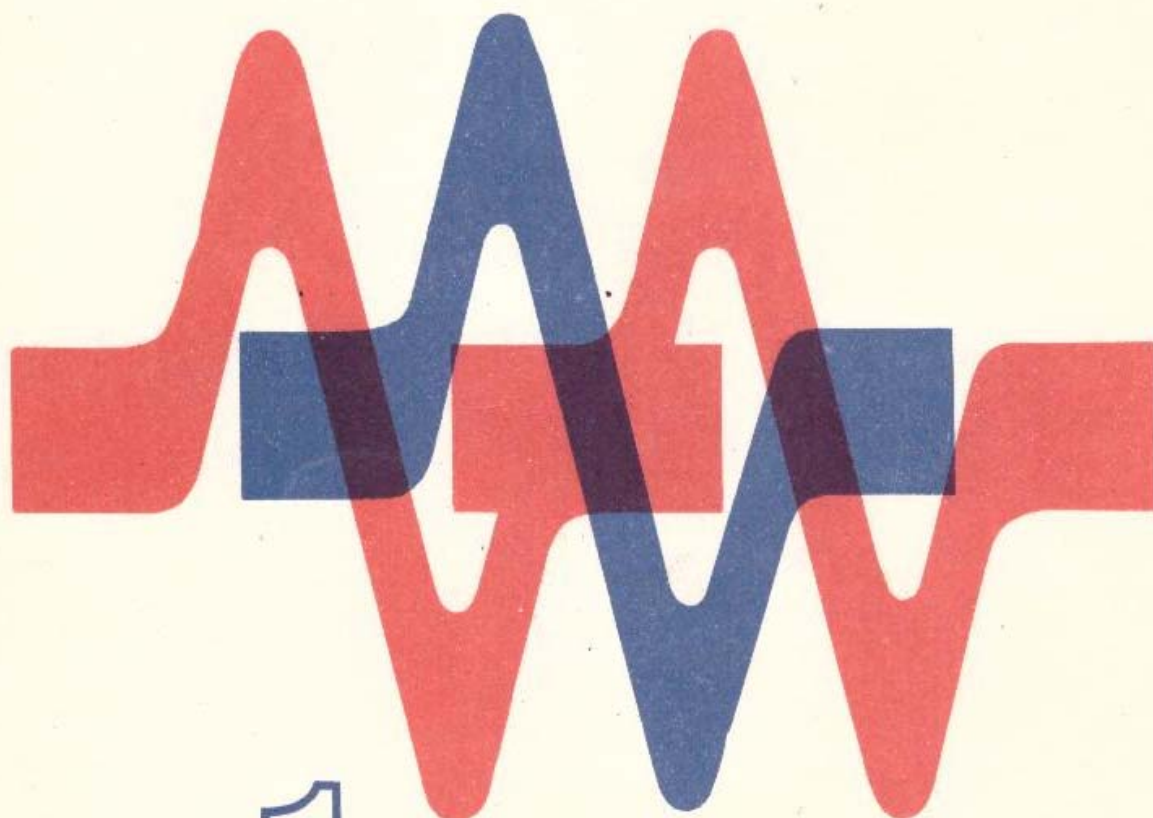


Александр

XIII

**ВСЕСОЮЗНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ
РАДИОВОЛН**

ГОРЬКИЙ 1981



1

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ПРОБЛЕМЕ
"РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН"
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР
ГОРЬКОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО
ПРОБЛЕМНЫЙ СОВЕТ ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ РАДИОВОЛН
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

XIII

ВСЕСОЮЗНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ
РАДИОВОЛН

Горький, июнь 1981 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ЧАСТЬ I

Президент
30.6.81



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
Москва 1981

Предполагалось, что нагрев электронного газа происходит за счет поглощения энергии мощной волны в слое толщиной несколько километров.

В результате получена зависимость относительных изменений электронной концентрации от эффективной мощности нагревного передатчика с учетом разбухания поля вблизи точки отражения, а также от высоты нагрева, коэффициента потерь, эффективной частоты столкновений и т.д.

Л и т е р а т у р а

1. В.В.Васьков, А.В.Гуревич. - Геомагнетизм и аэрономия, 1976, 16, № 6.
2. Г.С.Иванов-Холодный, Г.М.Никольский. Солнце и ионосфера. М.: Наука, 1969.

К ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ НА ЧАСТИЧНО ОТРАЖЕННЫЕ СИГНАЛЫ

А.М.Гоков, С.И.Мартыненко, В.А.Мисира, Л.А.Ливень,
Д.П.Федоренко, Л.Ф.Черногор

Известно, что при работе мощных радиотехнических средств КВ диапазона, используемых в радиофизических исследованиях, могут возникать искусственные возмущения параметров ионосферной плазмы. Поэтому возникла необходимость в изучении влияния нелинейных эффектов на измерения параметров нижней ионосферы методом частичных отражений (ЧО), являющимся одним из наиболее распространенных методов экспериментального исследования D - области. Ранее [1] этот вопрос изучался в приближении малых возмущений (т.е. $E_0^2 \ll E_p^2$, где E_0 - амплитуда зондирующей волны, E_p - плазменное поле). Однако в связи с наблюдающейся тенденцией к увеличению эффективной мощности применяемых установок метода ЧО, условие малости возмущений в нижней ионосфере выполняется не всегда. Цель данной работы - теоретическое и экспериментальное изучение влияния нелинейных эффектов на точность метода ЧО при использовании установок повышенной мощности ($E_0 \geq E_p$).

Исходные соотношения. Для расчета возмущений температуры электронов T_e нами использовалось приближение несамосогласованного поля, упрощающее процедуру численного счета [2,3]. Алгоритм расчета заключался в следующем. Вся исследуемая область от начала ионосферы разбивалась по высоте на слои толщиной ΔZ ; для I-го слоя решалось стационарное уравнение баланса T_e для продольного рас-

пространения линейно-поляризованной волны

$$\delta_0^{-1} \delta(\theta_\infty)(\theta_\infty - 1) = \frac{1}{2} (\gamma_+ \Omega_+ + \gamma_- \Omega_-), \quad (1)$$

где $\theta_\infty = T_{e\infty} / T_{e0}$, $\gamma_\pm = \frac{E_0^2}{E_p^2} \exp\{-2 K_{0\pm}(z)\}$, $V = V_0 \theta_\infty^{5/6}$,

для закона $V \sim T_e^{5/6}$ имеем $V \approx 2,07 V_m$, V_m - эффективная частота соударений моноэнергетических электронов, $T_{e0} \approx 200$ К,

$$\Omega_\pm = (\omega^2 + V_0^2) [(\omega \pm \omega_L)^2 + V_0^2 \theta_\infty^{5/3}]^{-1}, \quad \omega_L = 2 \pi f,$$

$f_L \approx 1,35$ МГц - продольная составляющая гирочастоты электронов, $K_{0\pm}(z)$ - интегральное поглощение возмущающей радиоволны на частоте ω , индексом "0" обозначены параметры невозмущенной ионосферы, знаки " \pm " относятся к обыкновенной и необыкновенной компонентам зондирующей волны; полагалось [3], что $\delta(\theta) = \delta_0(\theta^{-4/3} + 0,014 \theta)$, где $\delta_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ - относительная доля энергии, теряемая электроном при одном соударении с тяжелой частицей. Далее по известной из (1) величине возмущения в стационарном случае θ_∞ определялось $\theta(t)$ [3]:

$$\theta(t) \approx \frac{\theta_\infty \gamma' + [\theta_\infty(1 - \gamma') - 1] \exp(-t/t_\tau)}{\gamma' + [(\theta_\infty - 1) - \gamma'] \exp(-t/t_\tau)}, \quad (2)$$

где $\gamma' = \frac{1}{2} (\gamma_+ \Omega_{0+} - \gamma_- \Omega_{0-})$, $\Omega_{0\pm} = \Omega_\pm |_{\theta=1}$, $t_\tau = (\delta_0 V_0)^{-1}$,

t - время, отсчитываемое от момента прихода переднего фронта импульса на высоту Z . Затем, учитывая (2), рассчитывалось нелинейное интегральное поглощение $K(z)$ в данном слое и в уравнение (1) подставлялось скорректированное значение γ_\pm . Процедура повторялась до тех пор, пока расхождение в получаемых значениях θ не составляло менее 0,5%. Далее, используя полученное $K(z, \theta)$ для I -го слоя, определялось δ' для 2-го слоя и т.д. Погрешность данной методики из-за недостаточно точного учета самовоздействия растет с высотой от единиц процентов при $Z \sim 60-70$ км до 10-20% при $Z \sim 80-90$ км. Полученные выражения $\theta(t, Z)$ использовались для вычисления показателя нелинейности β_\pm [1] путем замены $V_0 \rightarrow V_0 [\theta(t)]^{5/6}$ в выражениях для амплитуды зондирующей волны и средних квадратов амплитуд 40 сигналов (черта означает операцию усреднения по t на интервале τ , где τ - длительность импульса). Учет релаксационных процессов проводился по аналогии с [2,3].

Сравнение теории и эксперимента. Эксперименты по изучению нелинейных эффектов в методе ЧО проводились в ноябре 1979 г. в дневное время в пос. Гайдары Харьковской области на радиофизической обсерватории Харьковского университета на установке ЧО с пара-

метрами: коэффициент усиления антенны $G \approx 200$, импульсные мощности передатчиков $P_1 = 120$ кВт и $P_2 = 270$ кВт, $\tau = 25$ мкс, рабочая частота $f \approx 2,6$ МГц, частота регистрации на киноплёнку 1 кадр/с. Предварительно был экспериментально получен профиль $N_o(Z)$, используемый затем в теоретических расчетах, профиль $V_m(Z)$ задавался априорно. Расчетные значения $\vartheta = \vartheta(z, \tau) - 1$ для P_1 и P_2 , а также модель нижней ионосферы приведены в таблице.

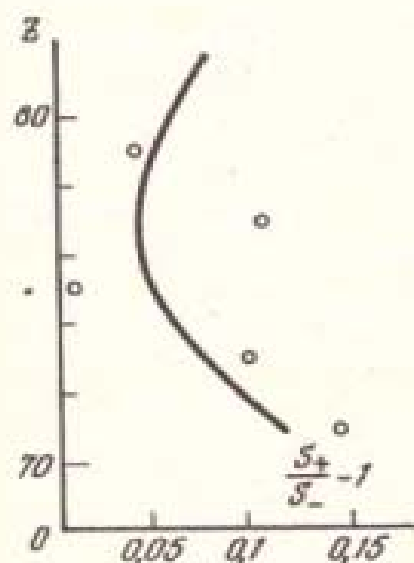
Z, км	71	75	79	83	87
$N_o, \text{см}^{-3}$	100	160	700	$1,5 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$
$V_m, \text{с}^{-1}$	$3,5 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$	$9,0 \cdot 10^5$	$4,5 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$
$\vartheta(P_1)$	0,33	0,18	0,06	0,02	0,01
$\vartheta(P_2)$	0,70	0,38	0,13	0,04	0,02

Отметим, что функция $\vartheta = \vartheta(f)$ имеет максимум при $\omega^2 z \approx V_o^2$, который обычно в условиях дневной нижней ионосферы достигается при $f \sim 2,5-4$ МГц для необыкновенной и $\sim 1,5-2,5$ МГц для обыкновенной волн. Поэтому используемая в данных экспериментах частота $\sim 2,6$ МГц, по-видимому, являлась оптимальной для исследования влияния нелинейных эффектов.

Экспериментально определялась и рассчитывалась величина

$$S_{\pm} = \frac{\overline{A_{\pm}^2}(P_2)}{\overline{A_{\pm}^2}(P_1)} \cdot \frac{P_1}{P_2}, \quad (3)$$

где $\overline{A_{\pm}^2}(P_1)$ и $\overline{A_{\pm}^2}(P_2)$ - средние квадраты амплитуд принятых ЧО сигналов соответственно для мощностей P_1 и P_2 .



На рисунке приведены теоретическая кривая $\Delta = S_+/S_- - 1$ и экспериментальные значения (обозначены крестиками). Последние получены 19.II.79 в 14.00-14.20 LT. От величины Δ зависит погрешность, вносимая нелинейными эффектами в измерения профиля $N_o(Z)$ методом ЧО. Видно согласие результатов теоретических расчетов и экспериментальных данных. Следовательно, рассматриваемые нелинейные эффекты могут оказывать существенное влияние на точность определения параметров нижней ионосферы

методом ЧО, что, по-видимому, может служить в некоторых случаях препятствием для применения установок повышенной мощности.

Л и т е р а т у р а

1. С.И.Мартыненко, Л.Ф.Черногор.-Геомagnetизм и аэрономия, 1976, 16; 1977, 17.
2. В.А.Мисюра, Л.Ф.Черногор, И.С.Шлюгер.-Вестник Харьковского ун-та. Радиофизика и электроника, 1975, 130.
3. Е.Д.Иванов, Л.Ф.Черногор. - Вестник Харьковского ун-та. Радиофизика, 1979, 180.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОБЛАСТИ РАССЕЯНИЯ УКВ НА ИСКУССТВЕННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЯХ

А.В.Коровин, А.М.Насыров, Е.В.Проскурин, Н.Н.Ягнов

Модель области ракурсного рассеяния на мелкомасштабных неоднородностях ($L_{\perp} = 3$ м), стимулированных воздействием на ионосферу мощного КВ-радиоизлучения построена по результатам измерений высоты отражения волны накачки, корреляции рассеянных полей при пространственном и частотном разносах, углов прихода рассеянных волн в двух плоскостях, сечения рассеяния, доплеровских изменений частоты и времен развития и релаксации неоднородностей. Измерения проводились в 1978-1980 гг. на опытных радиоприемах при нагреве в Горьком и Васильсурске.

По измерениям углов места и высот рассеяния определено пространственное положение поверхности зеркального рассеяния. Для приемного пункта в Волгоградской области сечение этой поверхности представляет дугу, выгнутую вверх, с наклоном в средней части $\sim 10^{\circ}$ по отношению к горизонту. Область зеркального рассеяния расположена несимметрично по отношению к вертикали, проходящей через пункт нагрева, и имеет протяженность ~ 100 км к югу и ~ 50 км к северу. При углах α между волновым вектором волны накачки и вектором геомагнитного поля, больших $\sim 30^{\circ}$, сечение рассеяния резко уменьшается. Измеренные значения α совпадают с теоретическими оценками $[1]$. Корреляция рассеянных полей по измерениям в Астраханской области на базах различной длины и ориентации уменьшается в ϵ раз на расстоянии $d_{\perp} = 70$ м при поперечном к направлению на возмущенную область (ВО) разносе и $d_{\parallel} = 1000$ м при продольном разносе. Таким значениям d_{\perp} соответствуют поперечные (в направлении восток - запад) размеры области рассеяния $L_{\perp} = 40$ км. Измерения размеров области рассеяния L_{\parallel} в направлении север - юг выполнялись методом частотной корреляции. По данным, полученным в Волго-