

## О ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО СПЕКТРА МИКРО-ТУРБУЛЕНТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ РАДИАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ

С начала 90-х годов прошлого века рефлектометрия привлекает внимание исследователей, как не возмущающий плазму метод диагностики микро-турбулентности в больших токамаках. В простейшей одночастотной постановке эксперимента речь идёт об определении частотного спектра турбулентности и её уровня. С целью определения спектра турбулентности по волновым числам, или хотя бы их корреляционной длины, была предложена более сложная радиальная корреляционная рефлектометрия, использующая одновременное зондирование плазмы на двух частотах и последующий анализ результатов с помощью корреляционного подхода [1,2]. Интерпретация результатов в этой методике основана на предположении о её высокой локальности и аналогична используемой в корреляционной зондовой методике. Выводы о том, что кросскорреляционная функция сигнала ведет себя подобно кросскорреляционной функции турбулентности, не верны [3], но при этом все еще возможно восстановление спектра турбулентности, что и обсуждается в представленной работе.

Несмотря на длительное развитие теории флуктуационной рефлектометрии еще не решён в рамках одномерной модели вопрос о насыщении сингулярности в зависимости эффективности брэгговского рассеяния от волнового числа флуктуаций, обнаруженной ещё в [2,4]. Хотя насыщение этой сингулярности для случая синусоидальной флуктуации продемонстрировано при двумерном анализе [5] при волновом числе, равном обратному размеру системы, однако соответствующие формулы громоздки и не допускают простого предельного перехода к одномерному случаю. В то же время, как представляется, такая модификация флуктуационной рефлектометрии, как радиальная корреляционная рефлектометрия, с физической точки зрения одномерна и было бы желательно разработать адекватную ей в максимальной степени упрощённую теоретическую модель, что невозможно без решения задачи о насыщении сингулярности.

В данной работе изложена одномерная теория флуктуационной рефлектометрии, показано насыщение сингулярности эффективности рассеяния при малых волновых векторах несколькими независимыми методами и выведена общая формула, описывающая эффективность рассеяния. Корреляционный анализ для линейного профиля плотности плазмы показал, что кросскорреляционная функция не симметрична относительно точки отсечки опорной частоты. В работе предложен метод восстановления спектров и представлены результаты восстановления для двух различных исходных спектров флуктуаций для линейного профиля плотности плазмы. На основе теории разработан код, рассчитывающий эффективность рассеяния, кросскорреляционную функцию сигналов и восстанавливающий спектр флуктуаций плотности плазмы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 06-02-17212-а и CNRS.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. H.Hutchinson, 1992 PPCF **34** 1225.
2. N.Bretz, 1992 Physical Fluids **B4(8)** 2414.
3. G.Leclert, S.Heraux, E.Z.Gusakov, A.Yu.Popov, I.Boucher, L.Vermate, 2006 PPCF **48** 1389.
4. B.B.Afeyan, A.E.Chou, B.I.Cohen, 1994 PPCF **37** 315.
5. E.Z.Gusakov, M.A.Tyntarev, 1997 Fusion Engineering and Design **34-35** 501-505.