

Отзыв официального оппонента
на диссертацию Хандеевой Надежды Александровны
«Исследование монотонности и точности схемы CABARET»
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.01.07 – «Вычислительная математика»

Актуальность темы исследования. Поскольку технологическое развитие современного общества напрямую связано с разработкой новых эффективных вычислительных алгоритмов, то тема диссертации, в которой изучаются и развиваются новые варианты схемы CABARET повышенной монотонности и точности, безусловно является актуальной.

Научная и практическая значимость. Полученные результаты вносят существенный вклад в развитие теории схемы CABARET и могут быть использованы для создания новых перспективных модификаций этой схемы, предназначенных для численного моделирования сложных гидро- и газодинамических течений.

Научная новизна работы и основных результатов. Впервые предложены модификации схемы CABARET, обеспечивающие: 1) повышенную точность на локальных экстремумах точного решения при аппроксимации скалярного закона сохранения, 2) монотонность по Годунову при расчёте скалярного закона сохранения с выпуклым потоком, 3) выполнение разностного аналога энтропийного неравенства, что гарантирует отбор устойчивых ударных волн.

Соответствие специальности: представленное диссертационное исследование проведено в рамках специальности 01.01.07 – «Вычислительная математика».

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Полный объём диссертации составляет **117** страниц текста. Список литературы содержит **75** наименований. Объём и структура диссертации соответствует общепринятым по указанной специальности.

Во **введении** обоснована актуальность работы, приведено кратное изложение содержания работы, сформулированы основные результаты и раскрыта из новизна.

Первая глава описывает стандартные варианты схемы CABARET для аппроксимации задачи Коши для квазилинейного гиперболического скалярного закона сохранения с выпуклой функцией потока. Показано, что стандартная двухслойная по времени схема CABARET не является монотонной и при числах Куранта больше 0.5 не обеспечивает полного распада неустойчивого сильного разрыва начальных данных.

Во **второй главе** показано, что двух-с-половиной-слойная по времени схема CABARET снижает порядок сходимости в областях локальных экстремумов рассчитываемых обобщённых решений при аппроксимации скалярного закона сохранения. Предложена модифицированная коррекция потоков, которая сохраняет повышенную точность схемы в областях локальных экстремумов.

В **третьей главе** получена модификация двухслойной по времени схемы CABARET, обеспечивающая монотонность данной схемы при аппроксимации скалярного закона сохранения с выпуклым потоком, как в областях, в которых скорость распространения

характеристик имеет постоянный знак, так и в случае, когда скорость распространения характеристик аппроксимируемого дивергентного уравнения меняет знак.

В **четвёртой главе** для двухслойной по времени схемы CABARET, аппроксимирующей скалярный закон сохранения с выпуклым потоком, получен разностный аналог энтропийного неравенства и предложен метод, обеспечивающий в разностном решении полный распад неустойчивых сильных разрывов для любых чисел Куранта, при которых данная схема является устойчивой.

В **пятой главе** предложен метод расщепления по физическим процессам для двухслойной по времени схемы CABARET, аппроксимирующей неоднородный скалярный закон сохранения с выпуклой и монотонно возрастающей функцией потока.

В **заключении** сформулированы основные результаты работы и обозначены перспективы дальнейших исследований.

Основные результаты по теме диссертации опубликованы и представлены в соответствии с правилами ВАК. Все результаты достоверны и научно обоснованы, выводы диссертации подтверждаются доказанными в работе утверждениями и проведенными сериями численных расчетов.

Замечания к диссертации.

- 1) Почему во второй главе диссертации рассматривается двух-с-половиной-слойный по времени вариант схемы CABARET, а в других главах рассматривается двухслойный вариант этой схемы? Можно ли модификацию двух-с-половиной-слойной по времени схемы CABARET, предложенную во второй главе, перенести на двухслойную по времени схему?
- 2) В пункте 2.1 даётся модификация двух-с-половиной-слойной по времени схемы CABARET в случае аппроксимации линейного уравнения переноса, а в пункте 2.2 — в случае аппроксимации скалярного закона сохранения. Так как пункт 2.1. является частным случаем пункта 2.2, его можно убрать из диссертации.
- 3) Имеются некоторые опечатки в формулах. В частности, в формуле 2.5 неправильно задана область определения функции: вместо $x < 0$; $x > 0$ должно стоять $x \leq 1$, $x > 1$.
- 4) В постановках задач не указано, в какой области рассматриваются уравнения.
- 5) Некоторые предложенные разностные схемы зависят от параметров. Например, формула 2.13 и формула 3.48. Могут ли эти параметры существенно влиять на численное решение? Если могут, то как их правильно выбирать?

Заключение о работе. Представленная к защите работа Хандеевой Н.А. является полноценным самостоятельным исследованием на важную и актуальную тему. Приведенные выше замечания имеют отчасти дискуссионный характер и не влияют на итоговую положительную оценку работы.

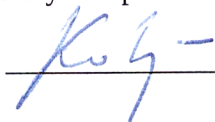
Основные положения диссертационной работы достаточно полно опубликованы в открытой печати и прошли соответствующую апробацию. В автореферате обоснована актуальность исследования, его цели и задачи, научная новизна, практическая ценность и значимость научных результатов, выносимых на защиту. Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертационная работа Хандеевой Надежды Александровны соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 – «Вычислительная математика».

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой вычислительной математики механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

д.ф.-м.н.



Кобельков Георгий Михайлович

Кобельков Георгий Михайлович — доктор физико-математических наук по специальности 01.01.07 – «Вычислительная математика», заведующий кафедрой вычислительной математики механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Адрес: 119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

Телефон: + 7(495) 939-38-34

E-mail: kobelkov@dodo.inm.ras.ru

10.03.2021 г.

Подпись Г.М. Кобелькова заверяю

