

добротность резонатора $Q \sim 10^5$, расстояние между зеркалами $l = 5$ см, площадь поперечного сечения $s = 1$ см², получим для $\omega = 10^{11}$ с⁻¹ интенсивность рассеянной волны $I \sim 5 \cdot 10^{-3}$ Вт · см⁻², если в резонатор подается мощность 10 Вт, а $\Delta\omega = 10^{10}$ с⁻¹.

Расчеты показывают, что изложенный в работе механизм когерентного рассеяния может быть использован в схемах преобразования частоты излучения в коротковолновой части диапазона сверхвысоких частот. В отличие от известных электронных преобразователей частоты (см., например, [2]) предлагаемая схема, как и описанная в [3], позволяет использовать для преобразования и умножения частоты электронные пучки в объемах, размеры которых значительно превышают длину волны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Старшин М. И., Цикин Б. Г. — Физика плазмы, 1978, 4, № 2, с. 366.
2. Машников В. В., Железовский Б. Е. — Радиотехника и электроника, 1971, 16, № 3, с. 379.
3. Русин Ф. С., Синенко Л. А., Костромин В. П. — Радиотехника и электроника, 1977, 22, № 8, с. 1671

Саратовский государственный университет

Поступила в редакцию 30 октября 1980 г.

УДК 550 388.2

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МЕТЕОРНОЙ ПЛАЗМЫ НА АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТРАЖЕННОГО СИГНАЛА

Г. Г. Новиков, С. Ф. Цыганков

В теории радиолокации метеоров важное место занимает вопрос об амплитудно-временных характеристиках отраженного сигнала (АВХ). Ниже будут рассмотрены метеорные следы недоуплотненного типа, которые в физике метеоров описываются в рамках теории диффузии, учитывающей один сорт ионов [1]. С другой стороны, спектроскопические исследования указывают на присутствие в метеорных следах положительных ионов различных сортов [2]. В работе [3] теоретически показано, что при формировании следа в нем могут образовываться отрицательные ионы. Некоторое количество таких ионов (~10—15% по отношению к положительным) было зафиксировано при лабораторном моделировании явления метеора [4].

В работах [5, 6] были найдены радиальные распределения электронов с учетом двух сортов ионов. В связи с этим представляет интерес рассмотреть поведение АВХ отраженного сигнала с учетом найденных распределений. Для выяснения влияния ионного состава плазмы на АВХ воспользуемся результатами работ [1, 7], в которых решалась аналогичная задача, но в предположении об однокомпонентном ионном составе следа. В этом случае для амплитуды отраженного сигнала согласно [1, 7] и с учетом найденных в [5, 6] распределений электронов имеем $A = A_0 I$ (A_0 — константа, определяющая расстоянием до точки зеркального отражения и параметрами аппаратуры), а выражение для I имеет вид

$$\begin{aligned}
 I = & \frac{1}{(1 \pm \beta) \sqrt{2}} \left| \left[1 \pm \frac{\beta}{2} - C_1 \beta^2 \pm \frac{2C_1(16C_1 \mp 1) - C_2 \mp 2(C_3 + C_4)}{2} \beta^3 \right] \times \right. \\
 & \times \int_{-\infty}^{x_0} \exp \left[i \frac{\pi}{2} x^2 - \Delta(x_0 - x) \right] dx + \left[\pm \frac{\beta}{2} \pm 2C_1 \beta^2 + \right. \\
 & + \frac{2C_1(16C_1 \mp 1) - C_2}{2} \beta^3 \left. \right] \int_{-\infty}^{x_0} \exp \left[i \frac{\pi}{2} x^2 - \frac{k\Delta}{2 \mp k} (x_0 - x) \right] dx + \\
 & + [(1 \mp 2) C_1 \beta^2 \mp 2C_1(16C_1 \mp 1) \beta^3 + C_3 \beta^3] \int_{-\infty}^{x_0} \exp \left[i \frac{\pi}{2} x^2 - \right. \\
 & \left. - \frac{k\Delta}{4 - (1 \pm 2)k} (x_0 - x) \right] dx + (C_4 \pm C_2) \beta^3 \int_{-\infty}^{x_0} \exp \left[i \frac{\pi}{2} x^2 - \right. \\
 & \left. - \frac{k\Delta}{6 - (2 \pm 3)k} (x_0 - x) \right] dx \left. \right|, \quad (1)
 \end{aligned}$$

где

$$C_1 = \frac{(2 \mp k)^2}{8k(4 - [1 \pm 2]k)}, \quad C_2 = \frac{3(2 \mp k)^3}{8k^2[6 - (2 \pm 3)k]},$$

$$C_3 = (0,5 \pm 1)C_1(16C_1 \mp 1), \quad C_4 = -(2 \pm 3)C_2/6,$$

$$k = D_2/D_1, \quad \beta = \alpha_2/\alpha_1, \quad x_0 = 2S_0/\sqrt{\gamma R \lambda}, \quad \Delta = 8\pi^2 D_1 \sqrt{R}/V\lambda^{3/2},$$

R — расстояние от наблюдателя до зеркальной точки следа, λ — длина волны РЛС, S_0 — расстояние от зеркальной точки до головы следа, V — скорость метеора, α_1 и α_2 — начальные линейные концентрации ионов первого и второго сорта, D_1 и D_2 — коэффициенты диффузии первого и второго сорта ионов.

В приведенной формуле верхний знак означает наличие положительных ионов, а нижний — присутствие в следе положительных и отрицательных ионов. При выводе (1) считалось, что параметры следа однородны вдоль траектории пролета, влияние ветра несущественно.

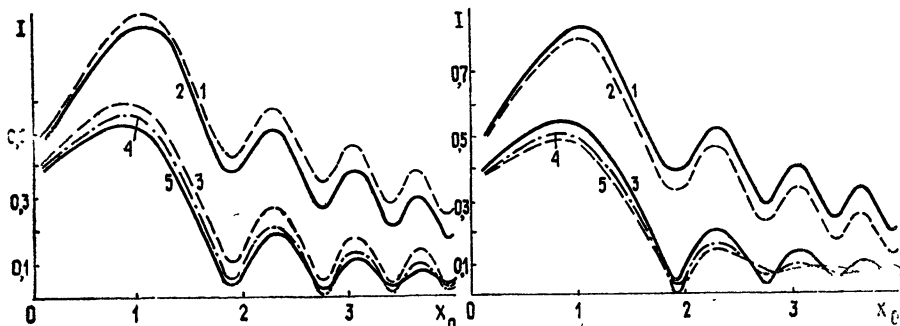


Рис. 1.

Рис. 2.

На рис. 1 и 2 приведены АВХ отраженного сигнала для различных составов плазмы. По оси ординат отложено значение интеграла I , а по оси абсцисс — x_0 . (На рис. 1 кривая 1 — $\Delta = 0,375$, $\beta = 0,4$; 2 — $\Delta = 0,375$, $\beta = 0$; 3 — $\Delta = 1$, $\beta = 0,4$; 4 — $\Delta = 1$, $\beta = 0,1$; 5 — $\Delta = 1$, $\beta = 0$. На рис. 2 кривая 1 — $\Delta = 0,375$, $\beta = 0$; 2 — $\Delta = 0,375$, $\beta = 0,3$; 3 — $\Delta = 1$, $\beta = 0$; 4 — $\Delta = 1$, $\beta = 0,2$; 5 — $\Delta = 1$, $\beta = 0,3$.) Если в плазме содержится отрицательные ионы, то значение $k = 1$ соответствует ионному составу, к примеру O^+ и O^- , а для плазмы с двумя сортами положительных ионов $k = 0,39$, т. е. в следе содержатся ионы O^+ и Fe^+ . Выбранные k соответствуют возможным составам метеорных следов.

Из рис. 1 видно, что наличие тяжелых положительных ионов добавки приводит к более медленному спаду амплитуды. Различия в значениях максимумов увеличиваются (относительно модели, учитывающей один сорт ионов, т. е. $\beta = 0$) как с ростом Δ , так и с возрастанием степени примеси тяжелых ионов. Подобную картину легко понять, если учесть, что наличие тяжелых ионов добавки замедляет диффузионный распад следа. Как следует из [8], эффективный коэффициент диффузии в таком случае уменьшается со временем и этот эффект заметен на АВХ. Если проводить обработку АВХ для получения параметров метеорной плазмы по общепринятой методике [4, 7] (заменяя при этом Δ на $\Delta_{эфф}$), то $\Delta_{эфф}$, определяемая из отношения главного максимума к последовательным экстремумам, имеет тенденцию к уменьшению. Так, например, при $\beta = 0$ значение $\Delta = 1,00$ для всех отношений основного максимума к последующим, но при $\beta = 0,1$ $\Delta_{эфф}$ меняется от 0,90 до 0,78 по мере увеличения x_0 , а при $\beta = 0,4$ $\Delta_{эфф}$ изменяется более существенно от 0,90 до 0,60. Заметим, что в модели с двумя сортами положительных ионов положения экстремумов не меняются при различных β , т. е. в этом случае состав не сказывается на определении величины скорости метеора.

Иная картина наблюдается, если в плазме присутствуют отрицательные ионы. В этом случае, как показано в [5, 6], диффузия следа происходит быстрее, что приводит к более резкому спаду АВХ по сравнению со случаем $\beta = 0$ (см. рис. 2). Наличие отрицательных ионов проявляется не только в этом. Как следует из рис. 2, по мере увеличения степени примеси отрицательных ионов и Δ максимумы и минимумы могут меняться местами, причем это явление с ростом Δ и β проявляется на все более малых временах. Подобная картина поведения амплитуды может явиться достаточно надежным фактором, указывающим на присутствие в следе отрицательных ионов.

В заключение хотелось бы отметить, что результаты, полученные в работе, могут служить методом определения ионного состава метеорных следов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кашеев Б. Л. и др. Метеорные явления в атмосфере Земли — М: Наука, 1967
2. Бронштейн В. А. Физика метеорных явлений — М: Наука, 1981
3. Фурман А. М. — В сб: Некоторые проблемы исследования Вселенной — Л: Всесоюзное астрономо-геодезическое общество.
4. Dalman B. K. et al. — Planet. Space Sci., 1977, 25, p. 135.
5. Новиков Г. Г. и др — ДАН Тадж ССР, 1979, 22, № 11, с 657
6. Новиков Г. Г. и др — Геомагнетизм и аэрномия, 1981, 21, № 1, с. 105.
7. Simek M. — Canad. J. Phys., 1968, 48, p. 1563.
8. Новиков Г. Г., Цыганков С Ф — Изв. вузов — Радиофизика (в печати).

Институт астрофизики
АН ТаджССР

Поступила в редакцию
2 апреля 1981 г.

УДК 621 373.421

НАБЛЮДЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В ГЕНЕРАТОРЕ С ЗАДЕРЖАННОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

В. М. Меренков, В. М. Геллер

Известно [1], что введение в классический генератор Ван-дер-Поля нелинейного элемента с N -образной вольт-амперной характеристикой преобразует его в устройство, способное генерировать стохастические колебания. Ниже изложены результаты экспериментальных исследований генератора с задержанной обратной связью (ГЗОС), включающего в себя составной нелинейный активный элемент (СНЭ) и линию задержки, которая замыкает его вход и выход (рис 1)

СНЭ составлен из двух тетродов 6Э5П. Аноды тетродов замкнуты, катоды заземлены, а управляющие сетки включены в противофазе через широкополосный трансформатор ($\Delta f_{\text{ТР}} \sim 10 \text{ МГц}$). По каждому из тетродов предусмотрено индивидуальное напряжение смещения (E'_{g1}, E''_{g1}). Примерный вид обобщенной анодно-сеточной характеристики комбинированного усилительного элемента показан на рис 2. Ветвь 1 принадлежит тетроду L_1 , а ветви 2, 3, 4 — тетроду L_2 , при этом $U'_g = U_g - E''_{g1}$, так что обобщенная рабочая точка всего СНЭ находится в начале координат

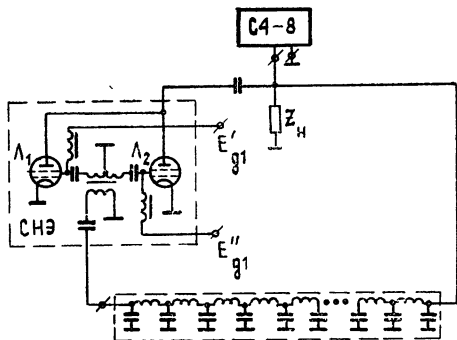


Рис. 1.

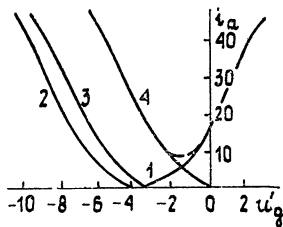


Рис. 2.

Широкополосная линия задержки ($\Delta f_{\text{ЛЗ}} \sim 40 \text{ МГц}$) построена из тридцати семи звеньев ФНЧ типа «К», так что в полосу пропускания устройства, определенную полосой пропускания СНЭ ($\Delta f \sim 10 \text{ МГц}$), попадает пять эквидистантных спектральных компонент, для которых выполняются фазовые условия автогенерации.

Регистрация спектра проводится с помощью панорамного анализатора СЧ-8, частотная метка соответствует частоте 10 МГц . Режим установления автогенерации мягкий, что обеспечивается подбором соответствующего напряжения смещения на правом тетроде ($E''_g = -3 \text{ В}$). Далее выбранное напряжение E''_{g1} сохраняется постоянным, а управление СНЭ осуществляется путем изменения напряжения смещения на левом тетроде (E'_{g1}).

Разберем три случая

1. Напряжение смещения на регулируемом тетроде ($E'_{g1} = -10 \text{ В}$) существенно превосходит напряжение запирания лампы ($E_{g10} = -6 \text{ В}$) Суммарная анодно-сеточная