

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ МАГНИТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЛАЗМОЙ В ТОКАМАКЕ ГЛОБУС-М2 ^{*)}

¹Коньков А.Е., ¹Коренев П.С., ²Балаченков И.М., ²Минаев В.Б., ²Сахаров Н.В.,
²Петров Ю.В.

¹ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, Россия, konkov@ipu.ru

²ФТИ им. А.Ф. Иоффе, С. Петербург, Россия.

В докладе представлен обзор результатов первого этапа внедрения цифровой системы управления плазмой в токамаке Глобус-М2 [1]. В сентябре 2024 г. были проведены пуско-наладочные работы по интеграции целевой машины реального времени (ЦМРВ) «РИТМ» в контур обратной связи системы магнитного управления плазмой.

В ЦМРВ установлен CPU Intel Core i7-12700K и ПЛИС Xilinx серии UltraScale. Система поддерживает 80 аналоговых входов, 16 аналоговых выходов, 64 цифровых канала входа/выхода и 6 портов Real-Time Ethernet.

ЦМРВ работает под управлением операционной системы реального времени (ОСРВ) на базе RTLinux. Алгоритмы управления могут исполняться как на уровне ОСРВ, так и на уровне ПЛИС. На уровне ОСРВ выполняются «медленные» алгоритмы управления с базовым шагом расчета 100 мкс, такие как восстановление равновесие плазмы в реальном времени и управление формой плазмы. На уровне ПЛИС выполняются «быстрые» алгоритмы управления с базовым шагом 5 мкс, например управление положением плазмы.

До конца 2024 г. будут проведены первые эксперименты с новой цифровой системой управления плазмой:

- матричное управление токами в обмотках полоидального магнитного поля, когда при расчете управляющих воздействий учитывается взаимодуктивность обмоток;
- управление положением плазмы. Обмотки вертикального и горизонтального управляющего поля будут запитаны от новых инверторов напряжения в режиме ШИМ;
- управление током плазмы;
- восстановление равновесия плазмы в реальном времени.

На следующем этапе внедрения планируется реализовать управление формой плазмы, а также подключить к ЦМРВ диагностику томсоновского рассеяния лазерного излучения для использования профилей электронной температуры в алгоритмах управления и восстановления равновесия плазмы.

Работа выполнена на УНУ "Сферический токамак Глобус-М", входящей в состав ФЦКП "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях", в рамках государственного задания ФТИ им. А.Ф. Иоффе (темы FFUG-2022-0001 и FFUG-2024-0028) и гранта РФФ № 21-79-20180.

Литература

[1]. Minaev V.B. et al., 2017 *Nucl. Fusion* **57** 066047

^{*)} DOI – тезисы на английском