

ОСОБЕННОСТИ НАГРЕВА ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ ИОНОСФЕРЫ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕМ НАЗЕМНЫХ УСТАНОВОК В ДИАПАЗОНАХ СРЕДНИХ И ДЛИННЫХ ВОЛН

Д. С. Котик¹, О. Ю. Журавлева^{2, *}, В. А. Яшнов²

¹Научно-исследовательский радиофизический институт, Нижний Новгород, Россия

²Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского» (ННГУ), Нижний Новгород, Россия

*E-mail: zuravleva98@yandex.ru

При воздействии на ионосферу мощным модулированным по амплитуде коротковолновым излучением наблюдается генерация низкочастотного излучения на частоте модуляции. Эффективность генерации зависит, в частности, от интенсивности токовых систем в ионосфере Земли. По этой причине более значительные эффекты, по сравнению со среднеширотной ионосферой, наблюдаются в области авроральной токовой струи и могут проявляться в области экваториальной токовой струи. В данной работе приводятся результаты численного моделирования распространения в нижней ионосфере в области магнитного экватора радиоволн, излучаемых установкой из нескольких вертикальных диполей. При проведении расчётов использованы модели ионосферы, атмосферы и геомагнитного поля IRI-2020, NRLMSISE-00 и IGRF-14 соответственно. Плазма предполагается многокомпонентной, учитывается наличие электронов и нескольких сортов ионов, а также соударения между частицами. Рассчитана трансформация линейно поляризованных волн, падающих на нижнюю границу ионосферы, в волны обыкновенной и необыкновенной поляризации. Исследованы резонансные особенности необыкновенной волны в области верхнего гибридного резонанса и обыкновенной волны в области плазменного резонанса. Проанализированы зависимости показателей преломления и поляризации нормальных волн в резонансных областях от высоты и частоты. Рассчитаны зависимости компонент электрических полей нормальных волн от высоты. На основе этих расчетов получены зависимости возмущения температуры электронов в резонансных условиях от высоты и угла падения волны накачки.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWR-2026-0017).

FEATURES OF HEATING OF THE EQUATORIAL IONOSPHERE BY RADIO WAVES OF IONOSPHERIC HEATING FACILITY IN THE MF AND LF WAVE RANGE

D. S. Kotik¹, O. Y. Zhuravleva^{2, *}, V. A. Yashnov²

¹NIRFI, Lobachevsky UNN, Nizhny Novgorod, Russia

²Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

*E-mail: zuravleva98@yandex.ru

When the ionosphere is exposed to high-power amplitude-modulated HF radiation low-frequency radiation is generated at the modulation frequency. The generation efficiency depends, in particular, on the intensity of current systems in the ionosphere. For this reason, more significant effects, compared to the mid-latitude ionosphere, are observed in the region of the auroral current jet and can be observed in the region of the equatorial current jet.

This paper presents the results of numerical modeling of the propagation of radio waves emitted by an array of several vertical dipoles in the lower ionosphere near the magnetic equator. The IRI-2020 ionosphere, NRLMSISE-00 atmosphere and IGRF-14 geomagnetic field models are used to describe the plasma. The plasma is assumed to be multicomponent and the presence of electrons and several species of ions, as well as collisions between particles, are taken into account. The transformation of linearly polarized waves incident on the lower boundary of the ionosphere into waves of ordinary and extraordinary polarization is analyzed. The resonant properties of the extraordinary wave in the region of the upper hybrid resonance and the ordinary

wave in the region of the plasma resonance are investigated. The refractive indices and polarization indices of normal waves in resonant regions were analyzed as functions of height and frequency. The dependences of the electric field components of normal waves on height were calculated. Based on these calculations, the dependences of the electron temperature perturbation under resonant conditions on the height and angle of incidence of the pump wave were obtained.