

## Отзыв научного руководителя

о диссертационной работе 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”

Истомина Мария Александровна закончила с отличием физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова в 2006 г. и в 2006—2009 гг. обучалась в аспирантуре ИММ РАН. В настоящее время Истомина М.А. работает в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН в должности младшего научного сотрудника. За это время перед ней были поставлены задачи, связанные с выполняемыми в ИПМ исследованиями по совершенствованию численных алгоритмов расчета газодинамических течений и расширению возможностей применения этих алгоритмов для их практического использования с применением сложных неструктурированных сеток и высокопроизводительных вычислительных систем. Актуальность разрабатываемой тематики не вызывает сомнений. Результаты выполненных работ послужили основой представленной диссертации, в которую вошли задачи гидродинамики и астрофизики, а также создание нового вычислительного ядра в открытом программном комплексе OpenFOAM.

Текст диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения.

Во введении обосновывается актуальность работы и приводятся основные положения, выносимые на защиту.

В Гл. 1 приведены варианты записи квазигазодинамических (КГД) уравнений, которые используются в последующих главах, и приведен пример построения регуляризованной системы уравнений в приближении мелкой воды.

В Гл. 2 впервые проведено прямое численное моделирование задачи о формировании уединенной волны, которая формируется в ветро-волновом кольцевом гидроканале в экспериментах, выполненных на установке физического факультета МГУ. Показано, что построенная автором модель и найденные значения сил трения и ветрового воздействия позволяют наблюдать формирование такой волны.

В Гл. 3 впервые построена математическая модель спирально-вихревых структур во вращающемся газовом аккреционном диске в рамках баротропных уравнений Эйлера с применением КГД подхода и использованием уточненных начальных условий. Проведенные автором численные эксперименты показали процесс формирования отстающих рукавов плотности и их расщепление вблизи периферии диска.

Гл. 4 посвящена расширению возможностей КГД алгоритма для расчета задач газовой динамики с использованием неструктурированных пространственных сеток и мощных вычислительных комплексов. Здесь приведено краткое описание открытого программного комплекса OpenFoam и разработка в нем нового вычислительного ядра на основе КГД алгоритма (QGDFoam), доступное внешним пользователям. Для этого КГД алгоритм переписан в терминах, принятых в указанном программном комплексе и адаптирован к специфическим требованиям, заложенным в этом комплексе. В рамках программного

комплекса проведено сравнение решателей QGDfoam и ранее разработанного rhoCentralFoam на примере системы одномерных тестов о распадах разрыва.

В заключении приведены основные результаты работы.

В Приложении к работе приведен способ построения КГД уравнений в приближении мелкой воды с учетом электромагнитного поля и проделанные в этом приближении тестовые расчеты. Данную модель в дальнейшем предполагалось использовать для численного моделирования МГД Солнца.

Полученные результаты М.А. Истомина оформила в виде 7 публикаций, 6 из которых относятся к списку ВАК. Результаты работы были доложены более чем на 10 научных конференциях и семинарах. Работа была поддержана тремя грантами РФФИ.

За время работы в институте М.А. Истомина проявила себя как специалист высокого уровня, с хорошей математической подготовкой, умением ставить задачи, пониманием их физической сущности, умением программировать и разбираться в существующих программных комплексах. Кроме того, следует отметить ее способность находить контакты с учеными из смежных областей – экспериментаторами (эксперимент на кафедре физики моря и вод суши физического факультета МГУ), астрофизиками (постановка задачи об аккреционном диске, МГД Солнца) и программистами (освоение и совершенствование открытого программного комплекса OpenFOAM). Написанные ей программы в рамках открытого комплекса OpenFOAM в настоящее время используются другими исследователями.

На основании вышесказанного считаю, что диссертационная работа Марии Александровны Истоминой соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а ее автор заслуживает присуждения ей степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель,

Доктор физико-математических наук профессор

Главный научный сотрудник 16 отдела

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН



Т. Г. Елизарова

Подпись Т.Г. Елизаровой удостоверяю:  
ученый секретарь ИПМ им. М.В.Келдыша РАН  
кандидат физико-математических наук



А. И. Маслов