

Цикл работ «Эффекты распространения и взаимодействия с частицами ионно-циклотронных волн, возбуждаемых молниевыми разрядами».

Д. Р. Шкляр, Д. И. Вавилов, И. В. Кузичев.

Молниевые разряды являются источником свистовых и ионно-циклотронных волн в верхней ионосфере и магнитосфере Земли. Цикл работ посвящен исследованию одной из разновидностей этих волн – протонных свистов. Исследование включает анализ многокомпонентных волновых измерений, выполненных на спутнике DEMETER, аналитические вычисления и численное моделирование спектрограмм.

Использование шестикомпонентных волновых измерений для анализа транс-экваториальных протонных свистов позволило определить не только динамический спектр излучения, но и такие его характеристики как поляризация, направление вектора волновой нормали и продольную компоненту вектора Пойнтинга [1].

Исследование распространения ионно-циклотронных волн в многокомпонентной магнитоактивной плазме показало, что излучение молниевых разрядов в диапазон частот ниже протонной гирочастоты формирует специфические волновые пакеты, в которых частота близка к локальной гирочастоте протонов, а волновой вектор возрастает во времени. Вторая работа цикла [2] посвящена исследованию резонансного взаимодействия таких волновых пакетов с надтепловыми протонами, которое ведет к недиффузионному нагреву последних.

Численное моделирование спектрограмм протонных свистов, выполненное и представленное в докладе [3], который имеет непосредственное отношение к представленному циклу работ, была предсказана возможность существования ионосферно-отраженных протонных свистов. Это новое волновое явление было впервые экспериментально обнаружено и детально исследовано в работе [4]. Было показано, что формирование ионосферно-отраженных протонных свистов связано с межиионным гибридным отражением ионно-циклотронных волн, которое аналогично хорошо известному нижнегибридному отражению свистовых волн.

[1] Shklyar, D. R., L. R. O. Storey, J. Chum, F. Jirícek, F. Nemeč, M. Parrot, O. Santolik, and E. E. Titova (2012), Spectral features of lightning-induced ion cyclotron waves at low latitudes: DEMETER observations and simulation, *J. Geophys. Res.*, 117, A12206, doi:10.1029/2012JA018016.

[2] Shklyar D. R., and I. V. Kuzichev (2014), Ion energization by ELF wave packets formed of lightning-induced emission in the low-altitude magnetosphere, *Geophys. Res. Lett.*, 41, doi:10.1002/2013GL058692.

[3] D. R. Shklyar and L. R. O. Storey, “Propagation features and polarization properties of ion cyclotron waves in multi-component plasma,” *International Symposium on Electromagnetic Theory*, Hiroshima, Japan, 2013, pp. 310–313.

[4] Vavilov, D. I., and D. R. Shklyar (2014), Ionospherically reflected proton whistlers, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 119, 9978–9991, doi:10.1002/2014JA020510.