

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ОДНОДИОДНЫЙ ДВУХКОНТУРНЫЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ НЕСИММЕТРИЧНОЙ МИКРОПОЛОСКОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

В. Е. КАРАПЕТЯН, К. С. МОСОЯН, А. К. МУРОЯН, А. И. СМОЛИН

Рассмотрены конструкция и эквивалентная схема однодиодного двухконтурного параметрического усилителя 3-х сантиметровой диапозона на несимметричных микрополосковых линиях. Приведены некоторые расчетные соотношения и экспериментальные данные по основным параметрам усилителя. Получены следующие результаты: коэффициент усиления по мощности $-10 \div -11$ дБ, коэффициент шума $\sim 1,4$, полоса пропускания по уровню 3 дБ $\sim 10\%$.

В в е д е н и е

Применение гибридно-интегральных схем ПУ позволяет максимально уменьшить паразитные параметры корпуса диода и облегчить задачу построения широкополосных развязывающих цепей. Но здесь при $f_n \gg f_n - f_x$, где f_x — частота холостого колебания, f_n — частота колебаний накачки, увеличивается требуемая мощность накачки, так как фильтрующие и трансформирующие цепи, которые нужны в тракте накачки, выполняются на микрополосках с большими погонными потерями [1].

Целью настоящей работы является исследование однодиодного двухконтурного ПУ несимметричной микрополосковой конструкции, где можно реализовать полосы пропускания, близкие к полосам пропускания известных балансных параметрических усилителей, при малой потребляемой мощности накачки.

Описание конструкции и расчет эквивалентной схемы

На рис. 1 и 2 изображены конструкция и эквивалентная схема широкополосного маломощного однодиодного ПУ несимметричной микрополосковой конструкции.

На одной поверхности диэлектрической подложки (1) методом вакуумного напыления нанесены структурные элементы сигнальной и холостой цепей. На обратной поверхности (11) осуществлена сплошная металлизация кроме окна под диодом (7), которое служит резонансной диафрагмой для подачи мощности накачки. На фланец (10) накладывается диэлектрическая подложка так, чтобы резонансная диафрагма включалась в волновод, запердельный для холостой частоты, волны H_{10} (9) с плавным переходом. В усилителе холостой контур образуется последовательным резонатором, состоящим из емкости обратно-смещенного диода (2) и индуктивности контактной иглы (3), с резонансной частотой ω_d , развязывающими последовательными резонансными контурами (2а) и (2б) с резонансной частотой $\omega_{ш}$ и сосредоточенным реактивным сопротивлением

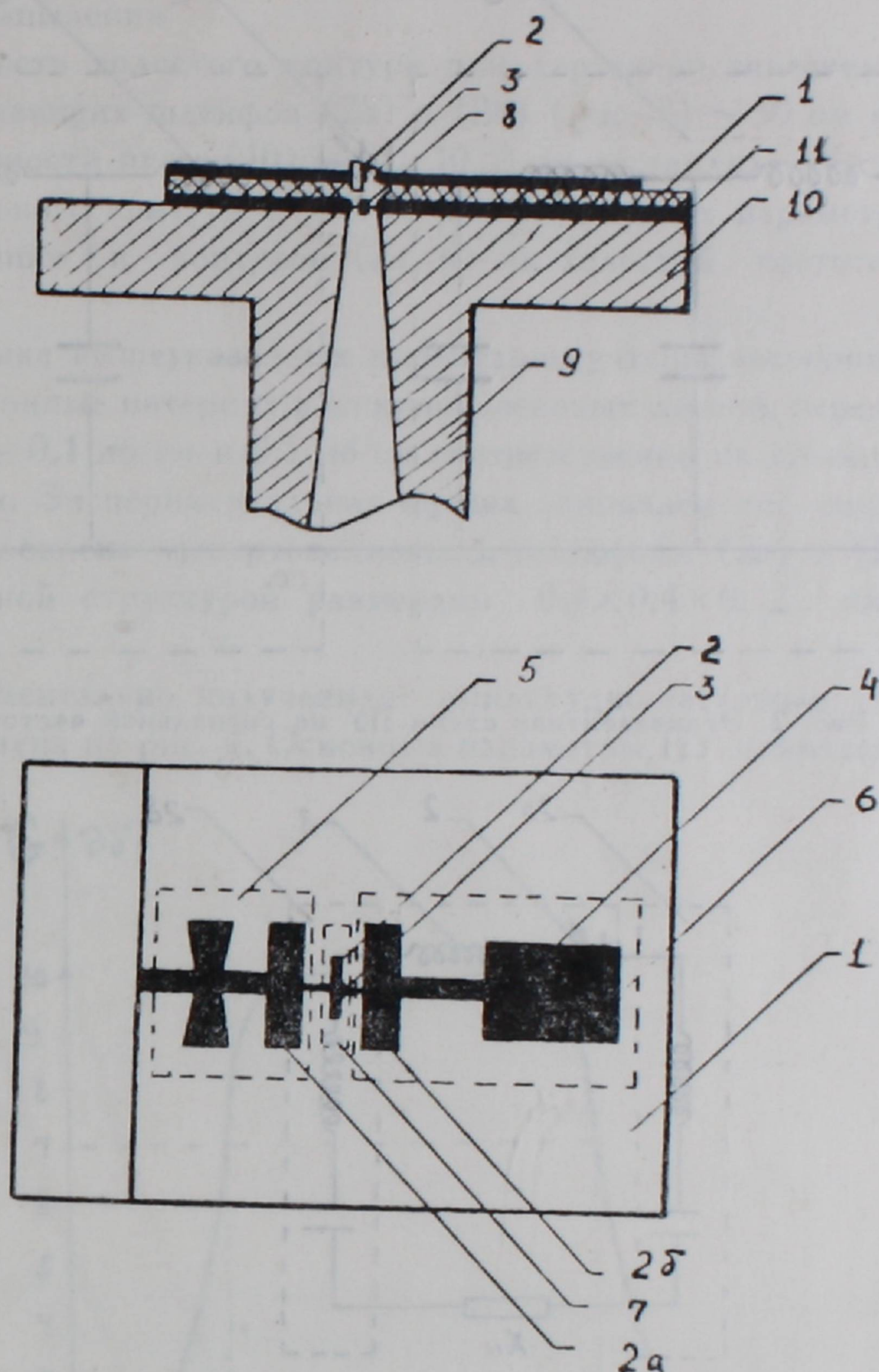


Рис. 1. Конструкция параметрического усилителя: 1 — диэлектрическая подложка, 2 — бескорпусный параметрический диод, 3 — контактная игла, 4 — блокирующая емкость, 5 — фильтр нижних частот, 6 — эквивалентная индуктивность для компенсации реактивного сопротивления обратно-смещенного параметрического диода, 7 — неметаллизированное окно, 8 — сосредоточенное реактивное сопротивление, 9 — волновод накачки с плавным переходом, 10 — фланец, 11 — заземленная плоскость.

X_H (8), включенным в волновод (9) в плоскость резонансной диафрагмы (рис. 3).

Для развязки холостого контура от блокирующей емкости (4) требуется, чтобы

$$X_H(\omega_{ш}) = 0 \quad \text{при } \omega_d = \omega_{ш},$$

$$X_H(\omega_{ш}) + X_C(\omega_{ш}) + X_L(\omega_{ш}) = 0 \quad \text{при } \omega_d \neq \omega_{ш},$$

где X_C — емкостное сопротивление диода (2), X_L — индуктивное сопротивление иглы (3).

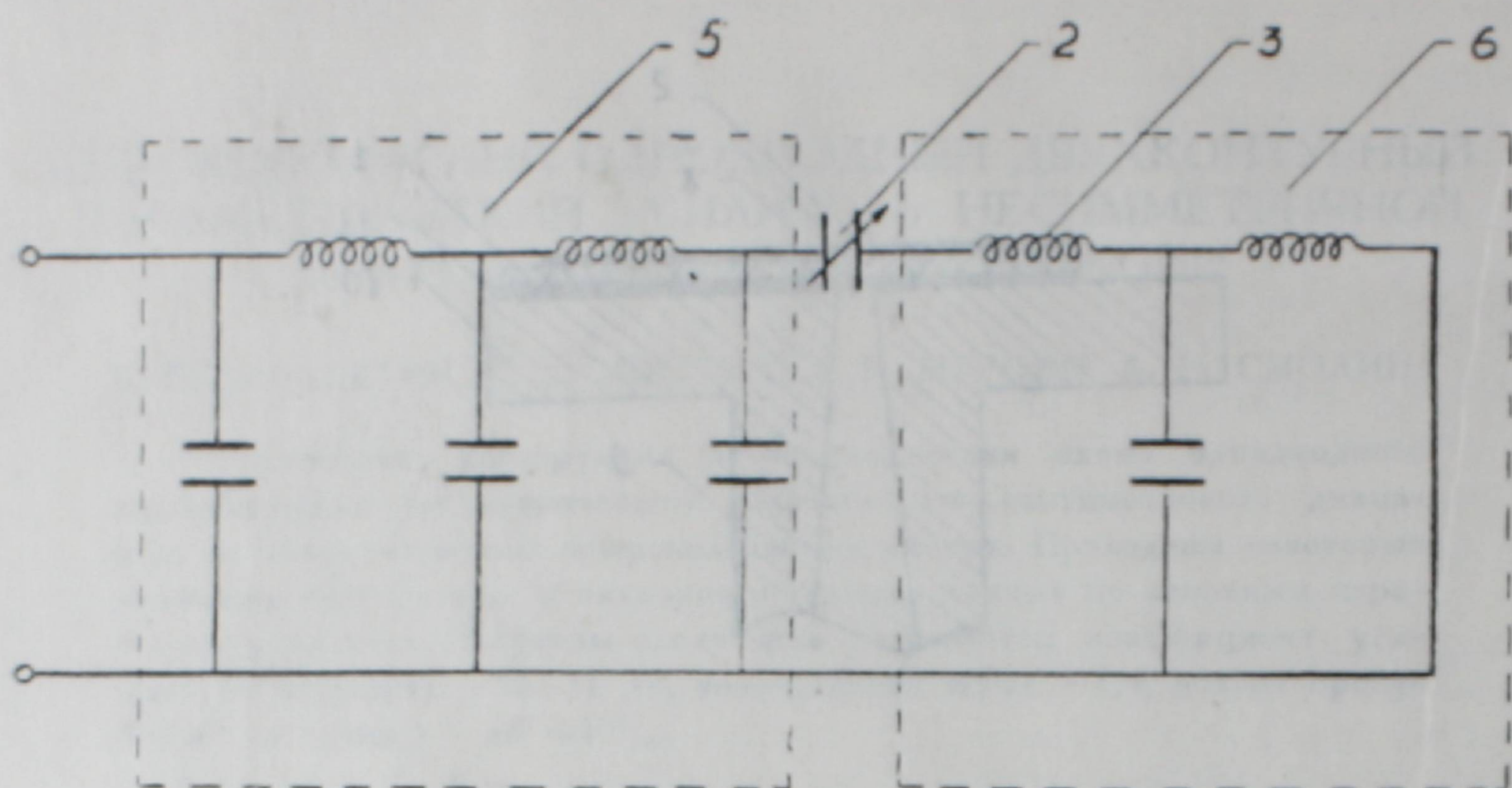


Рис. 2. Эквивалентная схема ПУ на сигнальной частоте.

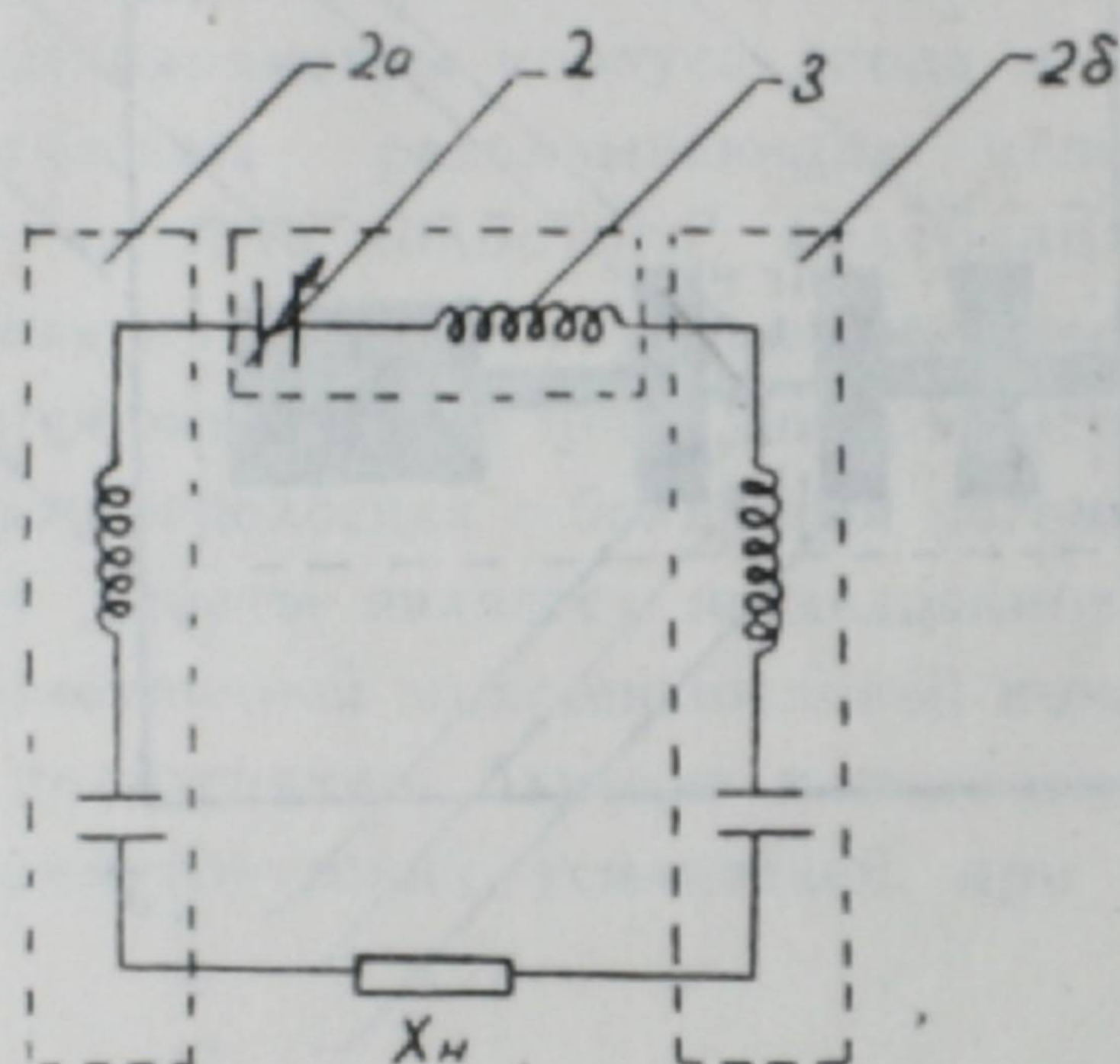


Рис. 3. Эквивалентная схема холостого контура ПУ.

Для того, чтобы обеспечить минимальную добротность холостого контура, нужно обеспечить минимальную крутизну контуров (2a), (2б) и (8). Чтобы одновременно обеспечить минимальную добротность сигнального контура, эквивалентные емкостные составляющие, которые представляют собой сопротивления контуров (2a) и (2б) на сигнальной частоте, вводятся соответственно в структуру фильтра (5) нижних частот и в индуктивность (6).

Экспериментальные результаты

Экспериментально исследован макет ПУ 3-х сантиметрового диапазона с накачкой в 8 мм диапазоне. В ПУ использованы бескорпусные диодные структуры из арсенида галлия ($GaAs$) с барьером Шоттки емкостью $\sim 0,3$ пф при нулевом смещении и $\tau_g \approx 0,7$ псек. Структурные эле-

менты ПУ выполнены на сапфировой подложке толщиной 0,5 мм методом вакуумного напыления.

Добротность холостого контура при характеристическом сопротивлении развязывающих шлейфов (2а) и (2б) (рис. 3) ~ 50 ом и реализованной индуктивности иглы (10) $\sim 0,1 \cdot 10^{-9}$ гн составляла $Q_x = 24$. Добротность сигнального контура с учетом распределенных параметров микрополосковой линии и контуров (2а, б) на холостой частоте составляла $Q_c = 2$.

При оценке вышеуказанных параметров учтены экспериментально измеренные погонные потери α в микрополосковых линиях передачи, которые составляли $\sim 0,1$ дб/см и $0,5$ дб/см соответственно на сигнальной и холостой частотах. Экспериментальная оценка эквивалентной емкости корпуса, которая обусловлена четвертьволновыми шлейфами (2а) и (2б) и бескорпусной диодной структурой размерами $0,4 \times 0,4 \times 0,12$ мм³, составляла $\sim 0,02$ пф.

Экспериментально полученная амплитудно-частотная характеристика ПУ приведена на рис. 4. Основные параметры ПУ приведены в таблице.

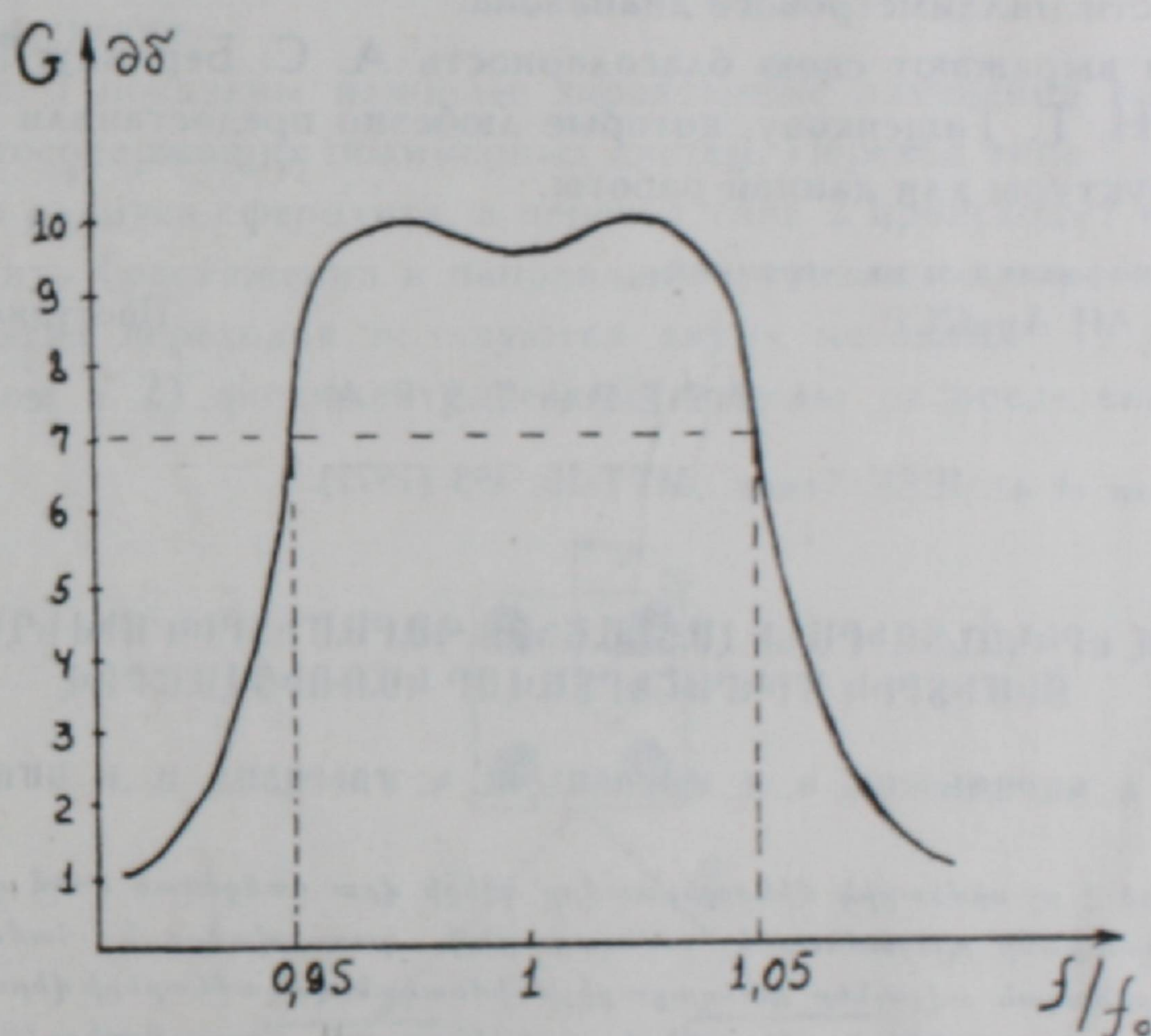


Рис. 4. Амплитудно-частотная характеристика ПУ.

Таблица	
Коэффициент усиления по мощности	10÷11 дБ
Неравномерность усиления	$\pm 0,5$ дБ
Полоса пропускания по уровню 3 дБ	$\sim 10\%$
Коэффициент шума	1,4
Отношение f_x/f_c	~ 4
Мощность накачки	40 мвт
Входная мощность насыщения	10^{-5} вт
Потери в волноводно-микрополосковом переходе	0,07 дБ
Потери в циркуляторе на центральной частоте	0,25 дБ
Потери в фильтре нижних частот	0,2 дБ

З а к л ю ч е н и е

Вышеприведенные экспериментальные результаты показывают, что предложенная схема однодиодного параметрического усилителя несимметричной микрополосковой конструкции обеспечивает полосу пропускания, близкую к полосам пропускания, реализуемым в известных балансных параметрических усилителях волноводной конструкции, одновременно обеспечивая малый коэффициент шума.

Применение данной конструкции двухконтурного ПУ в диапазоне усиливаемых частот $(5 \div 20)$ см может обеспечить полосу пропускания $15 \div 20\%$. В данной конструкции очень легко решить вопрос повышения частоты накачки для уменьшения эквивалентной входной шумовой температуры.

Необходимо также отметить, что вышеуказанный волноводно-несимметричный микрополосковый переход, использованный для подачи мощности накачки на диод, можно успешно использовать для создания параметрических усилителей и смесителей микрополосковой конструкции коротковолновой части миллиметрового диапазона.

Авторы выражают свою благодарность А. С. Берлину, М. Е. Лисогорскому и Н. Т. Тищенко, которые любезно предоставили полупроводниковые структуры для данной работы.

Институт радиофизики и электроники
АН АрмССР

Поступила 29.XII.1973

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. H. C. Okean et al. IEEE Trans., MTT-19, 493 (1971).

ՄԵԿ ԴԻՈԴՈՎ ԵՐԿԿՈՆՏՈՒՐԱՆԻ ԼԱՅՆԱՇԵՐՏ ՊԱՐԱՄԵՏՐԻԿ ՈՒԺԵՂԱՑՈՒՑԻԶ՝ ՈՉ ՍԻՄԵՏՐԻԿ ՄԻԿՐՈՇԵՐՏԱՎՈՐ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՈՎ

Վ. Ե. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Կ. Ս. ՄՈՍՈՅԱՆ, Ա. Կ. ՄՈՒՐՈՅԱՆ, Ա. Ի. ՍՄՈԼԻՆ

Դիտարկված է ոչ սիմետրիկ միկրոշերտավոր գծերի վրա ստեղծված 3-սմ դիապազոնի մեկ դիոդով երկկոնտուրանի պարամետրիկ ուժեղացուցիչի կառուցվածքը և համարժեք սխեման: Բերված են փորձնական տվյալներ ուժեղացուցիչի հիմնական պարամետրերի վերաբերյալ: Ստացված են հետևյալ արդյունքները՝ ուժեղացման գործակիցը ըստ հզորության— $10 \div 11$ դբ, աղմուկի գործակիցը $\sim 1,4$, խողարկման շերտը 3 դբ մակարդակի վրա $\sim 10\%$:

THE WIDEBAND ONE-DIODE NONDEGENERATE MICROSTRIP PARAMETRIC AMPLIFIER

V. E. KARAPETYAN, K. S. MOSOYAN, A. K. MUROYAN, A. I. SMOLIN

The X-band one-diode nondegenerate microstrip parametric amplifier is considered. The experimental data on the performance factors of the amplifier are given.