

## **Программа расчета инкрементов роста доминирующих двумасштабных магнитных мод, генерируемых течением Тейлора-Грина (2SMIMGEN)**

*Андреевский Александр Андреевич, Желиговский Александр Владиславович*

В программе расчета инкрементов роста доминирующих двумасштабных магнитных мод, генерируемых течением Тейлора-Грина, реализован метод В.А. Желиговского расчета доминирующих мод линейного оператора, полученного из оператора магнитной индукции в предположении (не приводящего к потере общности), что доминирующая двумасштабная мода является короткомасштабной модой, амплитудно модулированной гармоникой Фурье, которая зависит от медленной переменной. Указанный оператор представляет собой комплекснозначный короткомасштабный линейный эллиптический оператор. Результат его действия вычисляется псевдоспектральным методом с применением быстрого преобразования Фурье. Вычисления проводятся последовательно для определенного интервала соотношения масштабов с определенным шагом. Начальный вектор для итерационного процесса, осуществляемого комплексом EIGEN, вычисляется посредством полиномиальной экстраполяции, что позволяет получить, как правило, весьма точные начальные приближения и существенно уменьшить число итераций, необходимых для вычисления магнитной моды достаточной точности (применяемое условие останова: погрешность в  $L_2$ -норме не превышает  $1e-10$ ).

Данная реализация программы предназначена для расчета инкрементов роста наименее устойчивых мод, генерируемых модифицированным течением Тейлора-Грина, однако ее легко модифицировать для случая произвольного стационарного пространственно-периодического короткомасштабного течения. Модификация сводится к замене подпрограммы UV расчета скорости течения на равномерной сетке в параллелепипеде периодичности, а также для течений общего вида необходимо проводить деалиасинг согласно "правилу 2/3" С. Орзага.

Программа написана на языке Fortran-90, предназначена для использования на любой платформе под управлением операционных систем UNIX и LINUX в режиме командной строки. Объем исходного текста 19 Кб, загрузочного модуля LINUX 1857 Кб. Вычисления проводятся с двойной точностью (данные типа `real*8`), однако (незначительная по объему) часть вычислений в подпрограммах комплекса EIGEN выполняются с четверной точностью (данные типа `real*16`).

Пространственное разрешение по каждой декартовой переменной задается параметрами подпрограмм `nr1`, `nr2` и `nr3` в предложениях PARAMETER Фортрана; их

изменение требует перетрансляции программы. При начале работы программы пользователь задает ряд параметров, включая молекулярную магнитную диффузию, единичный волновой вектор, определяющий амплитудное модулирование двумасштабной моды, а также интервал соотношений масштабов, для которых надо вычислить указанный тензор, и шаг его изменения.

На выходе программа создает два файла в коде ASCII с результатами расчетов:

- Файл `lambda` содержит список инкрементов роста доминирующих двумасштабных магнитных мод, а также мнимых частей соответствующих собственных значений оператора магнитной индукции для всех отношений масштабов, для которых были проведены расчеты.
- Общий протокол выполнения вычислительной работы - решения последовательности задач на собственные значения (стандартный выход). Среди прочей информации, содержит энергетические спектры рассчитанных короткомасштабных составляющих двумасштабных магнитных мод, которые используются для контроля достаточности пространственного разрешения.

Кроме того, короткомасштабная составляющая каждой рассчитанной двумасштабной магнитной моды записывается в отдельный бинарный файл с хранением данных во внутреннем машинном представлении.