



ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

285'86

БИБЛИОТЕКА

ХАРЬКОВ

Изменение $N_{\max D}$ существенно влияет на участки $z_d(f)$ при отражении сигнала от слоя E_s . С увеличением $N_{\max D}$ эти участки смещаются вправо. Минимальное значение z_d с ростом $N_{\max D}$ при отражении от слоя E_s меняется незначительно $\sim 5\%$.

Как показали расчеты, пренебрежение влиянием частоты соударений при отражении от области D и слоя E_s вносит погрешность $\sim 5-10$ и $\sim 1\%$ соответственно.

Таким образом, возмущенная нижняя ионосфера существенно влияет на высотно-частотные характеристики в методе ВЗ и это различие может быть зарегистрировано в эксперименте.

Список литературы: 1. Альперт Я. Л. Распространение электромагнитных волн в ионосфере. — М.: Наука, 1972. — 563 с. 2. Gurevich A. V. Nonlinear Phenomena in the Ionosphere. — New-York, 1978. — 370 p.

Поступила в редколлегию 17.12.81.

SUMMARY

Dependences of the scaled signal (z_d) reflection height on the frequency for a number of profiles $N(z)$ of the disturbed D -region for signals reflected from the E_s -layer are calculated. The calculations are conducted with the influences of the Earth magnetic field.

УДК 551.510.535

А. М. ГОКОВ

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ТОЧНОСТИ МЕТОДА ЧАСТИЧНЫХ ОТРАЖЕНИЙ

При изучении D -области ионосферы методом частичных отражений (МЧО) исходными данными для вычисления параметров этой области (высотных профилей плотности электронов N , частоты столкновений электронов с молекулами ν и др.) являются амплитуды обыкновенной A_o и необыкновенной A_n компонент частично отраженных (ЧО) сигналов [1]. На точность вычислений в этом случае влияет ряд факторов: статистическая природа отражения (рассеяния) радиоволн, неполное соответствие физической идеализации неоднородной структуры ионосферы и распространения радиоволн в ней реальным условиям, технические особенности приемной и антенной систем, различные помехи и т. д.

Рассмотрим, каким образом влияют на точность вычислений высотных профилей $N(z)$ (z — высота, км) неполное разделение магнитонных компонент ЧО сигналов приемной (и антенной) системой и их трансформация в процессе отражения в случае, когда осу-

существляется одновременный прием обыкновенной «о» и необыкновенной «н» компонент. (Заметим, что эффект трансформации «о» и «н» компонент не сказывается при вычислениях в случае раздельного их излучения и приема [2]).

В эксперименте по ЧО регистрируются амплитуды, которые можно представить как

$$*A_{o,n}(z) = A_{o,n}(z) + A_{o,nt}(z) - A_{n,ot}(z), \quad (1)$$

где $A_{o,n}$ — амплитуды ЧО сигналов; $A_{o,nt}$ — добавки к $A_{o,n}$ за счет неполного аппаратного разделения и трансформации «о» и «н» компонент ЧО сигналов. Для средних (по времени регистрации или ансамблю $[A_{o,n}]$ этой регистрации) квадратов $*A_{o,n}^2$ (черта сверху — знак усреднения) будет

$$*A_o^2 = \bar{A}_o^2 + m_2 \bar{A}_n^2 - m_1 \bar{A}_o^2; \quad *A_n^2 = \bar{A}_n^2 + m_1 \bar{A}_o^2 - m_2 \bar{A}_n^2. \quad (2)$$

Здесь $m_1 = \bar{A}_{ot}^2 / \bar{A}_o^2$, $m_2 = \bar{A}_{no}^2 / \bar{A}_n^2$ (мы не учитываем в (2) взаимные члены ввиду их малости).

Поскольку для вычисления $N(z)$ в методике дифференциального поглощения МЧО необходимо знать отношение $B(z) = A_n^2(z) / A_o^2(z)$, определим его связь с $*B(z) = *A_n^2(z) / *A_o^2(z)$:

$$B(z) = \frac{*B(z) + m_1(1 - *B(z))}{1 - m_2(1 + *B(z))}. \quad (3)$$

Далее определим коэффициенты $m_{1,2}$ следующим образом: возьмем две соседние высоты z_1 и z_2 (которым соответствуют B_1 и B_2 , $*B_1$ и $*B_2$) так, что $m_{1,2}(z_1) \approx m_{1,2}(z_2)$ ($\Delta z = z_2 - z_1 \sim 1$ км для экспериментальных данных). Тогда из (3) имеем два уравнения:

$$*B_1 + m_2 B_1 B_1 - m_1 B_1 - B_1 + m_2 B_1 - m_1 = 0, \quad (4)$$

$$*B_2 + m_2 B_2 B_2 - m_1 B_2 - B_2 + m_2 B_2 - m_1 = 0, \quad (5)$$

из которых находим m_1 и m_2 :

$$m_2 = \frac{(1 + B_1)(*B_2 + 1) - (1 + B_2)(*B_1 + 1)}{(B_2 - B_1)(*B_2 B_1 + *B_2 + *B_1 + 1)}, \quad (6)$$

$$m_1 = m_2 B_1 + \frac{*B_1 - B_1}{*B_1 + 1}$$

$$= \frac{[(1 + B_1)(*B_2 + 1) - (1 + B_2)(*B_1 + 1)] B_1 (1 + *B_1) - (*B_1 - B_1)}{*B_1 + 1}. \quad (7)$$

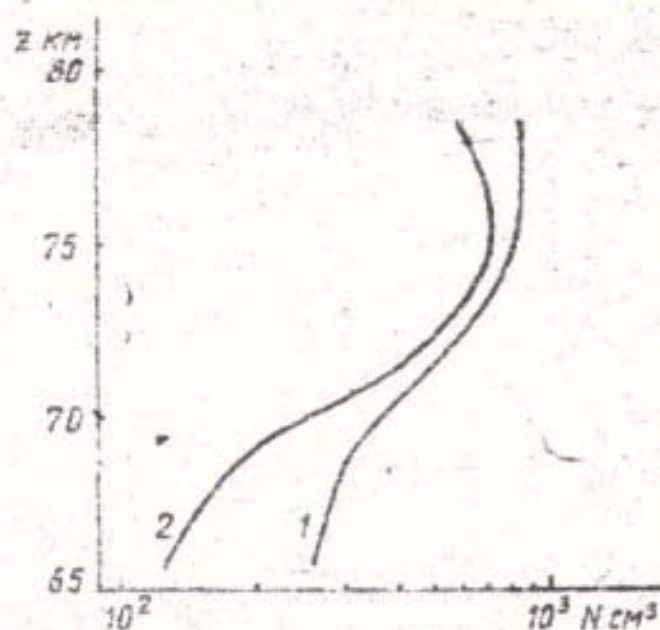
Таким образом, измеряя в эксперименте $*B(z)$, мы можем, определив m_1 и m_2 , вычислить $B(z)$, т. е. уточнить значения искомого профиля $N(z)$. Проиллюстрируем это на примере конкретной регистрации ЧО. Измерения ЧО проводились 31.07.81 г. в 18 ч по московскому времени на частоте $f \approx 2$ МГц с помощью системы

ЧО-ХГУ на территории радиотехнической обсерватории южнее г. Харькова. Получена экспериментальная зависимость $*B(z)$ в интервале высот $z = 60-80$ км; по модели $v(z)$ (которая бралась из работы [3]) вычислялся профиль $R(z)$ (известно, что $B(z) =$

$$= R(z) \left\{ 1 - \frac{4\omega}{c} \int_0^{z_0} [\kappa_{\text{н}}(z) - \kappa_0(z)] dz \right\}, R(z) = R(v) \text{ зависит только от}$$

v , $\omega = 2\pi f$, c — скорость света в вакууме, z_0 — кажущаяся высота отражения «о» волны; $\kappa_{0,\text{н}}$ — мнимая часть коэффициента преломления).

На высотах $z \leq 60$ км, обычно $R(v) \simeq B(z)$. Рассчитав (по известной модели $v(z)$) $R(v)$ для двух близких высот, z_1 и z_2 (в нашем случае 60 и 61 км) и используя соотношение $R(v) \simeq$



$\simeq B(z)$, получили значения $m_1 = 0,26$ и $m_2 = 0,15$ для этой регистрации. Затем, используя (3), вычисляли профиль $B(z)$ по известной зависимости $*B(z)$ и m_1, m_2 . Профили $*N(z)$ и $N(z)$ вычисляли известной методикой [1, 4] дифференциального поглощения по $*B(z)$ и $B(z)$ соответственно. Результаты вычислений приведены на рисунке: кривая 1 вычислена по $B(z)$, кривая 2 — по $*B(z)$. Из рисунка видно, что учет указанных

выше эффектов позволил уточнить значения N в среднем на 25—50 %.

В заключение отметим, что неучет этих эффектов в корреляционной методике определения N [5] приводит к значительно большим (на порядок и более) ошибкам.

Список литературы: 1. Belrose J. S., Burke M. J. Study of the lower ionosphere using partial reflection. — J. of Geophys. Res., 1964, 69, N 13, p. 2799—2818. 2. Connolly D. J., Tannenbaum B. S. Mode coupling in partial reflections from the ionosphere at vertical incidence. — Radio Science, 1972, 7, N 4, p. 457—464. 3. Belrose J. S. Radio wave probing of the ionosphere by the partial reflections of radio waves (from the heights below 100 km.). — J. Atm. Terr. Phys., 1970, 32, N 4, p. 567—596. 4. Развитие метода частичных отражений / Л. А. Пивень, Ю. П. Федоренко. Рукопись деп. в ВИНТИ 29.07.76 № 2416 — 76 Деп. 5. Бенедиктов Е. А., Гришневич Л. В., Иванов В. А., Конраков Г. П. Корреляционный метод определения электронной концентрации в D-области ионосферы. — Изв. вузов. Радиофизика., 1971, 14, с. 1452—1454.

Поступила в редколлегию 25.12.84.

SUMMARY

There is given a method of taking account of a transformation of magnetoionic components of partially reflected signals and their incomplete receiver separa-

tion (under a simultaneous reception) when calculating height calculation profiles. A recording is used to show that it leads sometimes to large errors when these effects are not taken into account.

УДК 621.396.624.712

Н. Н. ГОРОБЕЦ, д-р физ.-мат. наук, В. И. КИДКО

АНТЕННА ВЫТЕКАЮЩЕЙ ВОЛНЫ С КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

Антенны вытекающей волны (АВВ) хорошо исследованы и широко используются на практике [1, 2], поскольку они обладают такими свойствами, как широкополосность, возможность сканирования диаграммой направленности в секторе до 60° без изменения ширины диаграммы направленности, невыступающая форма поверхности. АВВ не требуют столь высоких допусков при изготовлении, как обычные волноводно-щелевые антенны, что позволяет использовать их в диапазоне миллиметровых волн.

В связи с широким использованием на практике электромагнитных волн с вращающейся поляризацией значительный интерес представляет задача разработки и исследования кругополяризованных АВВ. В строгой постановке задача об излучении АВВ приводит к интегральным уравнениям, решение которых для антенн конечной длины не всегда доступно даже с помощью современных ЭВМ. Некоторые типы АВВ успешно рассчитываются приближенными методами (метод поперечного резонанса, вариационный метод) [1]. Однако и они оказываются сложными и недостаточно точными для случая АВВ с вращающейся поляризацией поля.

Нами экспериментально исследованы возможности создания АВВ с вращающейся поляризацией поля. Получить поле с круговой поляризацией в АВВ можно, если на широкой стенке прямоугольного волновода по линии круговой поляризации токов в волноводе прорезать крестообразные щели или круглые отверстия [1, 3]. Однако такие антенны ввиду конструктивных особенностей обладают малой величиной постоянной затухания α вдоль волновода, и для излучения всей мощности требуются антенны большой длины, порядка $50a$ (здесь a — размер широкой стенки волновода). Длину антенны можно уменьшить, если увеличить постоянную затухания α . Для этого нужно или увеличить связь каждого излучающего элемента с волноводом путем расширения линейных размеров щелей или же уменьшить период решетки щелей l . С увеличением линейных размеров щелей АВВ приближается к антенне с резонансными щелями и при этом теряет ряд свойств, ей присущих. К тому же из-за возросшей связи щелей с волноводом приближенные методы расчета АВВ уже не работают. Минимальный период решетки щелей также ограничен, поскольку связям с длиной крестообраз-