

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОДОБИЯ ПРОФИЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРОНОВ НА КВАЗИСТАЦИОНАРНОЙ СТАДИИ РАЗРЯДОВ В ТОКАМАКЕ ГЛОБУС-М2\*)

<sup>4</sup>Курские Г.С., <sup>1</sup>Сдвиженский П.А., <sup>4</sup>Жильцов Н.С., <sup>4</sup>Ткаченко Е.Е., <sup>4</sup>Теплова Н.В.,  
<sup>4</sup>Трошин Г.А., <sup>4</sup>Крыжановский А.К., <sup>1,2</sup>Кукушкин А.Б., <sup>3</sup>Соколов А.В.,  
<sup>3</sup>Волошинов В.В.

<sup>1</sup>НИЦ «Курчатовский Институт», Москва, Россия, [sdvizgenskii\\_pa@nrcki.ru](mailto:sdvizgenskii_pa@nrcki.ru)

<sup>2</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

<sup>3</sup>Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия

<sup>4</sup>Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

Статистический анализ [1] подобия профилей параметров плазмы (температуры  $T_e$ , плотности  $n_e$  и давления  $p_e$  электронов) на квазистационарной стадии тока в плазме (flat-top) на токамаке JET показал высокую степень самоорганизации плазмы и подтвердил гипотезу [2] (и её проверку в [3–7]) о существовании универсальных нормированных профилей (УНП) параметров плазмы, получаемых путём нормировки профилей на их характерные значения – в центре плазменного шнура или среднее значение по большей части объёма плазмы (по области  $\rho \leq \rho_{\max} = 0,5-1$ , где  $\rho$  – нормированный малый радиус как потоковая координата магнитной поверхности). В [1] показано, что с помощью УНП можно описать даже сильные скачки  $T_e(\rho, t)$ , до 100% по амплитуде, вызванные включением дополнительного нагрева.

Интерес представляет проведение аналогичного анализа по данным других установок. В этой работе проанализированы данные о  $T_e$  и  $n_e$ , полученные с помощью диагностики томсоновского рассеяния [8, 9] на квазистационарной стадии разрядов в токамаке Глобус-М2 [10], являющегося, в отличие от JET, компактным сферическим токамаком. Использована база данных того же типа, что и в [11], где было показано наличие универсальной связи  $T_e(\rho) = \text{const } n_e(\rho)^{1,65}$  на квазистационарной стадии разряда в Глобус-М2.

В настоящей работе показано, что относительное среднеквадратичное отклонение нормированного профиля  $T_e(\rho, t)$  от его среднего по времени значения при данном  $\rho$ ,  $\sigma_{T_e}(\rho, \rho_{\max})$ , при  $\rho_{\max} = 0,8$  и  $\rho = 0,1-0,7$  не превышает 10% в большинстве разрядов,  $\sigma_{T_e}(0,9, \rho_{\max})$  достигает более 20%. Значения  $\sigma_{T_e}(t, \rho_{\max})$ , описывающие средние по  $\rho$  отклонения при данном  $t$ , не превышают 10% в большинстве рассмотренных временных точек. Для профилей  $n_e(\rho, t)$  степень универсальности нормированных профилей примерно такая же. С помощью SvF-метода сбалансированной идентификации [12] найдена точность представления  $T_e(\rho, t)$  как произведения двух функций только одной переменной – времени и координаты.

### Литература

- [1]. Kukushkin A.B., et al. 2023 Plasma Phys. Control. Fusion, 65, 075009
- [2]. Coppi B. 1980 Comments Plasma Phys. Control. Fusion, 5, 261
- [3]. Esiptchuk Y.V., Razumova K.A. 1986 Plasma Phys. Control. Fusion, 28, 1253
- [4]. Razumova K.A. et al. 2008 Plasma Phys. Control. Fusion, 50, 105004
- [5]. Dnestrovskij Y.N., Dnestrovskij A.Y., Lysenko S.E. 2005 Plasma Phys. Reports, 31, 529
- [6]. Dnestrovskij Y.N. Self-Organization of Hot Plasmas: the Canonical Profile Transport Model. Springer, 2014
- [7]. Kadomtsev B.B. 1987 Sov. J. Plasma Phys. 13, 443
- [8]. Курские Г.С. и др. 2021 Письма в ЖТФ, 47, 41
- [9]. Жильцов Н.С. и др. 2024 Физика плазмы, 50, 271
- [10]. Minaev V.B. et al. 2017 Nucl. Fusion, 57, 066047
- [11]. Курские Г.С., Яньков В.В. и др. 2024 Письма в ЖЭТФ, 119, 34
- [12]. Sokolov A.V., Voloshinov V.V. Open Computer Science, 2020, 10, 283

\*) [DOI – тезисы на английском](#)