

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Истоминой Марии Александровны

**«Численное моделирование гидродинамических структур с помощью
квазигазодинамического алгоритма и создание нового вычислительного ядра в
открытом программном комплексе OpenFOAM»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертационная работа Истоминой М.А. посвящена расширению возможностей квазигазодинамического (КГД) подхода и совершенствованию соответствующих численных алгоритмов для моделирования течений газа в сложных практически важных задачах из области гидродинамики и астрофизики, а также созданию и внедрению программной реализации нового вычислительного ядра QGDFoam в рамках открытого проекта OpenFOAM. Диссертационная работа является, безусловно, актуальной, так как вносит существенный вклад в решение авангардных задач с помощью, доступного широкому кругу исследователей, открытого комплекса OpenFOAM.

В автореферате представлен вывод различных вариантов записи КГД систем уравнений газовой динамики, в том числе уравнений в приближении мелкой воды и баротропном приближении для декартовой и полярной системы координат. Продемонстрирована эффективность КГД подхода для уравнений мелкой воды на задаче о распаде разрыва на примере гидравлического скачка.

Автором работы построена математическая модель, описывающая нелинейный процесс формирования незатухающей уединенной волны в рамках приближения мелкой воды с использованием КГД подхода. Впервые проведено прямое численное моделирование задачи о формировании уединенной волны в кольцевом аэро-гидроканале. Сравнение полученного численного решения уединенного ветро-волнового солитона хорошо согласуется с экспериментом и построенным аналитическим вариантом решения.

На основе КГД системы баротропных уравнений в полярной системе координат автором построена оригинальная математическая модель формирования спирально-вихревых структур во вращающемся газовом аккреционном диске. Результаты вычислительных экспериментов демонстрируют процесс формирования рукавов плотности с раздвоением и перераспределением углового момента на основе чисто гидродинамического механизма без участия эффектов нагрева и самогравитации в газе.

В работе представлен вариант внедрения КГД подхода и соответствующих алгоритмов в комплекс программ OpenFoam в виде нового вычислительного ядра QGDFoam. Проведена валидация ядра на серии одномерных тестовых задач о распадах разрыва. Приведены результаты сравнения ядра QGDFoam на той же серии тестов со встроенным в комплекс OpenFOAM решателем rhoCentralFoam, предназначенным для расчета нестационарных течений сжимаемого газа по схеме типа Годунова повышенного порядка точности.

В приложении к работе представлено расширение КГД алгоритма для решения одномерных задач магнитной гидродинамики в приближении мелкой воды. Тестирование алгоритма проведено на задачи о сильном и слабом разрыве.

По содержанию автореферата можно высказать следующие **замечания**:

1) Для оперативного решения сложных практически важных задач из области гидродинамики и астрофизики, как правило, требуются существенные вычислительные мощности, которые на данный момент могут обеспечить лишь высокопроизводительные вычислительные системы. Разработка газодинамических программных комплексов для таких систем требует модификации классических и создания новых алгоритмов под параллельную архитектуру вычислителей. Как отмечает автор, разработанные КГД алгоритмы обладают свойством простоты и эффективности реализации на высокопроизводительных

вычислительных системах, но при этом в автореферате не освещена их параллельная реализация и анализ производительности, масштабируемости и эффективности программного кода.

2) В автореферате не отражены выводы по сопоставлению разработанного вычислительного ядра QGDFoam и встроенного в OpenFOAM решателя rhoCentralFoam.

Считаю, что, судя по автореферату, диссертационная работа Истоминой Марии Александровны является законченной научно-квалифицированной работой, выполненной автором на высоком научном уровне, и отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Доктор физико-математических наук (специальность 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»), профессор

В.А.Галкин

628412, Ханты-Мансийский автономный округ, гор. Сургут, пр. Ленина, 1, бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского округа-Югры «Сургутский государственный университет», Политехнический институт, тек. +(3462)763101
e-mail: val-gal@yandex.ru

Подпись Галкина Валерия Алексеевича «заверяю»
Ученый секретарь, профессор
Н.В.Кузьмина

