

УДК 519.6

## **Применение разрывного метода Галеркина для реализации RANS-моделей турбулентности на динамических локально-адаптируемых сетках\***

Жалнин Р. В., Кулягин А. И.

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

Решение внешних и внутренних задач аэродинамики неизбежно приводит к необходимости моделирования турбулентных течений [1]. Пренебрежение этими явлениями может привести к искажению характера моделируемого течения и, как следствие, к значительной погрешности результатов. Прямое численное моделирование турбулентных течений требует использования подробных сеток, что препятствует эффективному решению сложных промышленных задач. На сегодняшний день одним из основных подходов к моделированию турбулентных течений остается использование RANS-моделей турбулентности. Суть этого метода заключается в осреднении параметров течения и определении влияния на течение пульсационной турбулентной составляющей с помощью некоторой полуэмпирической модели турбулентности [1]. Имеется достаточно большое количество моделей, замыкающих RANS-уравнения. Среди них можно выделить модель Спаларта-Аллармаса [2], обладающую рядом преимуществ таких как простота использования, применимость для широкого диапазона типов течений.

В данном докладе описывается реализация модели Спаларта-Аллармаса в программном комплексе CHARM\_3D. Осредненная по Рейнольдсу система уравнений Навье-Стокса дискретизируется разрывным методом Галеркина на трехмерных динамических локально-адаптируемых сетках, уравнение модели турбулентности дискретизируется с использованием одной базисной функции (что эквивалентно методу конечных объемов).

Были выполнены расчеты для задачи об обтекании профиля НАСА0012 потоком газа с числом Маха  $M = 0.7$  [3] и для задачи об обтекании профиля RAE2822 потоком с числом Маха 0.721 и углом атаки  $2.31^\circ$  [4].

Получено приемлемое совпадение с экспериментом.

### **Литература**

1. Гарбарук А. В., Стрелец М. Х., Шур М. Л. Моделирование турбулентности в расчетах сложных течений. Учебное пособие, Издательство Политехнического Института, Санкт-Петербург, 2012.
2. Spalart P. R., Allmaras S. R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flows. AIAA Paper 1992-0439. doi:10.2514/6.1992-439
3. Harris C. D. Two-Dimensional Aerodynamic Characteristics of the NASA 0012 Airfoil in the Langley 8-Foot Transonic Pressure Tunnel. NASA TM-081927. 1981.
4. Cook P. H., McDonald M. A., Firmin M. C. P. Aerofoil RAE2822 – pressure distribution, and boundary layer and wake measurements. AGARD-AR-138, 1979.

---

\*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-41-130001

MSC2020 76M10 76F40

## **Application of the discontinuous Galerkin method to implement RANS-models of turbulence on AMR**

R. V. Zhalnin, A. I. Kulyagin

National Research Mordovia State University