

# О ПРОХОЖДЕНИИ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ С ЛИНЕЙНО-МЕНЯЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТОЙ ЧЕРЕЗ ЗАМЕДЛЯЮЩУЮ СИСТЕМУ С ДИЭЛЕКТРИКОМ

А. И. Стеценко, Н. Т. Черпак, Я. Л. Шайфаров

Замедляющие структуры (ЗС), применяемые в квантовых парамагнитных усилителях (мазерах) бегущей волны [1], могут иметь дисперсионную характеристику двух типов (рис. 1). В структуре, описываемой характеристикой 1, распространяется одна волна с нормальной дисперсией. Характеристика 2 описывает структуру, в которой вблизи низкочастотного края полосы прозрачности распространяются две волны, прямая и обратная, имеющие противоположные направления фазовой скорости. Групповые скорости при этом имеют одно и то же направление.

Существование обратной волны зависит от величины диэлектрической проницаемости активного вещества, зазора между активным кристаллом и боковой стенкой экрана ЗС, а также от высоты активного кристалла [1, 2]. Передача энергии в ЗС квантового усилителя двумя волнами нежелательна, поскольку в этом случае нарушается работа вентиляционного элемента.

В данной работе излагаются результаты экспериментального исследования прохождения амплитудно-модулированного меандром СВЧ сигнала с линейно-меняющейся частотой через ЗС. Структура была предназначена для квантового усилителя четырехсантиметрового диапазона. Для измерения полосы прозрачности использовалась лампа обратной волны со схемой стабилизации уровня мощности выходного сигнала, для чего применялась амплитудная модуляция СВЧ сигнала. Частота модуляции меандром равнялась 100 кГц, сигнал на выходе ЗС наблюдался на экране осциллографа.

Если в исследуемой замедляющей структуре наряду с прямой существовала и обратная волна, то огибающая модулированного СВЧ сигнала, прошедшего через ЗС, претерпевала расщепление (рис. 2а) на две последовательности импульсов. При этом, как было показано прямыми экспериментами, прямоугольные импульсы искажают свою форму.

С целью дополнительного подтверждения наличия обратной волны в тех частотных интервалах, в которых наблюдается расщепление огибающей прошедшего через ЗС сигнала, были проведены измерения коэффициента невязанности  $R = L_{\phi}^{-} / L_{\phi}^{+}$  ферритовых элементов ( $L_{\phi}^{-}$  и  $L_{\phi}^{+}$  — обратные и прямые резонансные потери, выраженные в дБ, в феррите, помещенном в ЗС) в полосе пропускания ЗС. На рис. 2б приведены результаты измерения  $R$  в штыревой гребенке, основные параметры которой следующие:  $2p/d = 1,0$ ,  $a/D = 0,5$ ,  $c_1/b = 0,983$ ,  $c_2/b = 0,17$ ,  $b/D = 2,492$ ,  $l_2/h = 0,669$ , где

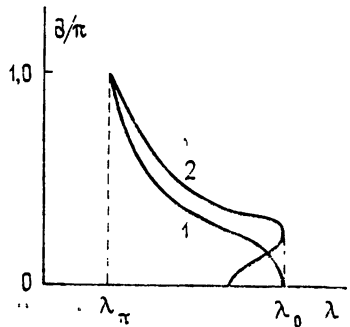


Рис. 1. Дисперсионные характеристики замедляющей структуры квантового усилителя.

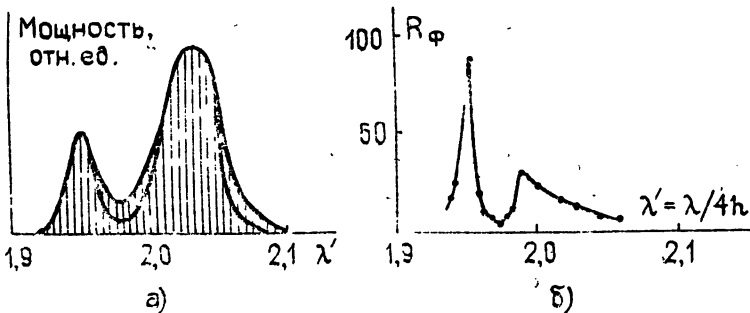


Рис. 2. Характеристики замедляющей структуры типа штыревой гребенки при наличии прямой и обратной волн: а) огибающая свип-сигнала, промодулированного меандром, прошедшего через замедляющую структуру; б) зависимость коэффициента  $R$  от длины волны  $\lambda'$  в полосе прозрачности структуры, точки — эксперимент.

$2p$  — толщина штырей,  $d$  — расстояние между штырями,  $D$  — период структуры,  $c_1$  — толщина рубина,  $c_2$  — толщина лейкосапфира,  $b$  — расстояние от штырей до боковой стенки экрана,  $l_2$  — высота рубина. Вентильные элементы, выполненные в виде ферритовых шайб, диаметром 0,5 мм, расположены на расстоянии  $y_1/b = 0,285$  от штыревой плоскости.

Измерения показали, что вблизи  $\lambda' \approx 1,96$  ( $\lambda' = \lambda/4h$ ) величина  $R$  резко падает. Последнее обстоятельство подтверждает наличие перегиба дисперсионной характеристики и появление обратной волны. Как видно из рис. 2, начало расщепления огибающей сигнала совпадает с возникновением обратной волны.

Очевидно, эффект расщепления огибающей при возбуждении двух волн в ЗС может быть использован для исследования ЗС и обнаружения обратной волны с целью ее подавления, что может значительно упростить процесс настройки квантовых усилителей. Отмеченная особенность прохождения импульсных сигналов со свипируемой частотой должна наблюдаться и в других структурах бегущей волны, в которых имеет место перегиб дисперсионной характеристики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Штейншлейгер В. Б., Мисежников Г. С., Лифанов П. С. Квантовые усилители СВЧ (мазеры). — М.: Сов. радио, 1971.
2. Стеценко А. И., Шамфаров Я. Л., Кондрашин С. К. — Изв. вузов — Радиофизика, 1975, 18, № 11, с. 1667.

Институт радиофизики и электроники  
АН УССР

Поступила в редакцию  
22 июля 1981 г.

---

## ИНФОРМАЦИЯ О НОВЫХ КНИГАХ

**Ионизационные эффекты и переходное излучение релятивистских заряженных частиц.**— М.: Наука, 1982.— 20 л.

В сборнике изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований ионизационных эффектов, производимых релятивистскими заряженными частицами в различных детекторах. Описываются новые методы детектирования рентгеновского переходного излучения, позволяющие использовать его для идентификации частиц высокой энергии.

Для специалистов, работающих в области экспериментальной физики высоких энергий.

**Курушин Е. П., Нефедов Е. И. Электродинамика анизотропных волноведущих структур.** Ин-т радиотехники и электроники.— М.: Наука, 1982.— 20 л.

В книге рассмотрены вопросы теории распространения электромагнитных волн в волноведущих и резонансных структурах, содержащих анизотропные включения. Особое внимание уделено структурам с тонкими анизотропными пленками, перспективными для применения в диапазонах миллиметровых и субмиллиметровых волн.

При анализе использованы импедансные граничные условия анизотропного типа.

Для радиофизиков, радиотехников, инженеров-проектировщиков аппаратуры новых диапазонов электромагнитных колебаний.

**Шапиро В. Е., Логинов В. М. Динамические системы при случайных воздействиях (простые средства анализа).** Ин-т физики им. Л. В. Киренского Сиб. отд-ния АН СССР.— Новосибирск: Наука, 1982.— 11 л.

В монографии изложен простой и эффективный метод статистического анализа различных моделей динамических систем, линейных и нелинейных, при случайных воздействиях, включающих и белое шум, и распространенные случайные процессы с конечным радиусом корреляций. Основное внимание уделяется получению точных замкнутых уравнений для вероятностных характеристик динамических систем. Конструктивность метода иллюстрируется большим числом примеров.

Для научных работников, интересующихся задачами статистического описания различных систем при наличии случайных факторов.

---