

# КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ ОКОЛОЗЕМНОЙ ПЛАЗМЫ ПРИ ДОСТИЖЕНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УРОВНЕЙ МОЩНОСТИ НАГРЕВНОГО СТЕНДА «СУРА»

А. С. Белов

ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ», Нижний Новгород, Россия

Коротковолновый нагревный стенд «Сура» является единственной в мире действующей среднеширотной исследовательской установкой по активному волновому воздействию на околоземную плазму. Максимальная эффективная излучаемая мощность  $P_{eff}$  стенда «Сура» в диапазоне частот 4,3–9,5 МГц составляет 80–280 МВт, соответственно.

На нагревном стенде НААРР после выхода его на проектные характеристики был получен ряд новых эффектов, обусловленных достижением более высокой мощности излучения передатчиков. Таким образом, планка научных достижений, реализованных на НААРР, стимулировала работы по оценке возможностей модернизации и других исследовательских установок.

На основе анализа существующей инфраструктуры и имеющихся научно-технологических возможностей в работе [1] определена концепция по модернизации нагревного стенда «Сура», его облик и практически достижимые технические характеристики ( $P_{tr} = 2400$  кВт,  $P_{eff} = 500–1000$  МВт).

В настоящей работе представлены результаты численного моделирования с использованием двумерной ионосферной модели SAMI2 с модифицированной моделью источника нагрева [2] и анализа достижимых параметров тепловых крупномасштабных возмущений околоземной плазмы при проведении модернизации установки и реализации перспективных уровней мощности излучения стенда «Сура». Для проведения моделирования выбран характерный сеанс 13 марта 2023 года, соответствующий спокойным геомагнитным условиям. При этом отдельно рассмотрены эффекты воздействия в дневных условиях и условиях, соответствующих позднему вечернему часу, являющихся оптимальным временем для формирования искусственных дактов плотности плазмы. На рис. 1 представлены высотно-широтные профили распределения плотности и температуры электронов для перспективных уровней мощности стенда «Сура» и момента времени 18:10:00 UT (спустя 10 минут после включения источника нагрева).

Полученные результаты моделирования показывают, что параметры плазменных возмущений сильно нелинейно зависят от мощности излучения волны накачки. Рост возмущений быстро насыщается с увеличением мощности воздействующего коротковолнового излучения вследствие перераспределения плазмы в области аномального поглощения.

Работа выполнена в рамках научной программы Национального центра физики и математики (направление «Ядерная и радиационная физика», этап 2023–2025).

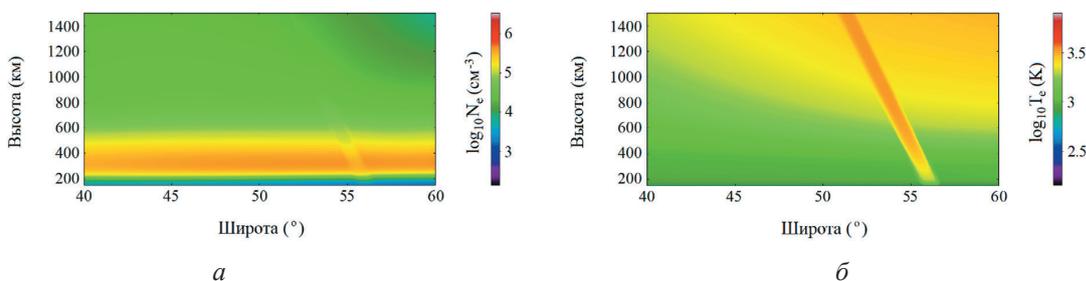


Рис. 1. Высотно-широтные распределения плотности (панель (а)) и температуры электронов (панель (б))

## Литература

1. Снегирев, С. Д. Концепция ФГБНУ НИРФИ по модернизации стенда СУРА [Текст] / С. Д. Снегирев, Д. С. Котик, А. В. Рахлин и др. // Препринт № 548. – Н. Новгород : ФГБНУ НИРФИ, 2013. – 25 с.
2. Белов, А. С. Моделирование крупномасштабных возмущений околоземной плазмы при воздействии мощного коротковолнового радиоизлучения нагревного стенда «Сура» [Текст] // Изв. вузов. Радиоп физика. – 2021. – Т. 64, № 6. – С. 430–444.