

50-я научная конференция МФТИ
Факультет проблем физики и энергетики
Секция физико-математических проблем волновых процессов

УДК 537.87

Ипатов Д.Е.

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Имитационное моделирование работы станции ВНЗ

Структура реального сигнала возвратно-наклонного зондирования (ВНЗ) сильно затрудняет выделение полезной информации и не позволяет в полной мере использовать этот метод исследования для изучения ионосферы и земной поверхности. Для повышения эффективности работы станций ВНЗ необходимо использование методов численного моделирования, позволяющих решать как прямые, так и обратные задачи распространения коротковолновых сигналов. В докладе приведено исследование механизмов формирования особенностей амплитудных профилей сигналов ВНЗ, обусловленных наличием сложных пространственных фокусировок на трассе ВНЗ. При выполнении численных исследований была использована математическая модель формирования сигнала ВНЗ, описанная в работе [1].

При выполнении расчётов лучевых траекторий использовалась полуэмпирическая модель ионосферы [2, 3], скорректированная по слоям F и $F1$ в соответствии с моделью [4]. Для адекватного учёта поглощения радиоволн в нижних слоях ионосферы в модель был включён слой D . Его параметры выбирались на основании данных, полученных по модели [4]. Расчёты амплитудных профилей сигнала ВНЗ были проведены для различных геофизических условий на трассе зондирования, а также для различных рабочих частот и параметров передающей и приёмной антенн станции ВНЗ. При выполнении расчётов предполагалось, что обе антенны позиционно совмещены.

Методики, реализованные в данной работе, выполнены в виде универсальных Win-32 приложений, которые позволяют провести моделирование распространения импульсных электромагнитных сигналов различной длительности в ионосфере Земли.

Импульс, излучаемый зондирующей станцией, представлен в виде суммы монохроматических волн. Задача решается в предположении, что среда линейна. Это позволяет считать, что каждая спектральная компонента распространяется в ионосфере независимо друг от друга. Для моделирования распространения монохроматы между зондирующей и приёмной антенной используется метод канонического оператора Маслова (КОМ), численная реализация которого была разработана на кафедре ФМПВП под руководством проф. Лукина Д.С. Мы получаем набор парциальных

волн, падающих на приемную антенну. Используя обратное преобразование Фурье, определяем форму импульса, поступающего на вход приёмной антенны.

Метод численного моделирования условий распространения коротковолнового сигнала на основе расчёта фазовых траекторий в сочетании с методом КОМ, учитывающего дифракционные эффекты, позволяет оперативно получать данные об условиях радиосвязи на заданной трассе; решать задачи определения углов прихода, группового времени запаздывания, доплеровского сдвига частоты, энергетики линии связи и проводить моделирование механизмов формирования сигнала ВЧЗ.

В работе также проведено исследование влияния естественных и искусственных возмущений в атмосфере Земли на характеристики распространения электромагнитных сигналов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лукин Д.С., Палкин Е.А., Заец П.Г., Зернов В.А., Ипатов Е.Б., Школьников В.А.* Построение карт радиосвязи на основе численного моделирования структуры поля коротковолновых трасс // Дифракционные эффекты коротких радиоволн. — М.: ИЗМИРАН СССР, 1981. — С. 72–78.
2. *Ипатов Е.Б., Лукин Д.С., Палкин Е.А., Школьников В.А.* Численное исследование структуры сигналов ВНЗ // XV Всесоюзная конференция по распространению радиоволн. — М.: Наука, 1987. — С. 135–136.
3. *Chiu Y.T.* An improved phenomenological model of ionospheric density // J. Atm. and Terr. Phys. — 1975. — V. 37. — P. 1563–1570.
4. *Ching B.K., Chiu Y.T.* A phenomenological model of global electron density in the E, F1, F2 regions // J. Atm. and Terr. Phys. — 1975. — V. 35. — P. 1615–1630.
5. *Rower K., Ramakrishnan S., Bilitsa P.* IRI-1978 // Cospar URSI. — 1978.

Представленная выше версия доклада является ознакомительной.

Версию доклада, предназначенную для печати,
можно найти в факультетском сборнике трудов конференции.
Электронные материалы конференции публикуются по адресу
http://www.mipt.ru/nauka/conf50/plen_sections/