ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПЛОТНОСТИ ПЛАЗМЫ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ типичных разрядов ТОКАМАКА Т-11М [[1]](#footnote-1)\*)

Лешов Н.В., Мирнов С.В., Щербак А.Н.

АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», г. Троицк, Россия, leshov@triniti.ru

В работе исследуется возможность использования искусственной нейронной сети (ИНС) для предсказания электронной плотности в типичных разрядах токамака Т-11М. Дальнейшее сравнение предсказанной плотности для конкретных параметров разряда и реально измеренной плотности позволит говорить о каких-либо особенностях поведения плазмы, таких как переход в другие режимы (H-мода), проникновение в центр плазменного шнура примесей и т.д.

Ранее на других установках уже было продемонстрировано успешное использование ИНС для предсказания срывов в плазме [1] и моделирования различных параметров плазмы [2, 3], таким образом доказывая, что ИНС может описать зависимость между параметрами разряда (входными данными) и параметрами плазмы (выходными данными).

Для обучения ИНС, использовались данные экспериментальной кампании 2016 года, суммарно 851 разряд. Поскольку одним из основных параметров, непосредственно влияющих на плотность плазмы, является количество и временной сценарий напуска газа в вакуумную камеру токамака во время плазменного разряда, то в качестве входных данных для обучения ИНС использовались время открытия газового клапана, длительность его работы и давление газа перед клапанами. Выходные данные – это «сырой» сигнал электронной плотности, измеренный с помощью Коттон-Мутон поляриметра.

На рисунке 1 представлен пример сравнения средней электронной плотности для хорды -1 см во время разряда (разряд № 40246), рассчитанный по предсказанному и измеренному первичным сигналам интерферометра. В данном случае предсказанная плотность плазмы соответствует типичному разряду Т-11М для выбранных параметров разряда, при этом реально измеренная плотность плазмы демонстрирует спонтанный переход в H-режим.



Рис. 1. Временная динамика предсказанной и измеренной средней электронной плотности для хорды -1 см в течение разряда (разряд № 40246)

В дальнейшем планируется применение более сложной модели, расширение данных, что позволит учесть и другие параметры разряда, влияющие на плотность плазмы, а также обеспечить вариативность состояния вакуумной камеры токамака (состояние стенки вакуумной камеры, наличие внутрикамерных устройств – лимитеров, инжекторов и т.п.).

Литература

1. Zheng W. et al. Nuclear Fusion, 2018, 58, 056016.
2. Hui L. I. et al. Plasma Science and Technology, 2021, 23, 115102.
3. Yang B. et al. Plasma Physics and Controlled Fusion, 2020, 62, 075004.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/Mu/en/CA-Leshov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)