определение характеристик турбулентности в нелинейном режиме рефлектометрии [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Третинников П.В., 1Гусаков Е.З., 2Heuraux S.

1ФТИ им. Иоффе, 26 Политехническая, 194021, Санкт-Петербург, Россия,  
 [post@mail.ioffe.ru](mailto:post@mail.ioffe.ru)   
2Institut Jean Lamour CNRS, Univ. de Lorraine, BP 50840, 54011 Nancy, France,  
 [ijl-communication@univ-lorraine.fr](mailto:ijl-communication@univ-lorraine.fr)

Радиальная корреляционная рефлектометрия (РКР) является одним из основных методов для диагностики турбулентности плазмы в термоядерных установках с магнитным удержанием плазмы. Традиционно полагалось, что путем зондирования плазмы разными частотами можно определить радиальную корреляционную длину турбулентности просто как разницу между отсечками, при которой спадает кросскорреляционная функция (ККФ) сигналов на соответствующих частотах. Однако оказалось, что такой прямолинейный подход не всегда корректен, он может привести к переоценке корреляционной длины в линейном режиме рассеяния [1, 2] и ее недооценке в нелинейном режиме, характерном для больших установок, как это было показано в результате развития аналитической нелинейной теории РКР в одномерной [3] и двумерной [4] моделях. Согласно этой теории, если уровень турбулентности достаточно большой, пространственная корреляционная длина сигнала является функцией и амплитуды турбулентности, и ее радиальной корреляционной длины, и кажется, что таким образом не может быть использована для определения чего-то одного.

Другой метод анализа сигнала рефлектометра был разработан для определения спектра турбулентности и как следствие амплитуды турбулентности [5]. Этот метод основан на связи между спектром турбулентности и спектром возмущения фазы (вызванной турбулентностью) волны, данная связь была описана в приближении Борна [6]. Предполагая, что основной вклад в рассеянное излучение происходит в области отсечки, теорема Парсеваля позволяет определить как уровень турбулентности, так и ее профиль.

В данной работе предлагается объединить эти два метода анализа данных сигнала рефлектометра для определения двух характеристик турбулентности, а именно ее амплитуды и радиальной корреляционной длины, в условиях нелинейного режима рефлектометрии. В качестве первого шага к практической реализации этой идеи мы выполнили численное моделирование рефлектометрического эксперимента и применили эти два способа обработки сигнала одновременно. На основе двумерной симуляции РКР эксперимента продемонстрированно, что такой подход позволяет определить одновременно амплитуду турбулентности и ее радиальную корреляционную длину.

Численной анализ в этой работе выполнен при поддержке гранта РНФ 22-12-00010.

Литература

1. I. Hutchinson (1992) *Plasma Phys. Control. Fusion* **34** 1225
2. E.Z. Gusakov and B.O. Yakovlev (2002) *Plasma Phys. Control. Fusion* **44** 2525
3. E.Z. Gusakov and A.Yu. Popov (2002) *Plasma Phys. Control. Fusion* **44** 2327-2337
4. E.Z. Gusakov and A.Yu. Popov (2004) *Plasma Phys. Control. Fusion* **46** 1393-1408
5. S. Heuraux et al (2003) *Rev. Sci. Instrum.* **74** 1501
6. C. Fanack et al (1996) *Plasma Phys. Cont. Fusion* **38** 1915

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Mu/en/BC-Tretinnikov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)