ГЛОБАЛЬНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ЭМПИРИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Французов В.А., **Артемьев А.В.**, **Петрукович А.А.**

ИКИ РАН, г. Москва, Россия, vafrantsuzov@yandex.ru

Увеличение объёма и качества спутниковых измерений функций распределения заряженных частиц открывает новые возможности в область изучения динамики плазменных систем в рамках анализа волновых процессов в этих системах. Линейные волновые характеристики локально однородной замагниченной плазмы описываются общим дисперсионным уравнением $D(\omega, \boldsymbol{k}) = 0$, нелинейность функциональных зависимостей в котором значительно усложняет нахождение численного решения с использованием дискретного (в пространстве скоростей) набора наблюдений: решение может быть неустойчивым и не иметь явного контроля ошибки аппроксимации.

Дискретность экспериментальных данных не позволяет однозначно определить зависимость дисперсионной функции $D(\omega, \boldsymbol{k})$ от частоты волны ω и волнового вектора $\boldsymbol{k}$, что предполагает аппроксимацию измеряемой функции распределения частиц f для последующего интегрирования в пространстве скоростей. В нашем докладе мы рассматриваем кусочно-линейную интерполяцию, которая позволяет не только точечно контролировать ошибку аппроксимации, но и разделить, и выразить интегралы дисперсионных соотношений через обобщенную гипергеометрическую функцию ${}_pF_q$, ошибка оценки которой хорошо определена. Получаемое дисперсионная функция $D(\omega, \boldsymbol{k})$ представляется в виде мероморфной функции в области $\mathrm{Im}(\omega) \geq 0$.

Проблема дальнейшего решения дисперсионного уравнения связана с отсутствием какой-либо информации о локальном поведении решений вследствие неаналитичности используемой (интерполированной) функции распределения f: методы, требующие начальные предположения для решения уравнения, могут сходится не к тому решению или же вообще быть неустойчивыми. Но мероморфность дисперсионной функции $D(\omega, \boldsymbol{k})$ в рассматриваемой области позволяет произвести анализ на основе аналитичности функции $\ln D(\omega, \boldsymbol{k})$ во всей области за исключением дискретного набора точек: нулей и полюсов $D(\omega, \boldsymbol{k})$. Используя принцип аргумента Коши и анализируя поток градиента функции $\ln|D(\omega, \boldsymbol{k})|$, возможно определить все нули и полюсы исследуемой функции в заданном регионе по ω.

Таким образом, предлагаемые методы позволяют получить все решения дисперсионного уравнения $D(\omega, \boldsymbol{k}) = 0$ в рассматриваемой области, ошибка которых контролируется точностью аппроксимации измеряемой функции распределения f. Глобальность алгоритма позволяет значительно повысить его устойчивость и общность.