

Распространение КНЧ волн от виртуальных ионосферных источников, формируемых стендом СУРА

Котик Д.С., Яшнов В.А.

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

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

Известно, что в области ионосферы, ограниченной снизу проводящим гиротропным E-слоем ионосферы (высота 120 км) и сверху областью быстрого уменьшения концентрации ионосферной плазмы, возможно волноводное распространение вдоль поверхности Земли быстрой магнитозвуковой волны (БМЗ). Указанную область можно рассматривать как волновод, в котором могут распространяться не только быстрые магнитозвуковые, но и альвеновские волны.

Для анализа характера распространения УНЧ-волн в ионосферном волноводе от ионосферного источника использовался лучевой метод (см. Котик Д.С., и др., Распространение крайне низкочастотного излучения от искусственного ионосферного источника в трёхмерном неоднородном магнитогидродинамическом волноводе // Изв. вузов. Радиофизика. 2021. Т. 64, № 1. С. 1–11). При расчетах лучевых траекторий использовались международные модели ионосферы (IRI-2016), атмосферы (MSIS-E-90) и геомагнитного поля (DGRF/IGRF). Расчёты проведены для среднеширотной ионосферы. Для определённости была выбрана точка с географическими координатами стенда СУРА (56° с.ш. и 46° в.д.). Приводятся два семейства трехмерных лучевых траекторий на частоте $f = 10$ Гц. Одна для источника в E-слое для дневных условий. Вторая для источника в максимуме F-слоя для ночных условий. Представляет интерес анализ возможности выхода излучения ионосферного источника к поверхности Земли, поэтому основное внимание уделялось выходу траекторий к высотам нижней ионосферы. На этих высотах лучевое приближение неприменимо, и расчеты выхода излучения к земной поверхности необходимо проводить на основе волнового подхода. Однако, в этих точках наиболее вероятно наблюдение сигнала на поверхности Земли. Результаты подобного рода расчетов нужно учитывать при выборе места расположения приемного пункта при планировании экспериментов по исследованию характеристик искусственных КНЧ сигналов, генерируемых в ионосфере стендом СУРА.