



*Открытое акционерное общество
«Центральное конструкторское бюро автоматики»*

Сверхширокополосный радиопотонный смеситель СВЧ

Докладчик: Белоусов А. А.

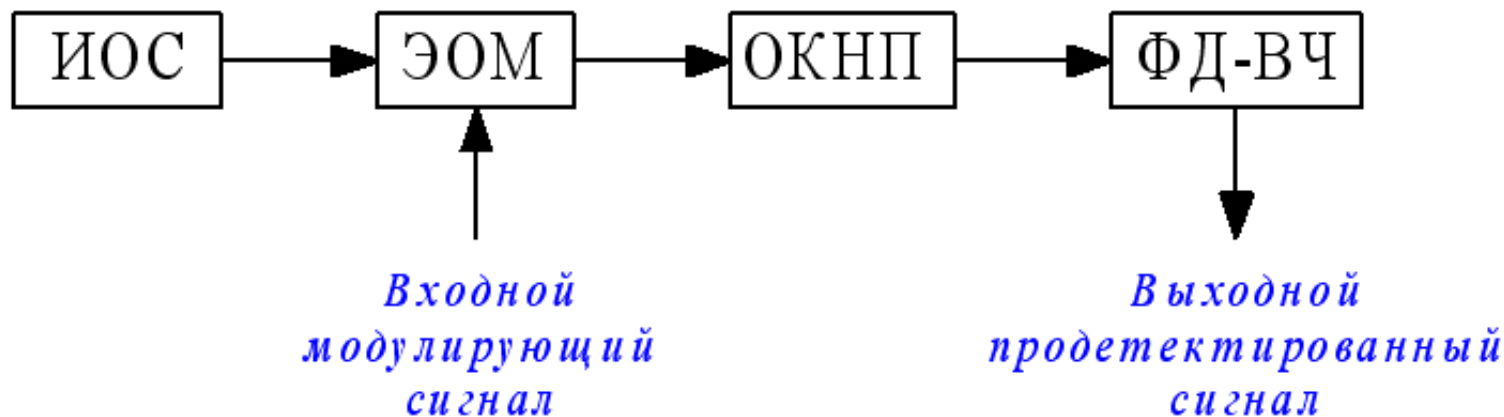
Омск 2015 г.



Рисунок 1 – Оптическое волокно



Рисунок 2 – Оптическое волокно фирмы Corning



ИОС - источник оптического сигнала

ЭОМ - электро-оптический модулятор

ОКНП - оптический канал с низкими потерями

ФД-ВЧ - высокочастотный фотодетектор

Рисунок 3 – Структурная схема оптической линии связи

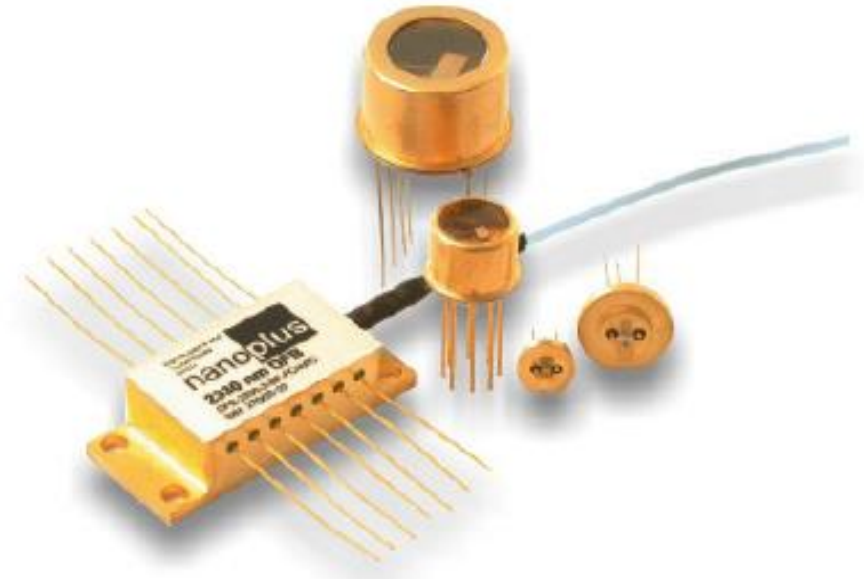
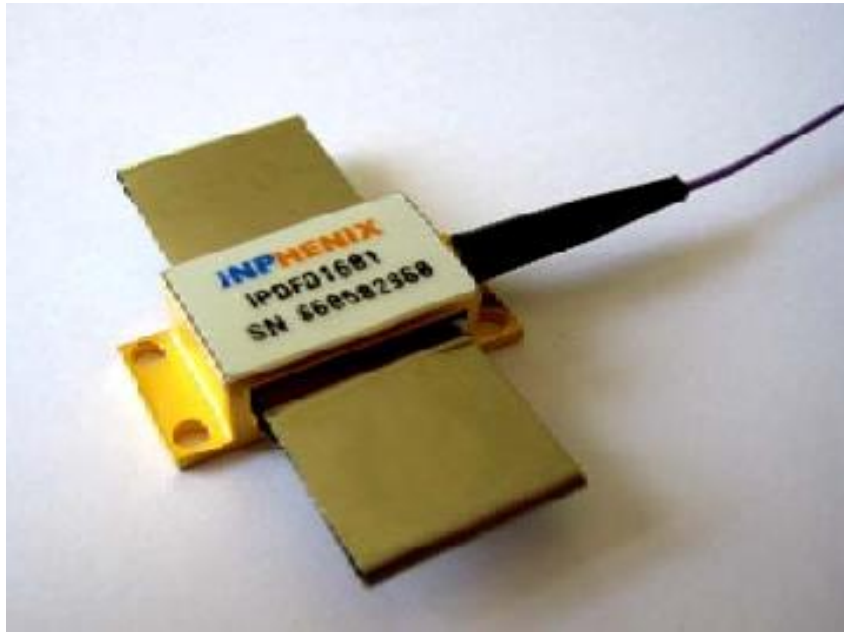


Рисунок 4 – Гибридные интегральные схемы полупроводниковых лазеров

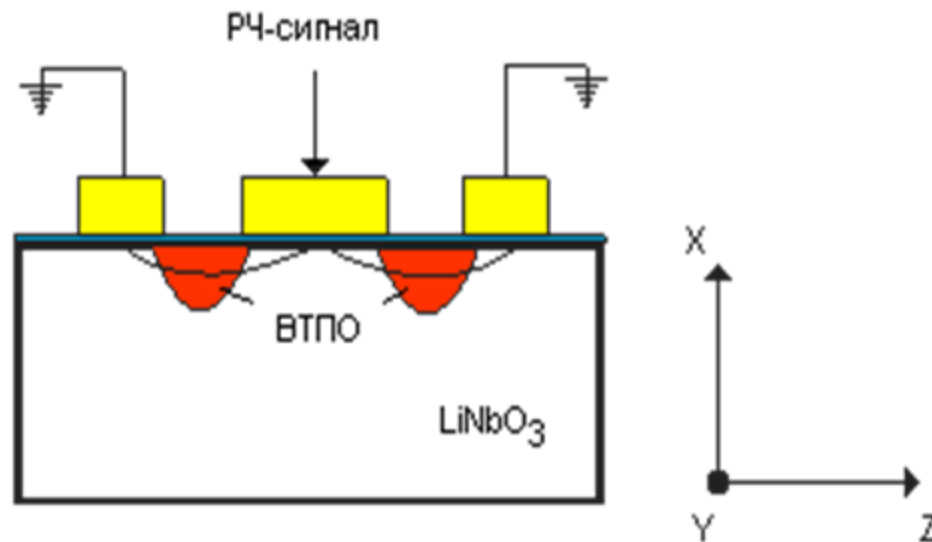
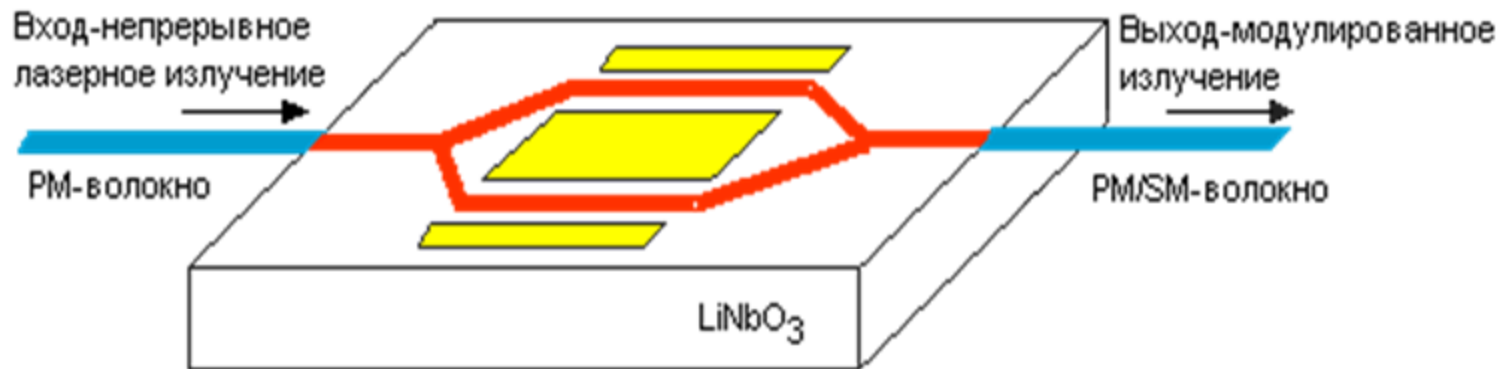


Рисунок 5 – Модулятор Маха-Цандера (Mach Zehnder modulator - MZM)



Рисунок 6 – ГИС Маха-Цандера

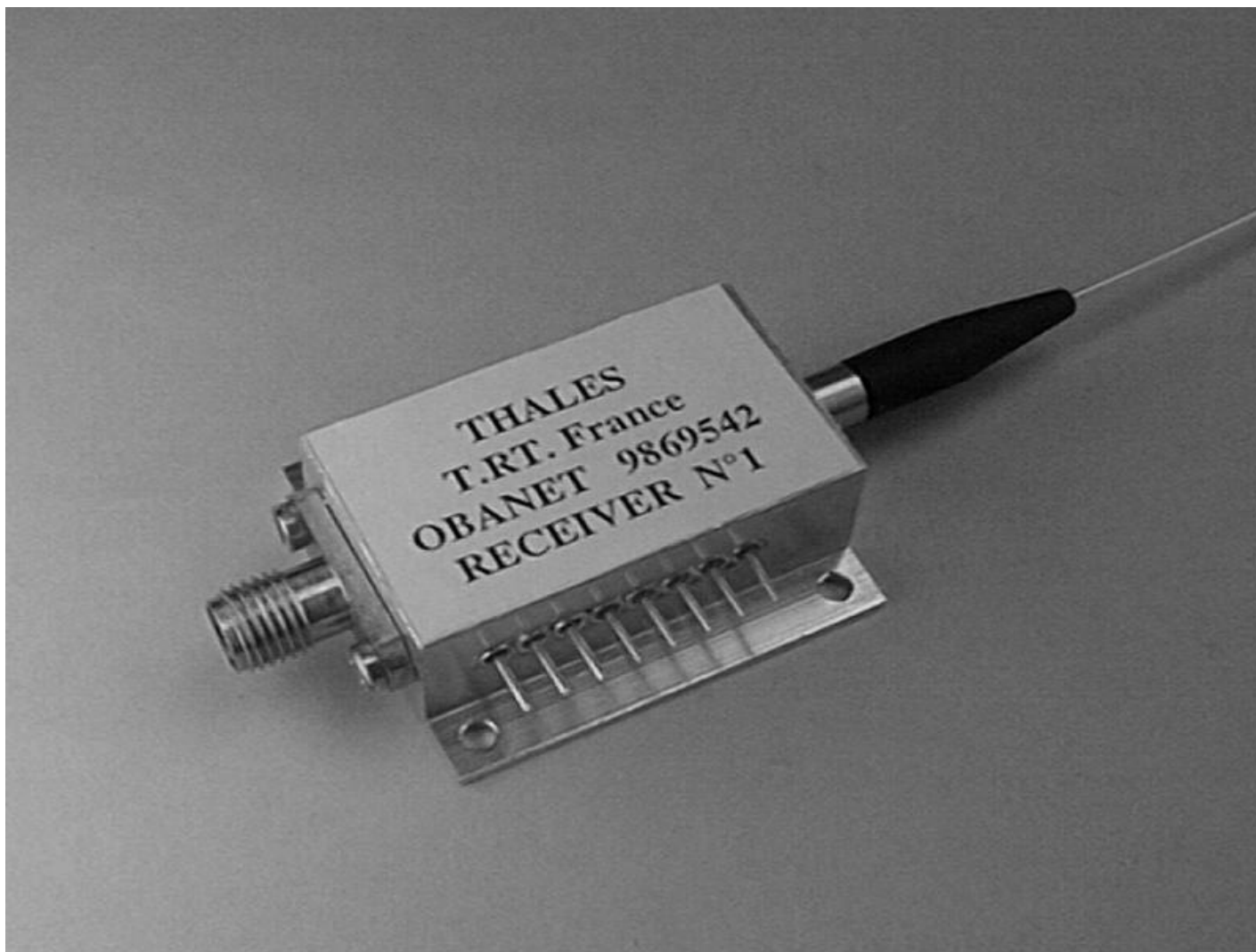
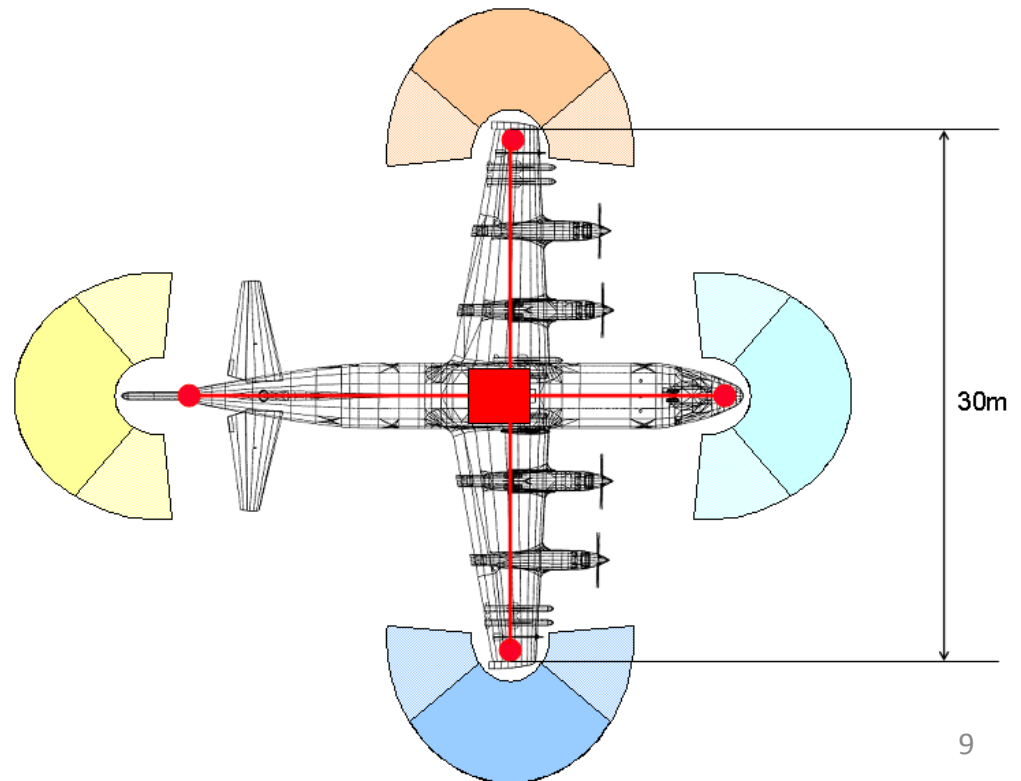
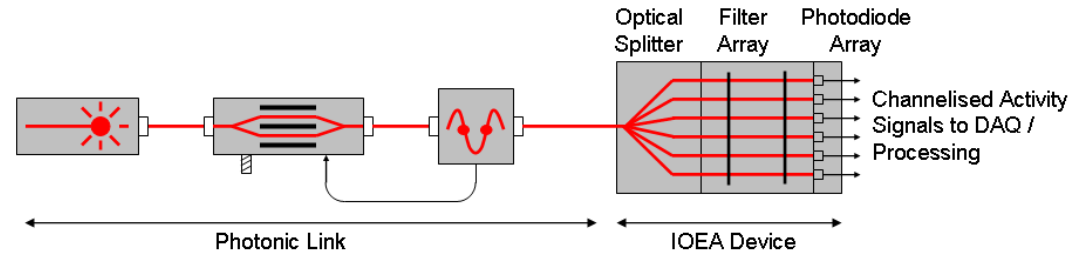
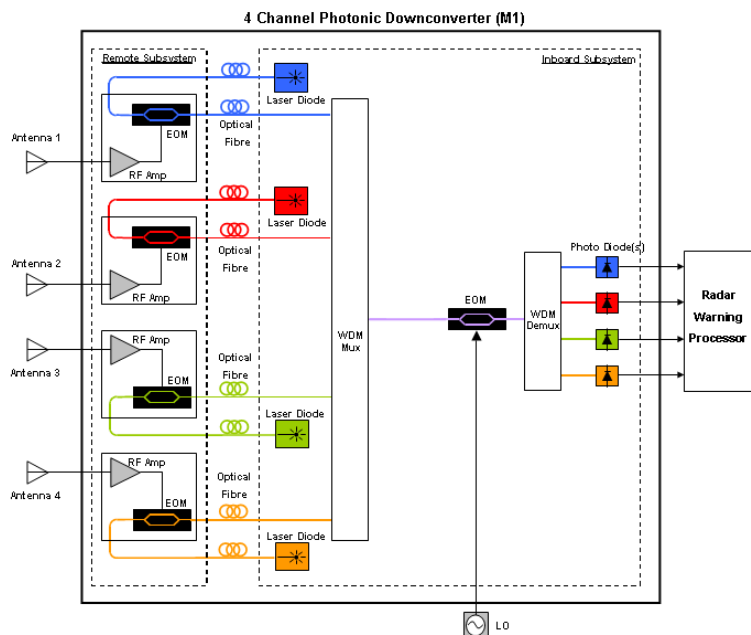


Рисунок 7 – Фотодетектор в виде гибридной интегральной схемы

Microwave Photonics for Electronic Warfare Applications

Michael E Manka
BAE Systems Australia



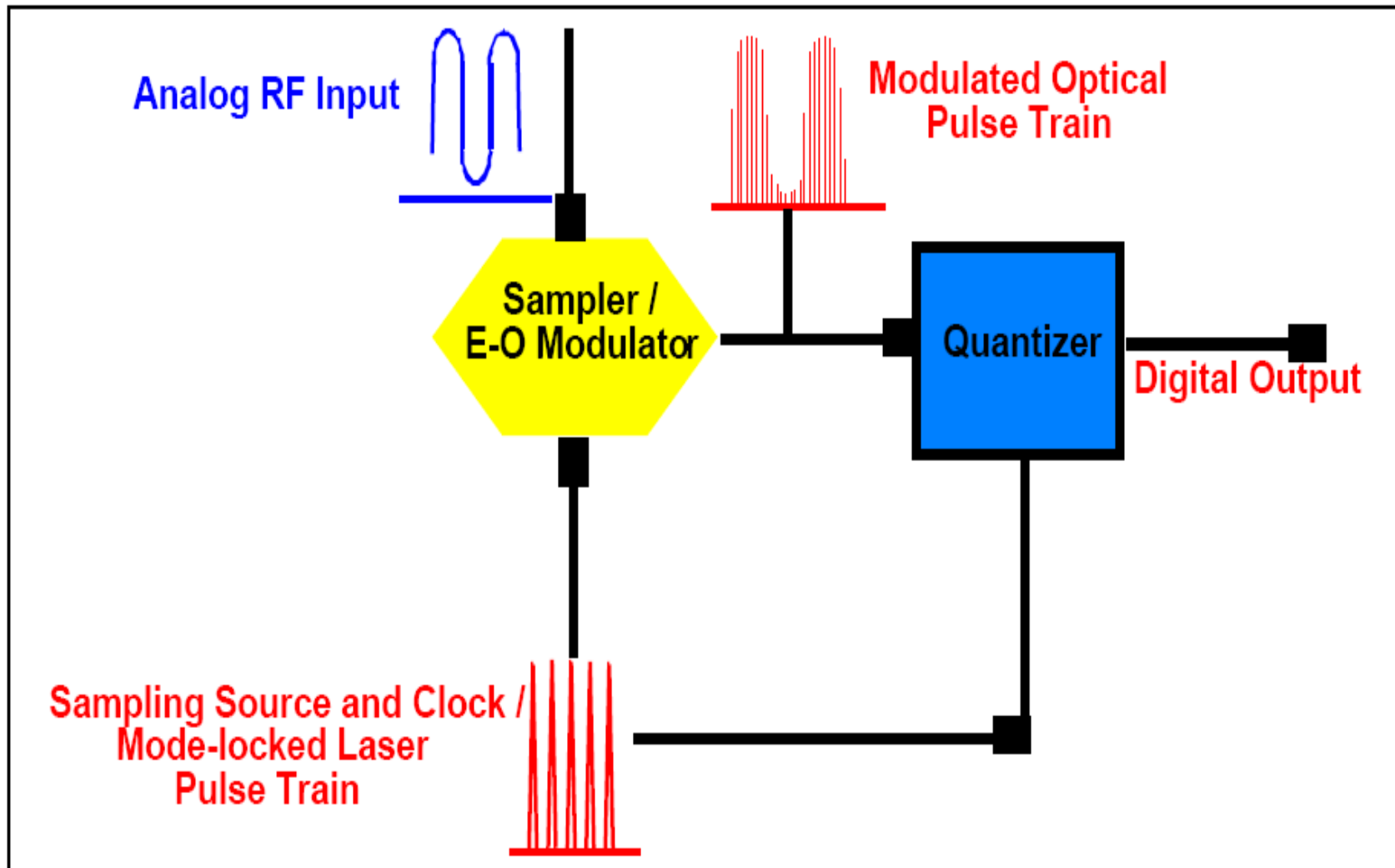
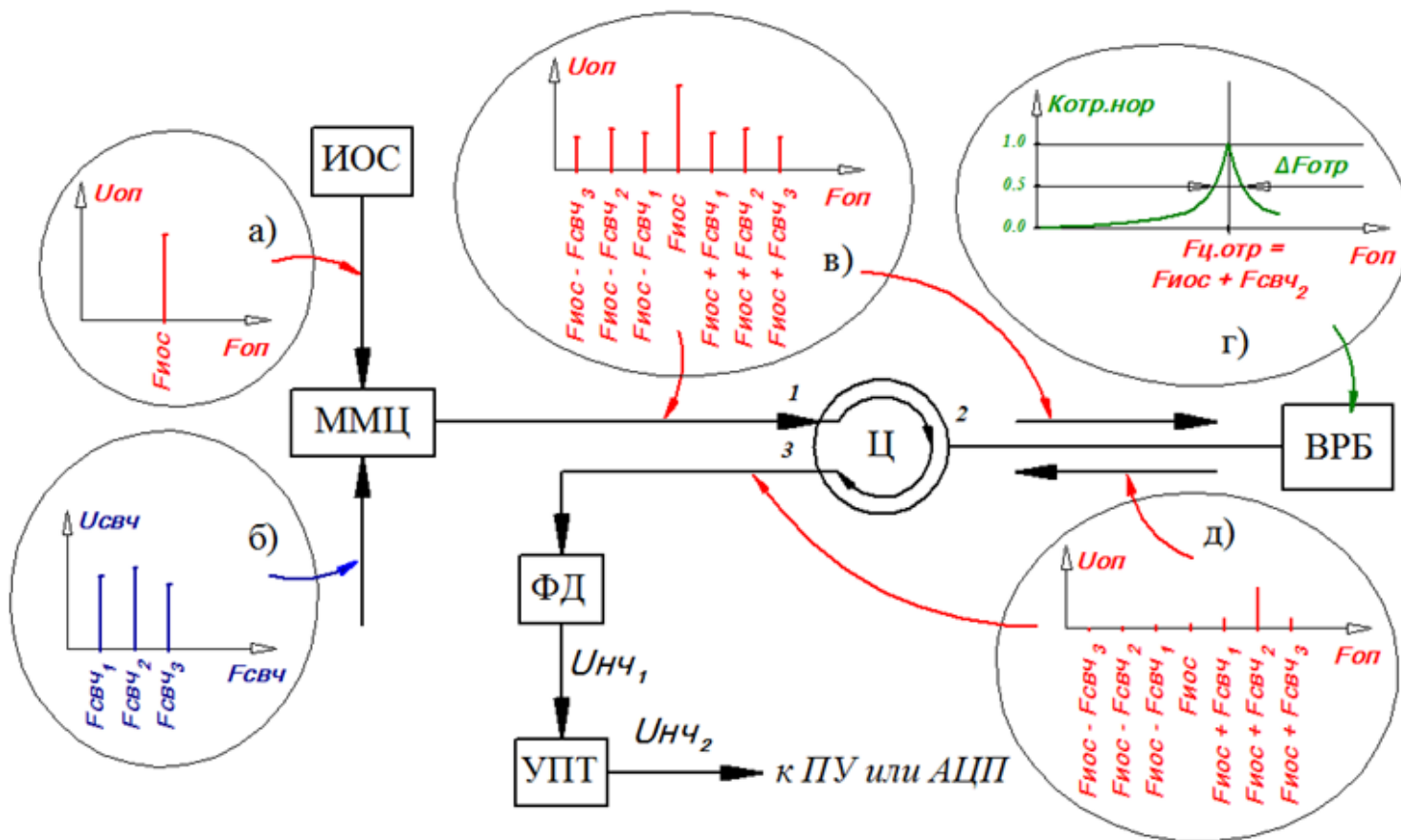


Рисунок 8 – Архитектура фотонного АЦП



АЦП - аналогово-цифровой преобразователь, ВРБ - волоконная решётка Брэгга,
 ИОС - источник оптического сигнала, ММЦ - модулятор Маха - Цандера,
 ПУ - пороговое устройство, УПТ - усилитель постоянного тока,
 ФД - фотодетектор, Ц - циркулятор

Рисунок 9 – Структурная схема канала мгновенного определения частоты с использованием решетки Брэгга

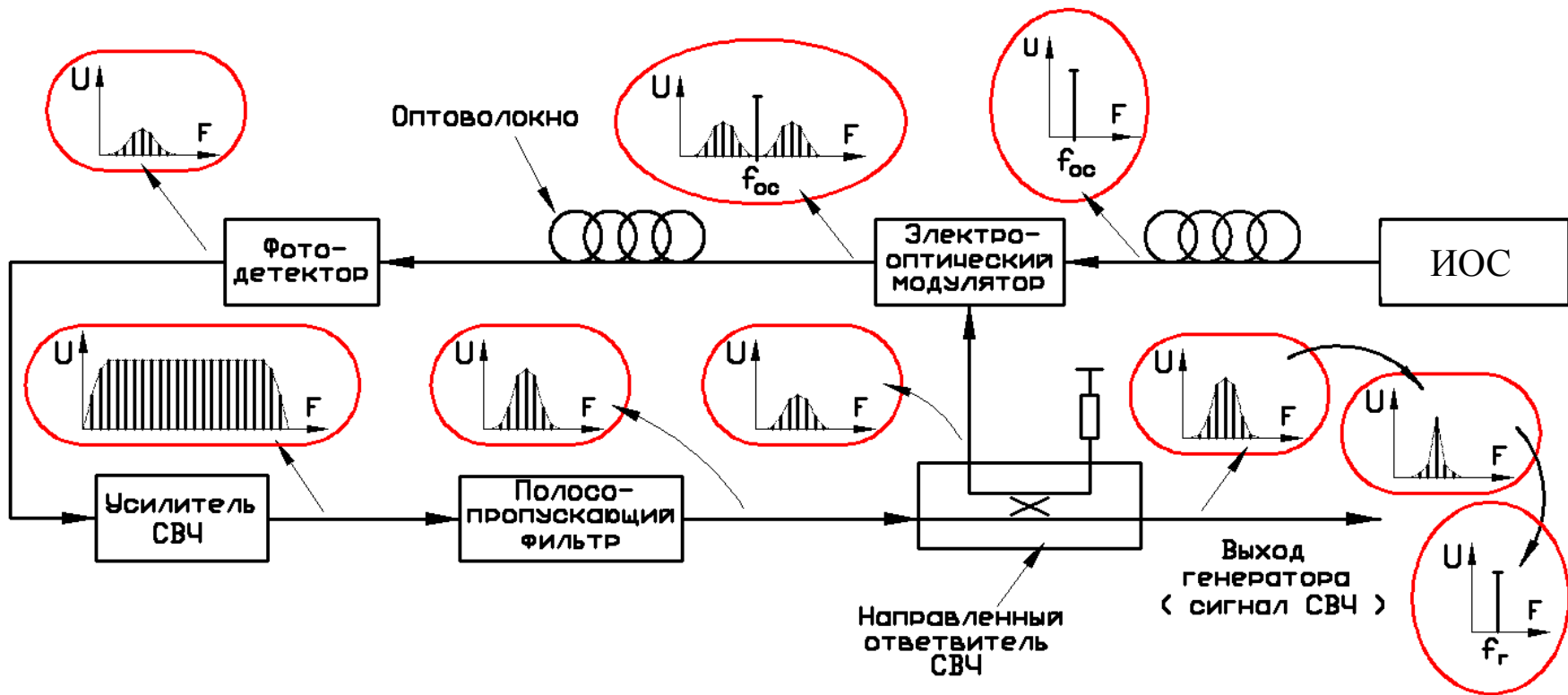


Рисунок 10 – Схема структурная радифотонного автогенератора

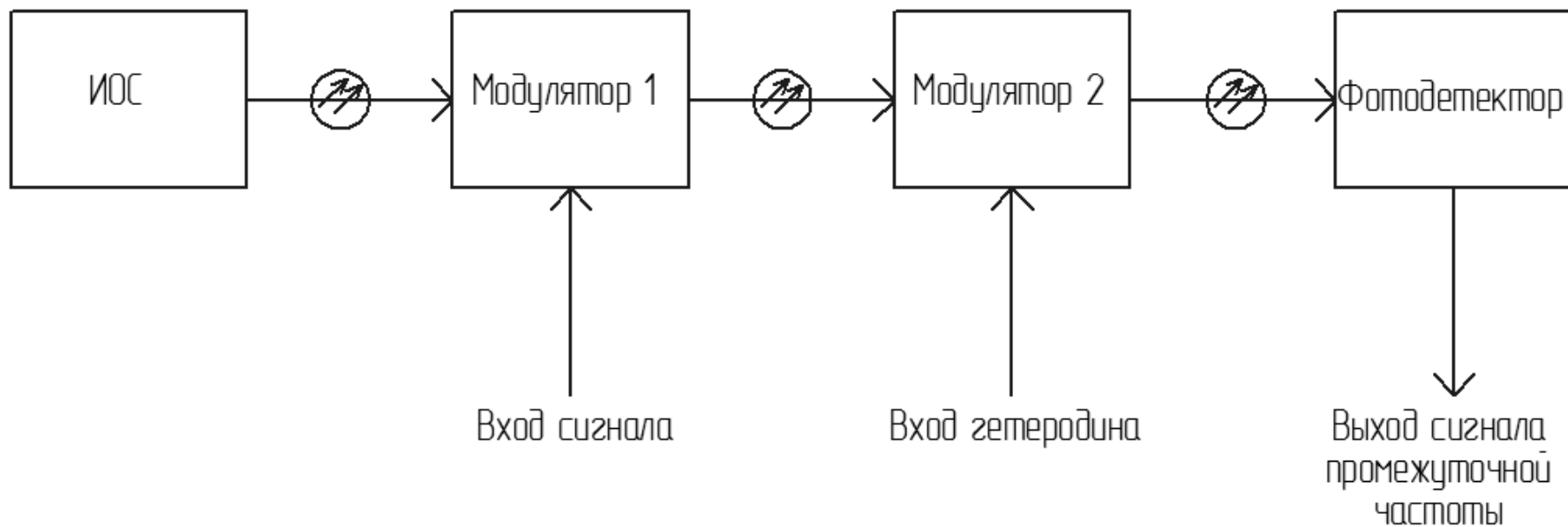


Рисунок 11 – Схема структурная сверширокополосного радиофотонного смесителя СВЧ

Используемые комплектующие при измерении промежуточной частоты макета радиофотонного смесителя

Наименование	Фирма производитель, модель	Основные параметры
Источник оптического сигнала	Oclaro, TL5000DCJ	RIN=-110 дБ/Гц (в полосе 10МГц-1ГГц), RIN=-145 дБ/Гц (в полосе 1ГГц - 10ГГц), P _{вых.лаз} =20 мВт, λ =1528...1563 нм
Модулятор 1	Thorlabs, LN-05S	Диапазон частот до 40 ГГц, U _{см} =от -10 до +10 В, U _п =5В, λ =1525...1605 нм
Модулятор 2	Thorlabs, LN-05S	Диапазон частот до 40 ГГц, U _{см} =от -10 до +10 В, U _п =5В, λ =1525...1605 нм
Фотодетектор	ДИЛАЗ,ДФДМШ40-16	Диапазон частот до 16 ГГц, U _{см} =12 В, λ =980...1650 нм



Ref -33 dBm

Att 5 dB

*RBW 30 kHz

*VBW 30 kHz

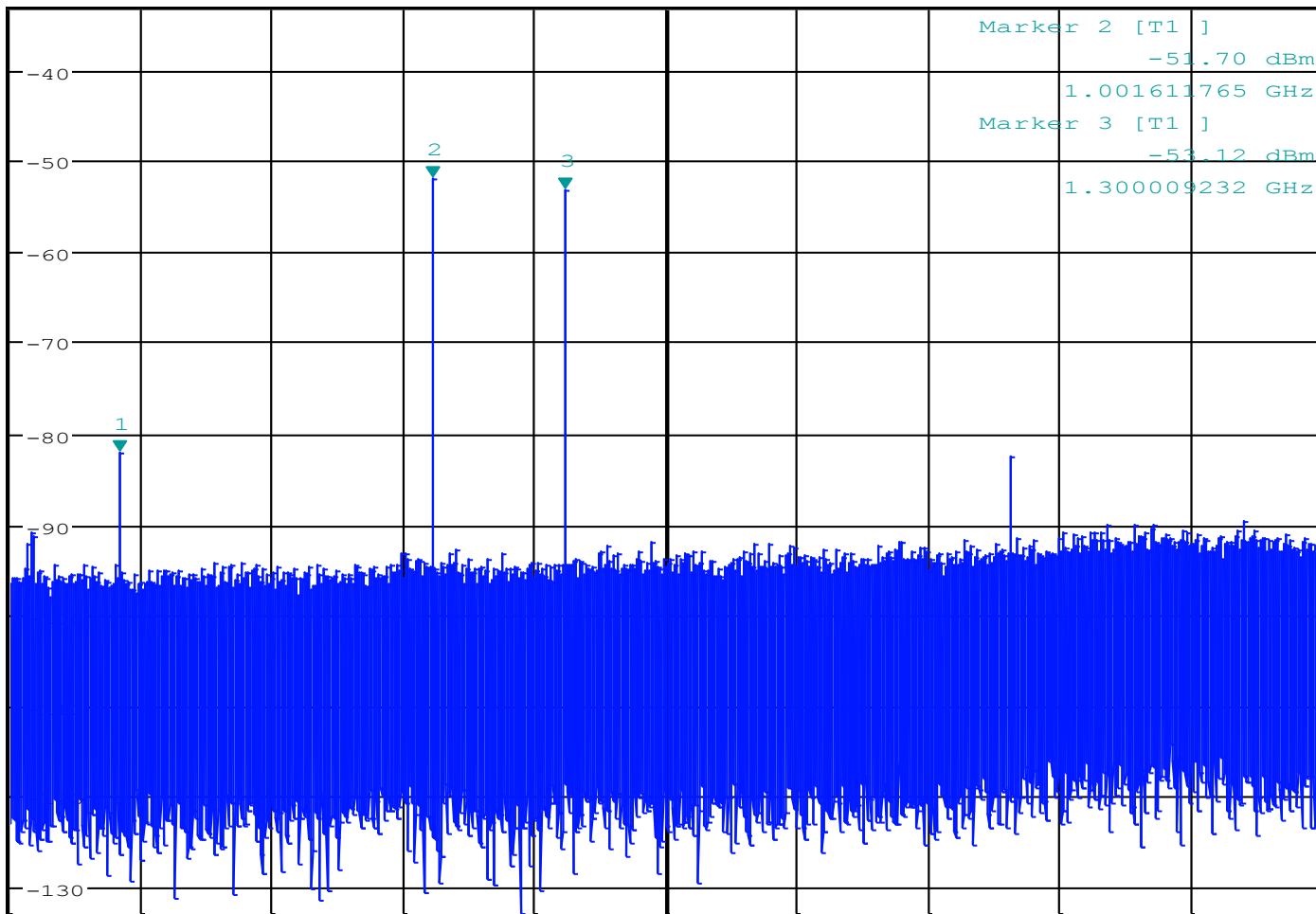
SWT 3.3 s

Marker 1 [T1]

-82.09 dBm

295.272435897 MHz

1 AP
CLRWR



Start 50 MHz

295 MHz/

Stop 3 GHz

Date: 29.MAR.2014 09:45:17

Рисунок 12 – Спектр сигнала на ПЧ – выходе радиофотонного смесителя СВЧ

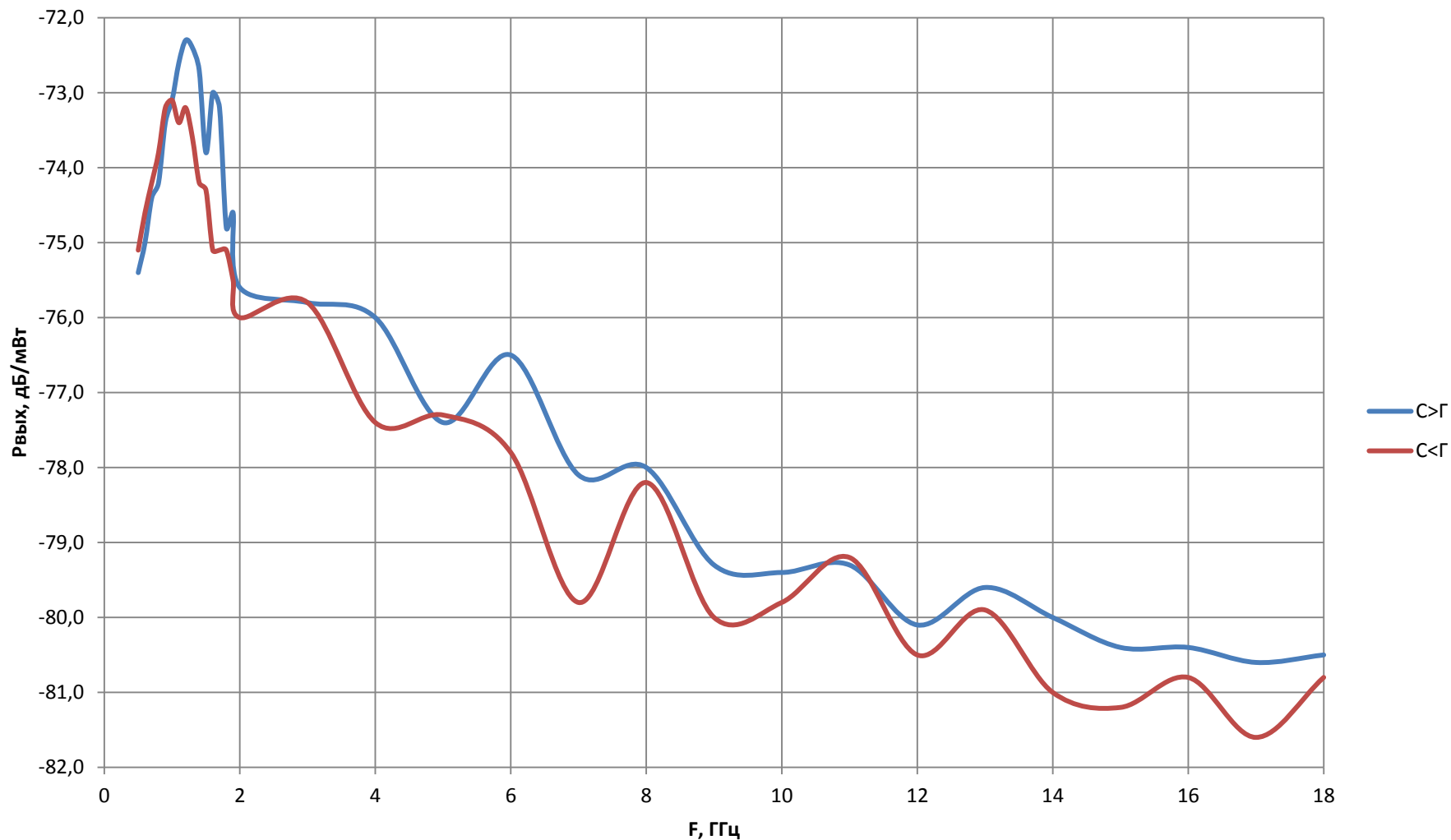


Рисунок 13 – Зависимость выходной мощности ПЧ от частоты радиопотонного смесителя СВЧ

$F_{пч}=200$ МГц, $P_{г} = -5$ дБм, $P_{с} = -5$ дБм, $P_{лазера}=20$ мВт,
 $\lambda_{лазера}=1550$ нм, $U_{см1мод}=3,7$ В, $U_{см2мод}=2,4$ В

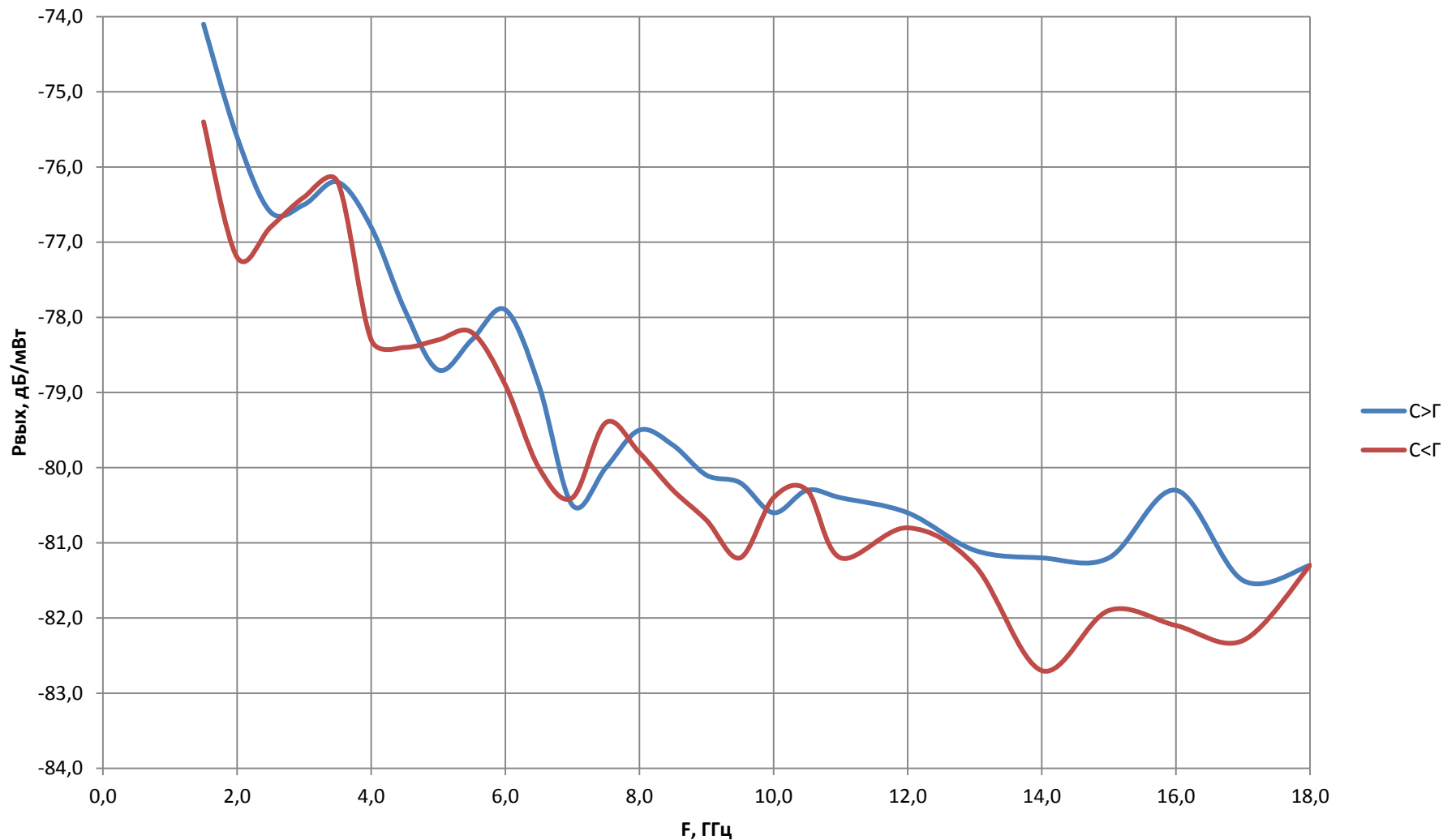


Рисунок 14 – Зависимость выходной мощности ПЧ от частоты радиопотонного смесителя СВЧ

$F_{пч}=500$ МГц $P_{г} = -5$ дБм, $P_{с} = -5$ дБм, $P_{лазера}=20$ мВт,
 $\lambda_{лазера}=1550$ нм, $U_{см1мод}=3,7$ В, $U_{см2мод}=2,4$ В

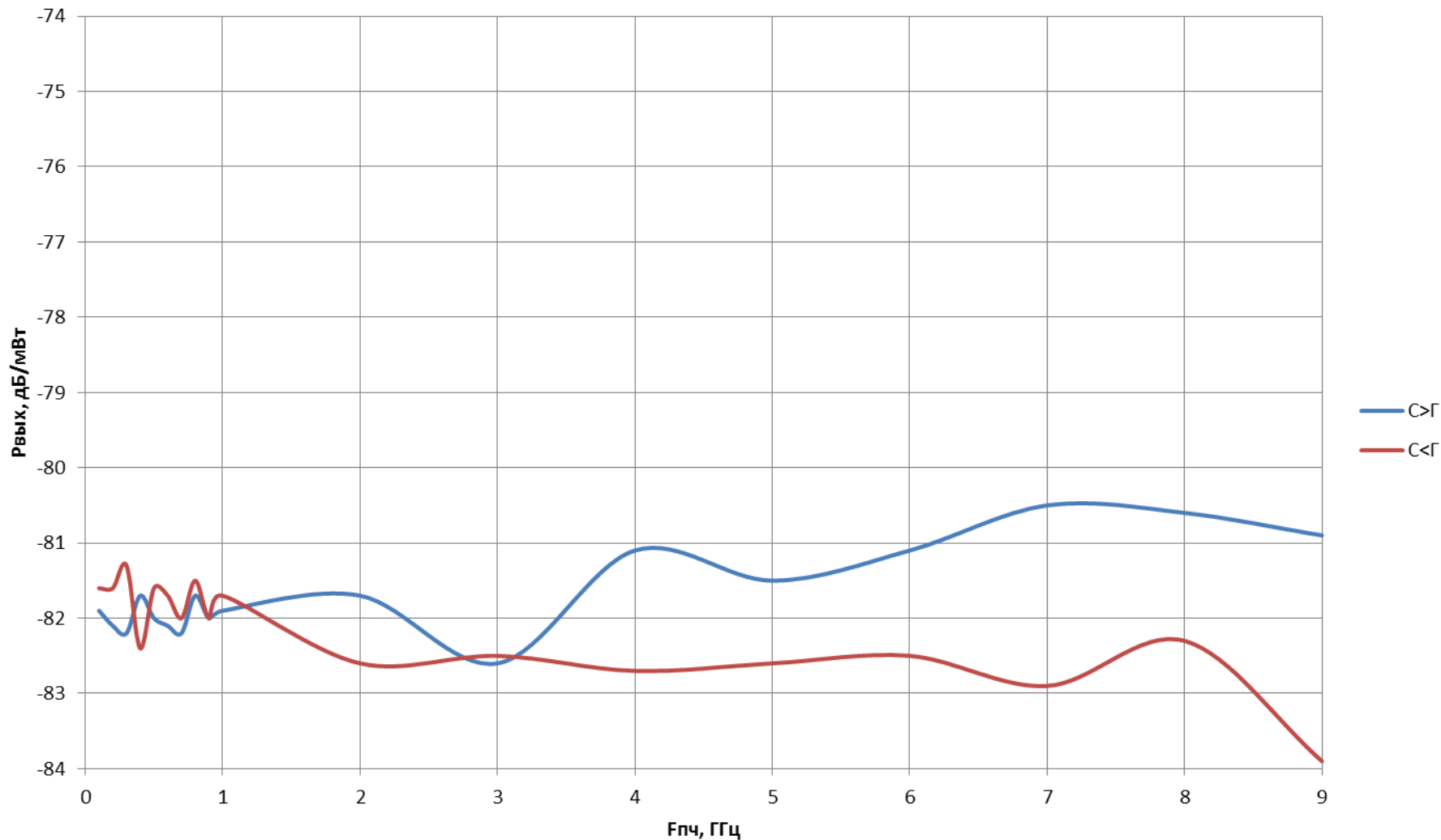


Рисунок 15 – График зависимости ширины полосы ПЧ от выходной мощности ПЧ

$F_c = 10$ ГГц, $P_\Gamma = -5$ дБм, $P_c = -5$ дБм, $P_{\text{лазера}} = 20$ мВт,
 $U_{\text{см1мод}} = 3,7$ В, $U_{\text{см2мод}} = 2,4$ В

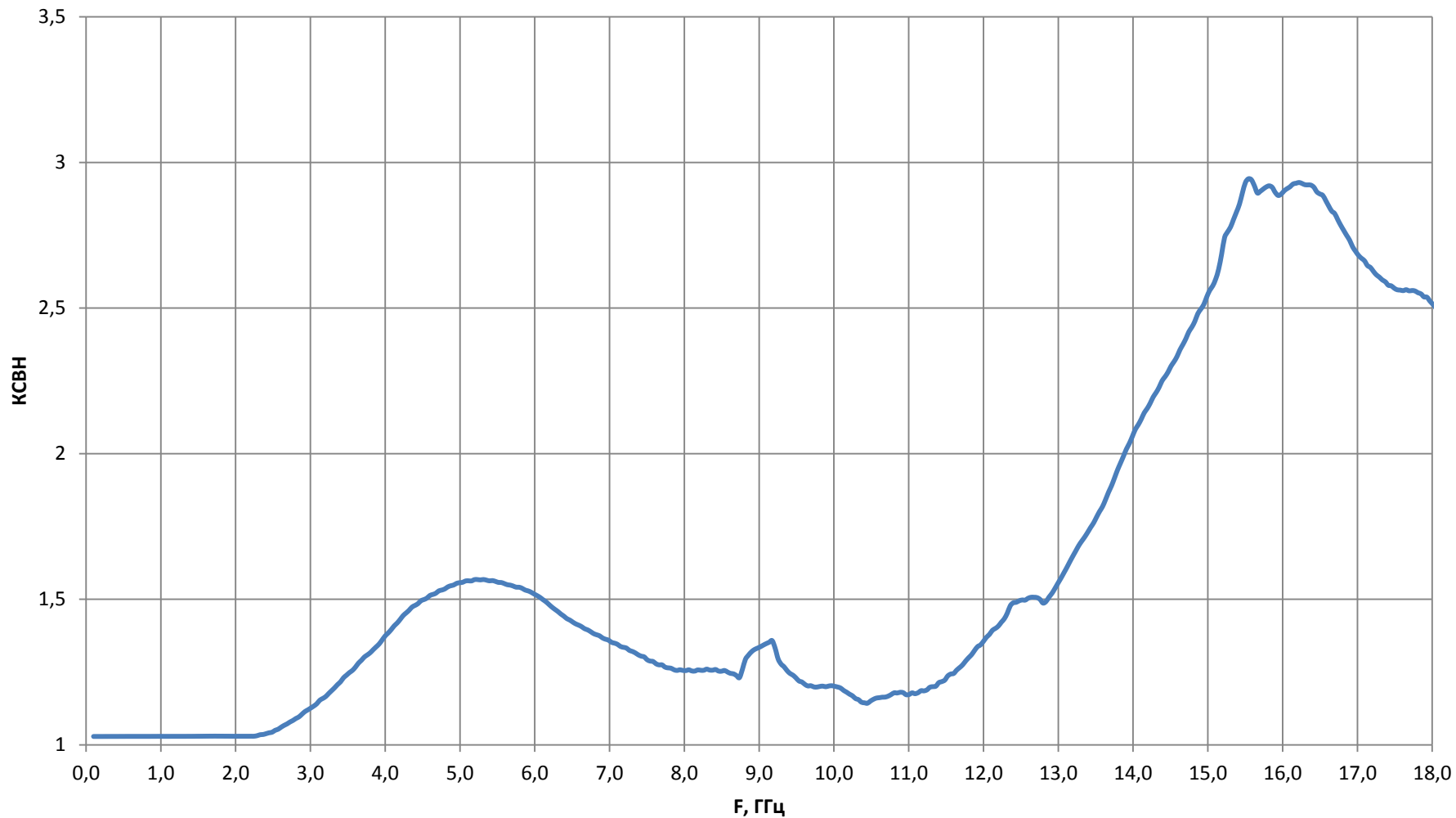


Рисунок 16 – $K_{СВН}$ радиопотонного смесителя СВЧ. Разъём с выхода сигнала промежуточной частоты

Заключение

Главными достоинствами радифотонных смесителей СВЧ являются:

- сверхширокий диапазон рабочих частот по всем входам-выходам смесителя - потенциально, от сотен мегагерц до десятков ГГц при отличном уровне согласования;
- устойчивость к входным радиосигналам с высоким уровнем мощности;

Главным недостатком данного радифотонного смесителя СВЧ являются большие потери преобразования, обусловленные высоким - до 5 В - полуволновым напряжением ММЦ и относительно низким - 20 мВт - уровнем мощности источника оптического сигнала. При снижении полуволнового напряжения до 1 В и ниже и увеличением мощности источника сигнала до 100 и более мВт - потери могут снизиться на несколько порядков и достигнуть уровня, соизмеримого с потерями “классических” полупроводниковых смесителей.