

# Нагрев ионосферы радиоизлучением наземных установок в диапазонах средних и длинных волн

---

Котик Д., Рябов А., Яшнов В.

Научно-исследовательский Радиофизический институт Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия

e-mail: dmitry.kotik@nirfi.unn.ru

подавляющее большинство исследований ионосферной генерации низкочастотных радиоволн в ионосфере были проведены на специализированных радиоустановках, работающих в КВ диапазоне [1,2]. Так называемые нагревные стенды (такие как СУРА, EISCAT Tromsø, HAARP) обладают высоконаправленными антенными решетками, содержащими сотни диполей. В 80-х годах было проведено всего несколько экспериментов по ионосферной генерации в диапазоне средних волн с антенной решеткой из восьми диполей и в диапазоне длинных волн на вещательной радиостанции «Коминтерн» с штатной антенной (вертикальный диполь) [3, 4]. Эти эксперименты показали высокую эффективность применения СВ/ДВ радиоволн и простых антенных систем для генерации низкочастотных радиоволн в нижней ионосфере. В связи с данным обстоятельством, нами были проведены расчёты нагрева ионосферы радиоволнами в данном диапазоне. Именно данные по модификации температуры лежат в основе расчетов эффективности вторичного ионосферного источника низкочастотных радиоволн. Расчеты были выполнены для ряда частот в ДВ/СВ диапазонах в зависимости от времени суток и широты. Использовались известные международные модели ионосферы, атмосферы и геомагнитного поля. Расчеты были выполнены для вертикальной решетки, состоящей из 4-х горизонтальных диполей и для одного вертикального диполя. Было проведено сравнение результатов расчётов для этих двух антенн между собой и с антенной стенда СУРА на частоте 4,8 МГц. Было показано, что нагрев в исследуемых диапазонах с использованием мало дипольных антенн может быть сравним или даже более эффективен по сравнению с нагревом в КВ диапазоне традиционными нагревными стендами.

Работа поддержана Российским Фондом Фундаментальных Исследований (грант № 18-42-520035 p\_a).

Литература

1. Belyaev P. P., D. S. Kotik, et al, Generation of electromagnetic signals at combination frequencies in the ionosphere, Radiophysics and Quantum Electronics 30(2):189-206 DOI: 10.1007/BF01034491.
2. Shtubbe, P. Review of ionospheric modification experiments at Tromsø. J. of Atm. Terr. Phys. 1996, T. 58, P. 349-368.
3. Belikovich V. V. et al, The “Sura” facility: Study of the atmosphere and space (a review), (2007), Radiophysics and Quantum Electronics 50(7):497-526, DOI: 10.1007/s11141-007-0046-4
4. Котик Д.С., В.О.Рапопорт. С.В. Поляков, М.С. Петров, Ю.А. Сорокин, ОНЧ сигналы, генерируемые в области авроральной электроструи среднеширотным длинноволновым передатчиком. В кн.: Низкочастотное излучение в магнитосфере земли, М. ИЗМИРАН, 1986, с. 71-75.