ПОПОВ ИГОРЬ ВИКТОРОВИЧ

**МЕТОД АДАПТИВНОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ВЯЗКОСТИ**

**ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ**

По материалам докторской диссертации по специальности 1.1.6 – Вычислительная математика

Аннотация

В докладе будет представлен метод адаптивной искусственной вязкости (метод АИВ) применительно к различным неустойчивым одномерным и многомерным разностным схемам. Доказана   
их аппроксимация, устойчивость и сходимость. Последовательно рассматриваются линейные, нелинейные, одномерные и многомерные задачи уравнения переноса. Большое внимание уделяется вопросу реанимации разностных схем неустойчивых, а поэтому не используемых   
в вычислительной практике.

Далее рассматриваются системы гиперболических уравнений: система уравнений Эйлера в одномерном и многомерном случае с поправками   
Лакса-Вендроффа, в многомерном случае метод АИВ реализован   
на неструктурированных сетках. На основе созданного комплекса программ приводятся сравнения с современными численными методами на ряде тестовых задач. Также в работе рассматривается система уравнений   
Навье-Стокса на неструктурированных сетках с поправками   
Лакса-Вендроффа.

Для этих систем был применен метод АИВ и получены оценки   
искусственной вязкости для обеспечения устойчивости и монотонности.

На основе построенных схем приводятся численные эксперименты   
для ряда практических задач, таких как задача, связанная с двухфазной фильтрацией, численное моделирование неустойчивости   
Рихтмайера-Мешкова и задача отражения ударной волны от оси симметрии   
в неравномерном потоке с образованием циркуляционной зоны.

Данная работа является продолжением монографии Попова И. В., Фрязинова И. В. «Метод адаптивной искусственной вязкости численного решения уравнений газовой динамики».

Список некоторых публикаций.

1. Popov I.V Finite-difference method for the stabilization of the solution of the transport equation for an unstable difference scheme. [Differential Equations. 2016. Т. 52. № 7. С. 951-961.](https://elibrary.ru/item.asp?id=27135085)
2. Попов И.В., Фрязинов И.В. Метод адаптивной искусственной вязкости. Письма в ЭЧАЯ. 2011, Т.8, №5(168) С. 817-822 (Компьютерные технологии в физике).
3. I.V. Popov, I.V. Fryazinov. Finite-Difference Method for Solving Gas Dynamics Equations Using Adaptive Artificial Viscosity. Mathematical Models and Computer Simulations, 2009, V1, № 4, pp. 493-502
4. Попов И.В., Фрязинов И.В. Метод адаптивной искусственной вязкости для уравнений газовой динамики на треугольных и тетраэдральных сетках. Математическое моделирование. 2012, 24(6), 109-127.
5. Попов И.В., Фрязинов И.В. Расчеты двумерных тестовых задач методом адаптивной искусственной вязкости. Математическое моделирование, 2010, 22(5), 57-66
6. I. V. Popov, Numerical methods with adaptive artificial viscosity for solving of the Navier–Stokes equations, Math. Models Comput. Simul., **9**:4 (2017), 489–497.
7. Бочарова O.Б, Лебедев М.Г., Попов И.В., Ситник В.В., Фрязинов И.В. Отражение ударной волны от оси симметрии в неравномерном потоке с образованием циркуляционной зоны. // Математическое моделирование. 2013, 25(8), 33-127.
8. Попов И.В., Фрязинов И.В. Метод адаптивной искусственной вязкости численного решения уравнений газовой динамики. // М., «КРАСАНД», 2014. – 288 с., 18 п.л.

Положения диссертации, которые выносятся на защиту:

1. На примере линейного и нелинейного уравнений переноса теоретически исследована аппроксимация и доказана устойчивость разностных схем для метода АИВ.
2. Разработан метод АИВ для численного решения задач газовой динамики, найден диапазон изменения коэффициента искусственной вязкости. Разработан алгоритм введения адаптивной искусственной вязкости в задачах с различными типами разрывов.
3. Разработан метод АИВ для численного решения уравнений Навье-Стокса на структурированных и неструктурированных сетках, получена величина коэффициента искусственной вязкости.
4. Проведена верификация метода АИВ на известных тестовых задачах и выполнено сравнение метода АИВ с другими известными численными методами. Он прост в реализации, экономичен с вычислительной точки зрения, не требует решения задачи Римана о распаде произвольного разрыва и показал хорошее совпадение с результатами других методов.
5. Результаты, полученные по методу АИВ, подтвердили хорошее совпадение с результатами других современных методов.
6. Созданы комплексы программ для решения задач вычислительной гидродинамики на основе уравнений Эйлера и уравнений Навье-Стокса с использованием метода АИВ.