, Москва, ул. Вавилова, д.44, кор.2.

Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской академии наук", Отделение 2 "Моделирование сложных физических и технических систем"

Тел.: +7 (499) 135-62-60, e-mail: frcsc@frcsc.ru

Подпись сотрудника Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской академии наук" В.А.

Титарева удостоверяю: