

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Крапошина Матвея Викторовича «Математическое моделирование сжимаемых течений с использованием гибридного метода аппроксимации конвективных потоков», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Современные тенденции развития и совершенствования методов численного моделирования направлены, прежде всего, на универсальность используемых математических моделей и широту охвата классов решаемых задач. Цели и задачи данной диссертационной работы в полной мере соответствуют этим тенденциям.

Диссертация посвящена разработке и реализации гибридного численного метода, основанного на аппроксимации конвективных слагаемых при моделировании сжимаемых течений в широком диапазоне чисел Маха. Теоретическая и практическая реализация метода позволяет исследовать в рамках единого подхода дозвуковые, около- и сверхзвуковые течения. Решение этой задачи повышает универсальность рассматриваемых математических моделей и значительно расширяет область применения численных методов. Учитывая изложенное, диссертационная работа М.В. Крапошина является актуальной и представляет интерес для специалистов.

Научная новизна работы состоит в том, что автором разработан новый гибридный численный метод моделирования, в основу которого положены методы двух типов: расщепления и Годуновского. Эти методы имеют свои преимущества и недостатки, которые на практике связаны с поиском оптимального соотношения между: соблюдением критериев устойчивости, монотонности решения, ограничениями по шагу времени. Оригинальная идея

М.В. Крапошина состоит: во-первых, в преобразованиях соотношений схемы Курганова-Тадмора для конвективных слагаемых в уравнениях переноса, во-вторых, в принципиальном изменении алгоритма связывания решения для полей скорости, давления и плотности типа PISO или SIMPLE и, в-третьих, в применении функции-переключателя, определяющей схему аппроксимации конвективных слагаемых в зависимости от локальных свойств среды и величины шага по времени.

Практическая ценность диссертационной работы состоит в том, что разработанный гибридный численный метод реализован в виде самостоятельных программных приложений на языке C++ на основе открытой платформы «OpenFOAM». Следовательно, заинтересованные отечественные и зарубежные специалисты имеют возможность на практике использовать разработанный соискателем гибридный метод для решения широкого круга прикладных задач гидро-, газо- и аэродинамики, а также сократить время разработки новых моделей благодаря возможности повторного использования имеющихся стандартных алгоритмов и библиотек.

Особое практическое значение имеют демонстрация возможностей применения, тестирование и верификация гибридного метода, приведенная в главе 3. Для ядерной энергетики актуальной является возможность пространственного моделирования двухфазных течений в гомогенном приближении с учетом сжимаемости среды для получения численных оценок как интегральных характеристик, так и пульсаций давления и уровня акустического шума при перемешивании потоков в энергетических устройствах.

Гибридный метод М.В. Крапошина внедрен в практику математического моделирования отечественными и зарубежными научными коллективами для решения актуальных прикладных задач.

Автореферат диссертации был доложен соискателем и обсуждён на семинаре в Курчатовском комплексе ядерных транспортных энергетических

технологий 13.02. 2017 г. Работа была одобрена и её результаты рекомендованы к использованию при разработке конкретных программ расчёта установок.

К сожалению, представленная работа не лишена недостатков.

1. Эффективность решения задачи оценки качества метода (глава 3) определяется во многом набором тестовых случаев, которые необходимо выбирать систематическим образом. Следует отметить, что в третьей главе диссертации определенная системность анализа присутствует, но для полноценного исследования качества численного метода этих результатов может быть недостаточно.
2. В тексте автореферата недостаточно четко очерчены границы применимости предложенного гибридного метода.
3. В главе 3 использование термина валидация неоправданно. В этой главе речь идёт о верификации предложенного метода на основе проверочных расчётов нескольких известных экспериментальных данных.
4. Приведенные на странице 17 ссылки на применение предложенного соискателем метода зарубежными исследователями - некорректны, поскольку нужны точные координаты источников (год, название печатного издания, т.д.)

Несмотря на замечания, можно констатировать, что диссертация М.В. Крапошина посвящена актуальной проблеме, выполнена на хорошем теоретическом и прикладном уровне, и является практически значимой. Работа представляет собой законченное, самостоятельно выполненное научное исследование и отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям.

Выполненная работа демонстрирует высокую квалификацию соискателя М.В. Крапошина, заслуживающего присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Кандидат физико-математических наук,
начальник лаборатории
тел. (499)196-9964
НИЦ «Курчатовский институт»
Москва, пл. Академика Курчатова, д.1



Вячеслав Парфеньевич Быков

Подпись В.П. Быкова заверяю:

Главный ученый секретарь НИЦ
«Курчатовский институт»



С.Ю. Стремоухов