# РАСШИРЕНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДА ПЕНАЛИЗИРОВАННЫХ ПРИСТЕНОЧНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ АЭРОДИНАМИКИ

**Н.А. Клюев**

*ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва*

*nik_kluev@mail.ru*

Использование методов пристеночных функций для моделирования турбулентных течений с применением осреднённых по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса позволяет существенно снизить требования к пристеночному разрешению, что приводит к ускорению процесса моделирования по сравнению с расчётами с разрешённым пограничным слоем.

В работе представлены модификации метода пенализированных пристеночных функций (метод ППФ) [1, 2], который имеет дифференциальную формулировку, что обуславливает его повышенную гибкость по сравнению с классическими подходами. В частности, имеется возможность изменять положение точки сшивки (место согласования пристеночной модели и внешнего решения) в зависимости от локальных характеристик течения. Например, для лучшего описания отрывных течений. В работе исследуются различные модификации формулировки адаптации положения точки сшивки. Формулировки тестируются и сравниваются на задачах об отрывном обтекании пластины и обтекании аэродинамического профиля. Вычислительный алгоритм метода ППФ реализован на базе программного комплекса NOISEtte [3].

Метод ППФ [1, 2] был сформулирован для модели турбулентности Спаларта-Аллмараса. В работе представлен вариант адаптации метода ППФ для модели $k-\omega$ SST Ментера, которая широко применяется для решения практических и научных задач. Представленный в работе способ обобщения был успешно протестирован на модельных двумерных задачах.

*Список литературы:*

1. Васильев О.В., Жданова Н.С. Метод моделирования турбулентного пограничного слоя на основе аналитических законов стенки в формулировке метода характеристических штрафных функций // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2023. Т. 63. № 5 С. 778–794. https://doi.org/10.31857/S0044466923050198
2. Vasilyev O.V., Zhdanova N.S. Generalization of the Penalized Wall Function Method for Modeling of Turbulent Flows with Adverse Pressure Gradient // Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2023. Vol. 63, Issue 12. Pp. 2384–2401. https://doi.org/10.1134/S0965542523120199
3. Gorobets A., Bakhvalov P. Heterogeneous CPU+GPU parallelization for high-accuracy scale-resolving simulations of compressible turbulent flows on hybrid supercomputers // Computer Physics Communications. 2022. Vol. 271. P. 108231 https://doi.org/10.1016/j.cpc.2021.108231