



Открытое акционерное общество  
«Центральное конструкторское бюро автоматики»  
[www.ckba.net](http://www.ckba.net)

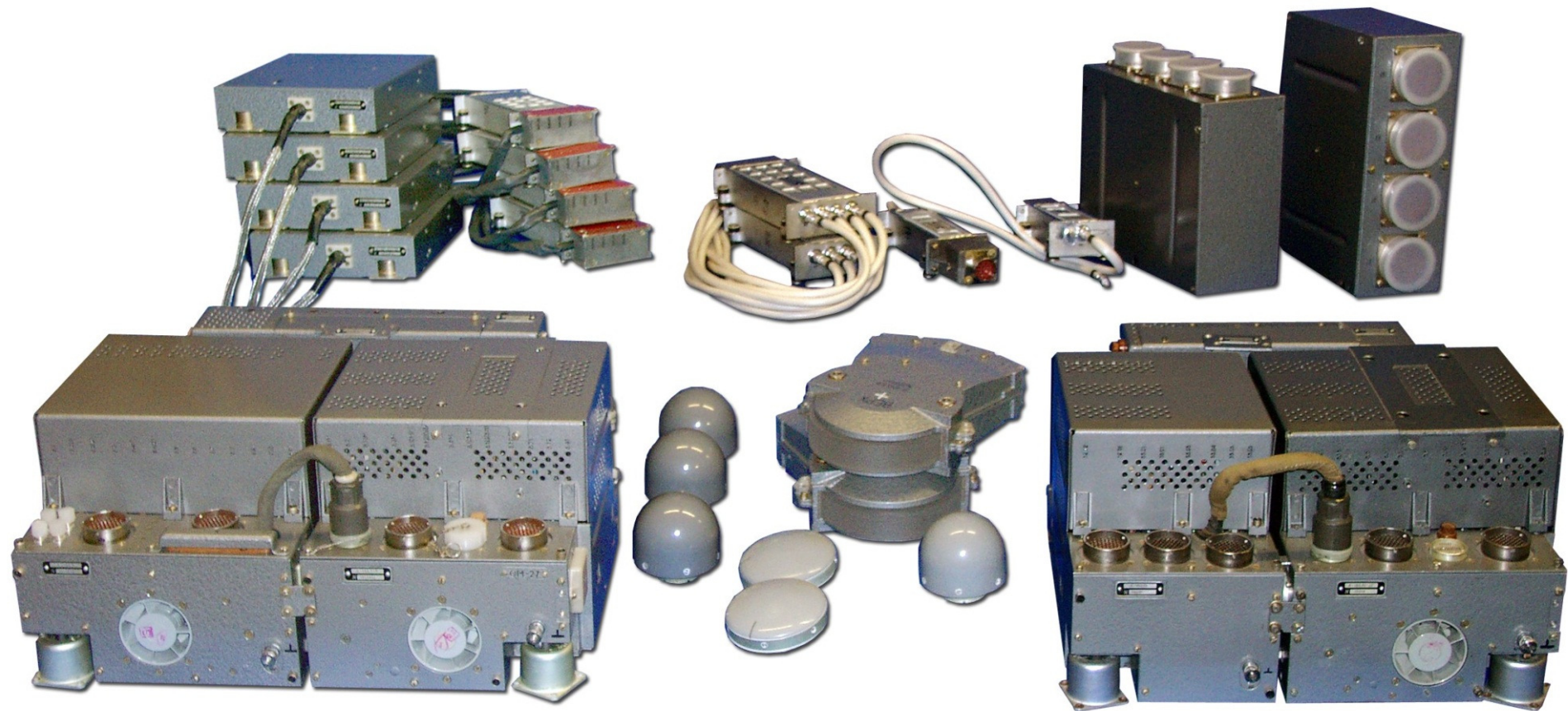
**Об актуальных проблемах  
в области разработки и производства  
современных и перспективных приёмных  
устройств  
дециметрового, сантиметрового и  
миллиметрового  
диапазонов длин волн**

**Автор и докладчик:**

**Вольхин Ю.Н., ведущий инженер ОАО «ЦКБА»**

***Омский научный семинар  
«Современные проблемы  
радиофизики и радиотехники»***

**[www.radioseminar.omsu.ru](http://www.radioseminar.omsu.ru)**



Станция предупреждения о радиолокационном облучении (Л-150)

*Основные изделия ОАО «ЦКБА»*



Аппаратура управления и целеуказания

*Основные изделия ОАО «ЦКБА»*



Л-112Э

*Основные изделия ОАО «ЦКБА»*

# *Сверхширокополосная измерительная система*



*Основные изделия ОАО «ЦКБА»*

# **Наши изделия это**



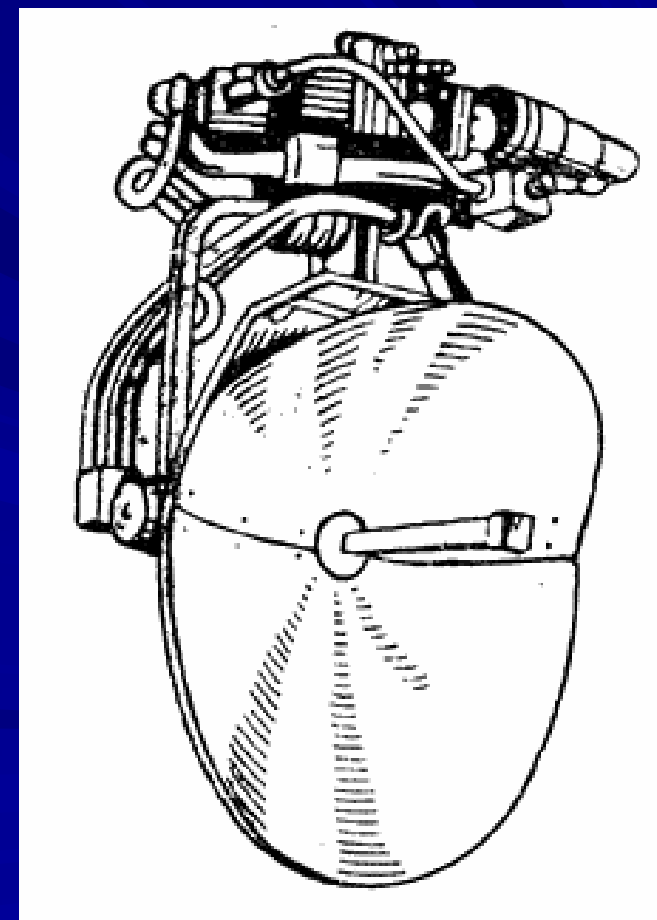
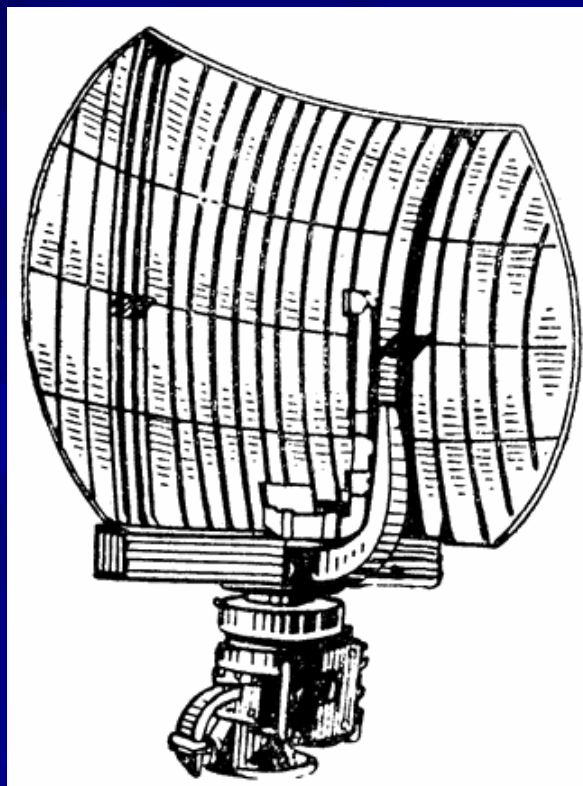
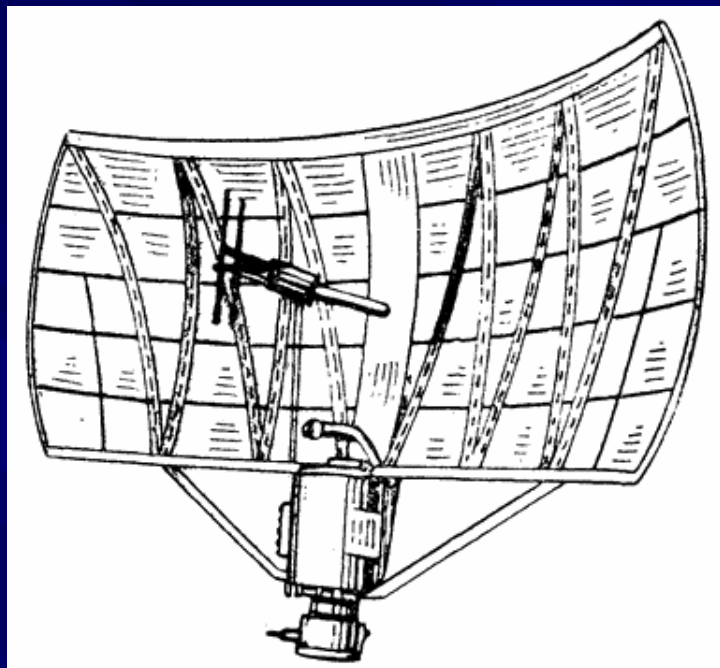
**Многоканальные  
сверхширокополосные приёмники**

- дециметрового**
- сантиметрового,**
- миллиметрового**

**диапазонов длин волн**

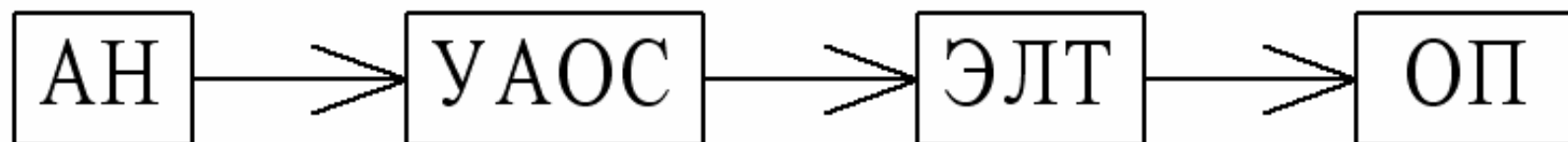
# Радиолокаторы с механическим качанием луча

(Я. З. Перля. Как работает радиолокатор. М., "Оборонгиз", 1955 г)





## **Схема структурная приёмного канала радиолокатора механическим качанием луча**



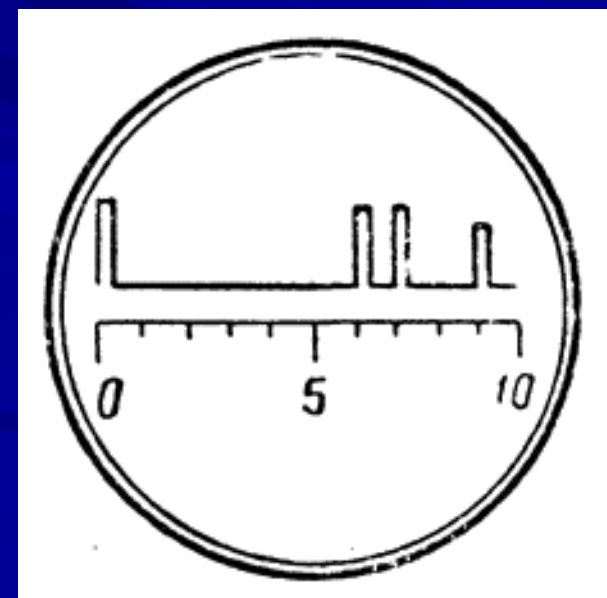
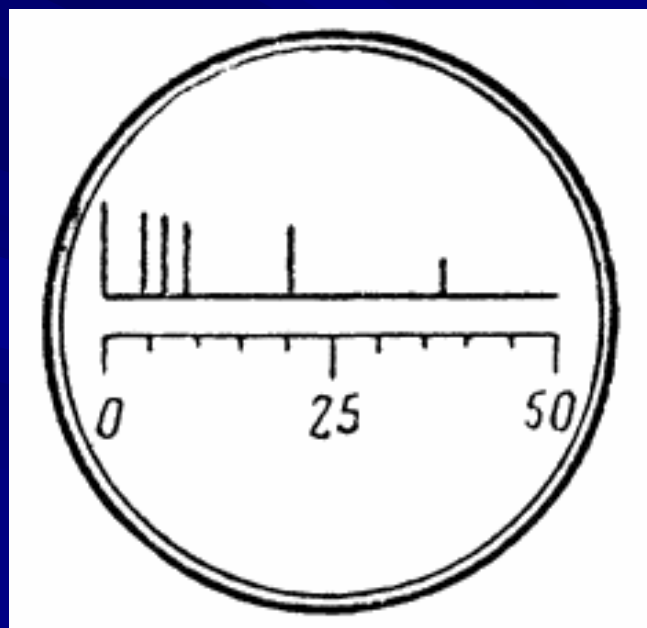
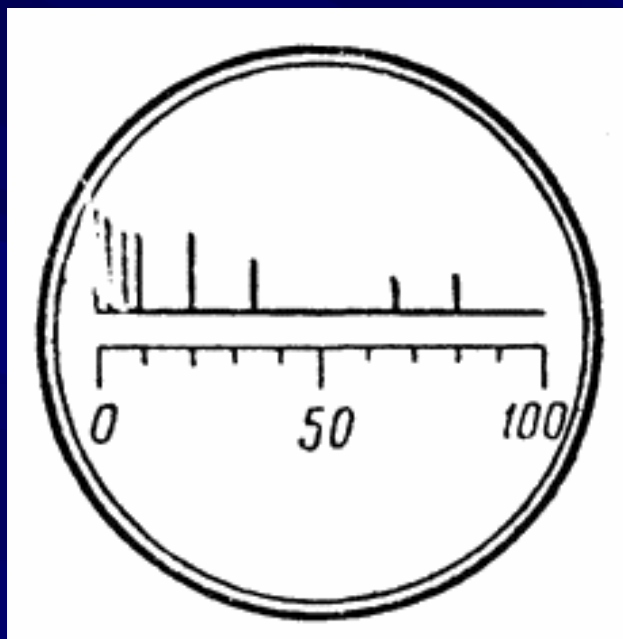
АН - приёмная антенна

ОП - оператор РЛС

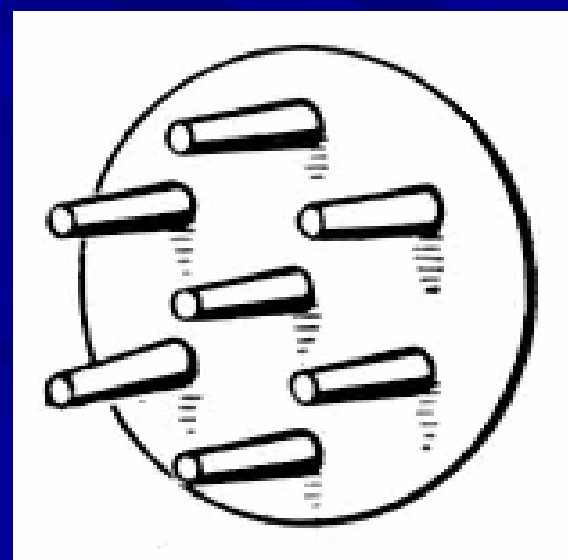
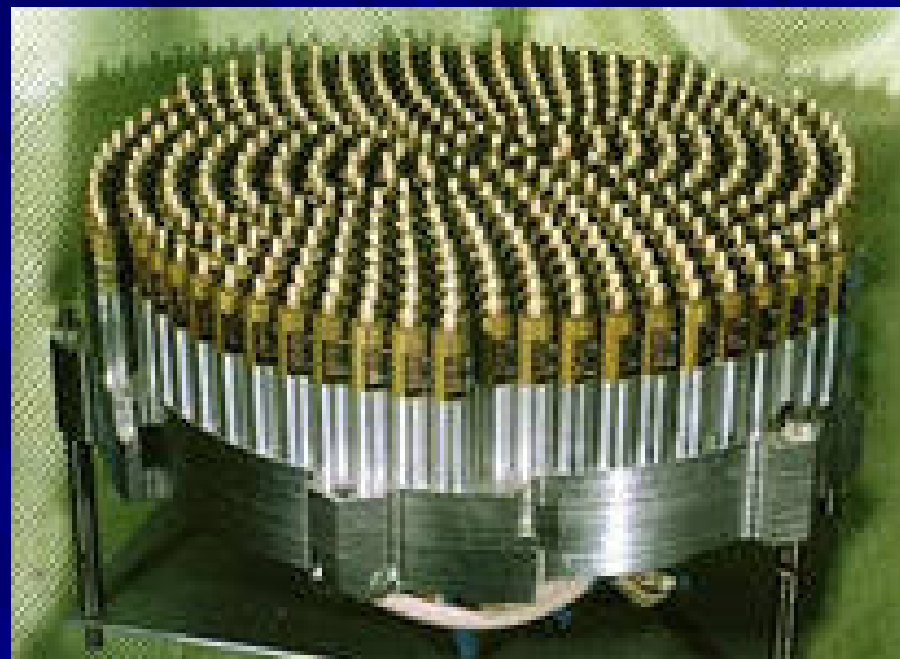
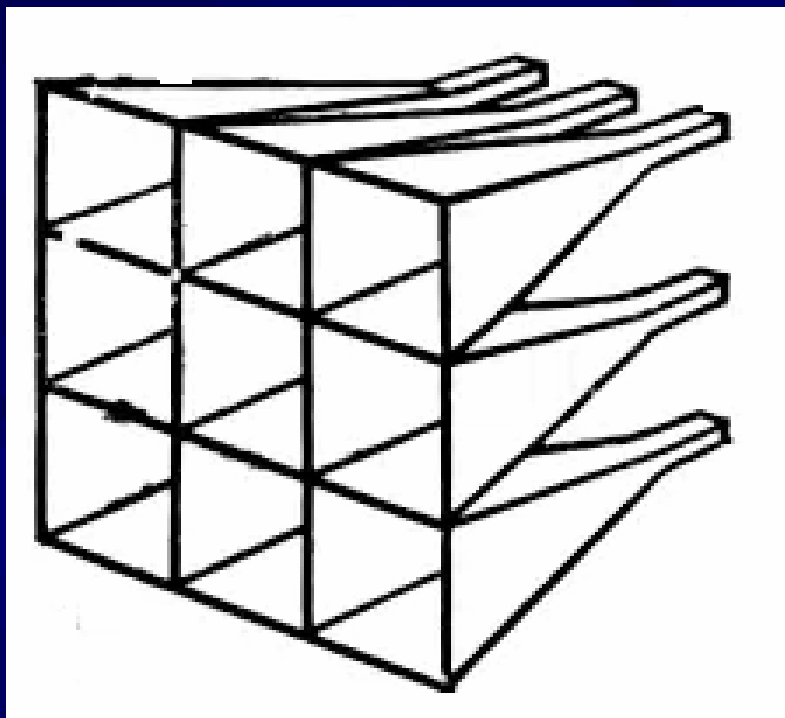
УАОС - устройство аналоговой обработки сигнала

ЭЛТ - электронно-лучевая трубка

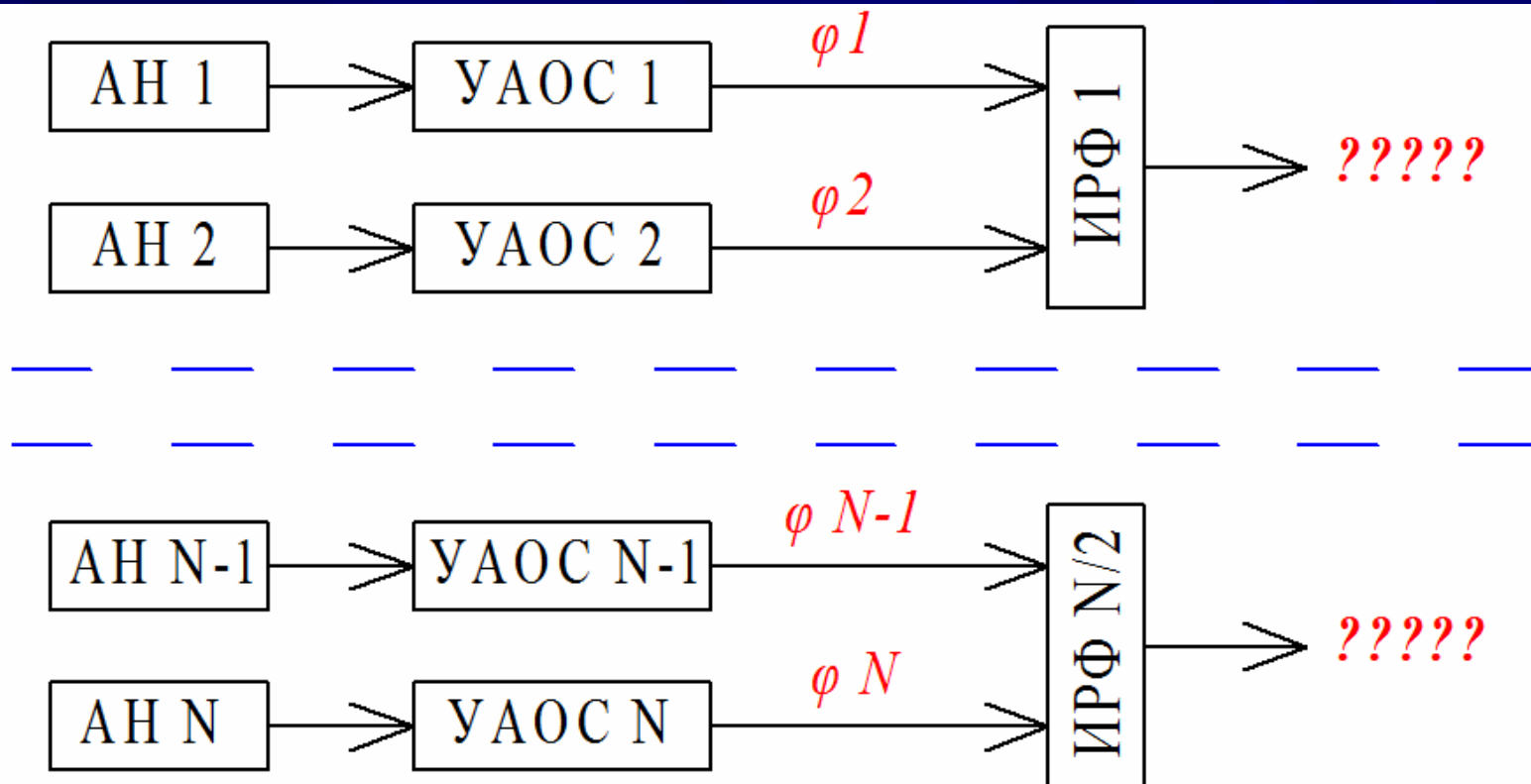
**Возможные варианты откликов на экране  
электронно-лучевой трубки радиолокатора  
(Я. З. Перля. Как работает радиолокатор. М., “Оборонгиз”, 1955 г)**



# Антенные решётки



# Схема структурная приёмных каналов радиолокатора с антенной решёткой

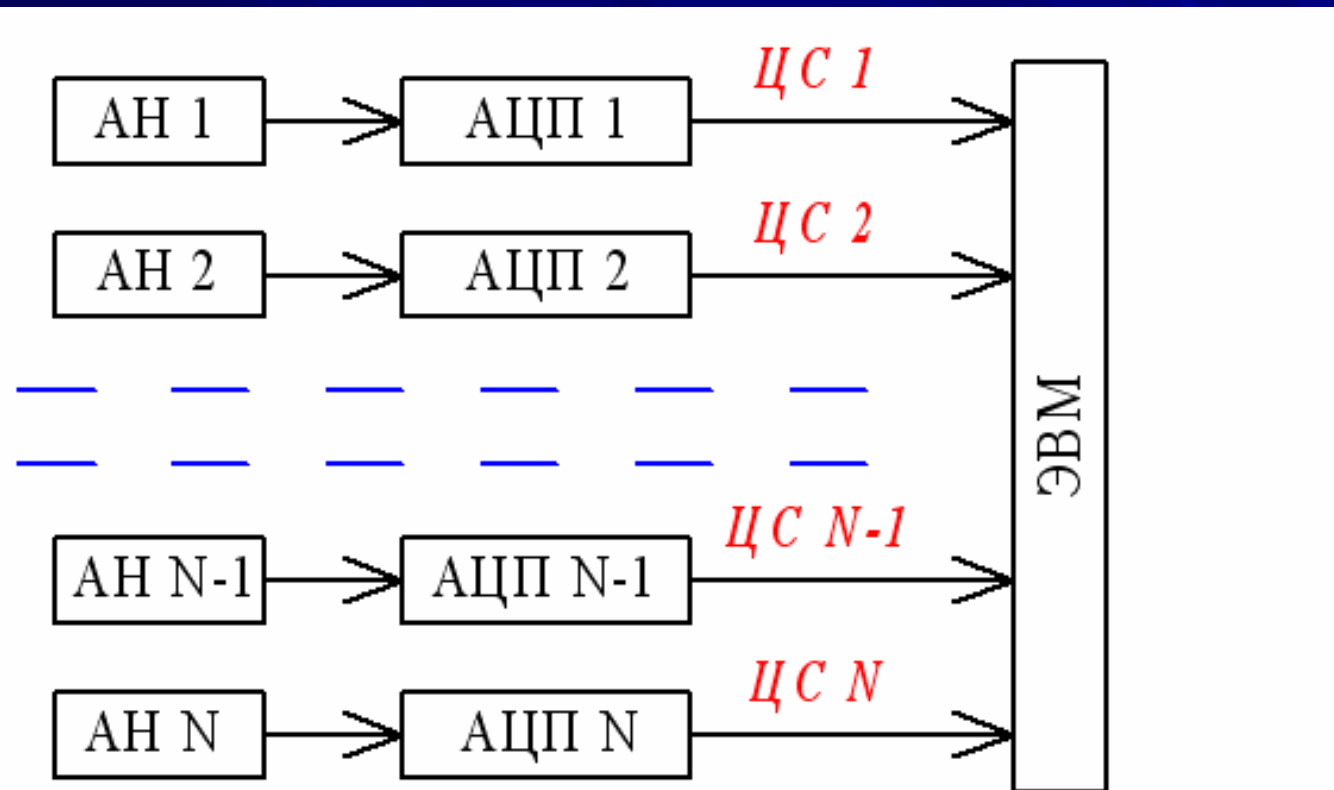


АН 1 - АН N - приёмные антенны

ИРФ 1 - ИРФ N/2 - измерители разности фаз

УАОС 1- УАОС N - устройства аналоговой обработки сигналов

# Идеальная схема структурная приёмных каналов радиолокатора с антенной решёткой

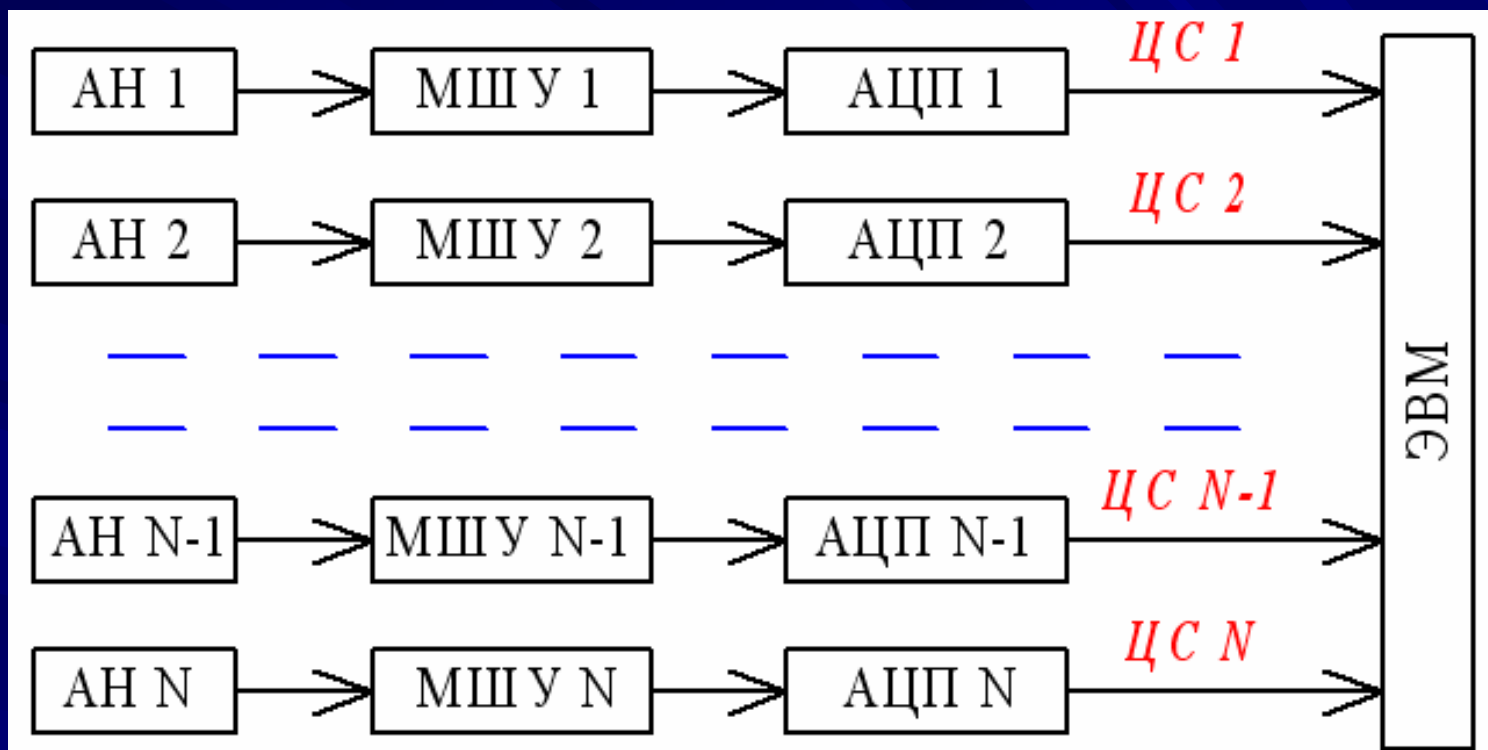


АН 1 - АН N - приёмные антенны

АЦП 1 - АЦП N - аналого-цифровые преобразователи

ЭВМ - электронно-вычислительная машина

# Схема структурная приёмных каналов с МШУ радиолокатора с антенной решёткой



АН 1 - АН N - приёмные антенны

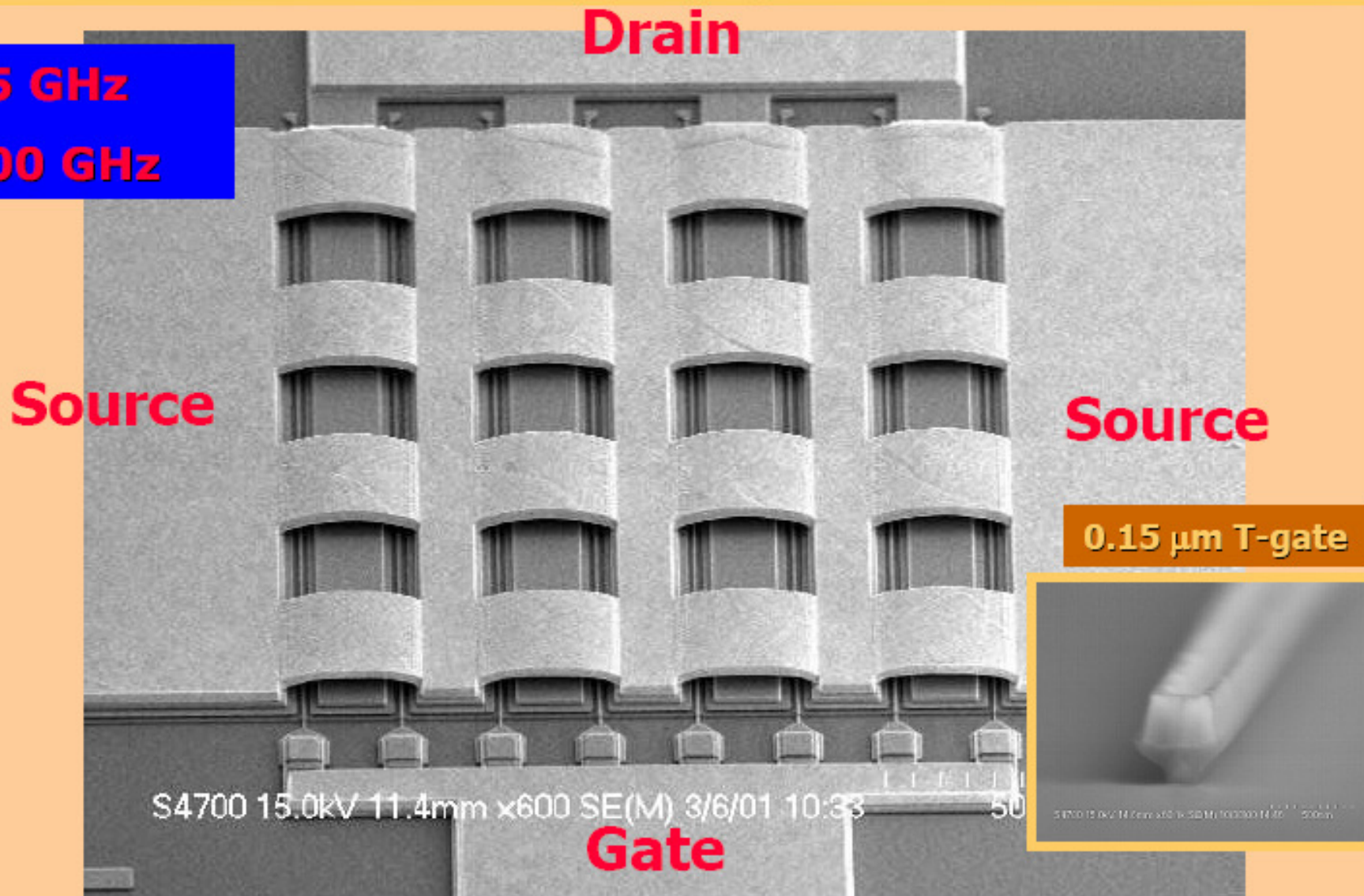
АЦП 1 - АЦП N - аналого-цифровые преобразователи

МШУ 1 - МШУ N - малошумящие усилители

ЭВМ - электронно-вычислительная машина

# ***pHEMT с восьмизубцовым затвором ( WIN Semiconductors )***

**$f_T$  85 GHz**  
 **$f_{max}$  200 GHz**



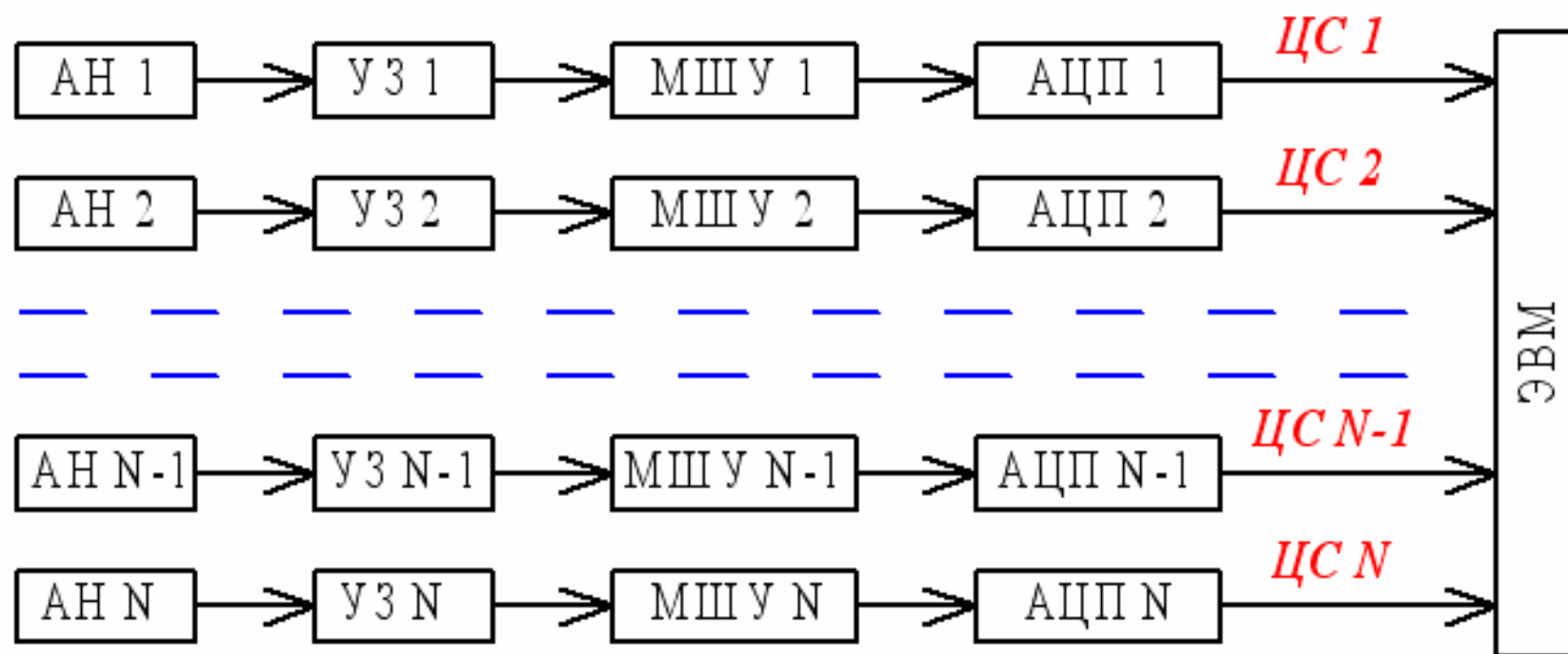
# ***ЗРПК “Панцирь-С1”***

*[www.kbptula.ru/index.php/rurazrabotki-kbp/kompleksy-pvo/pantsir-s1](http://www.kbptula.ru/index.php/rurazrabotki-kbp/kompleksy-pvo/pantsir-s1)*





# Схема структурная приёмных каналов с МШУ и УЗ радиолокатора с антенной решёткой



АН 1 - АН N - приёмные антенны

АЦП 1 - АЦП N - аналого-цифровые преобразователи

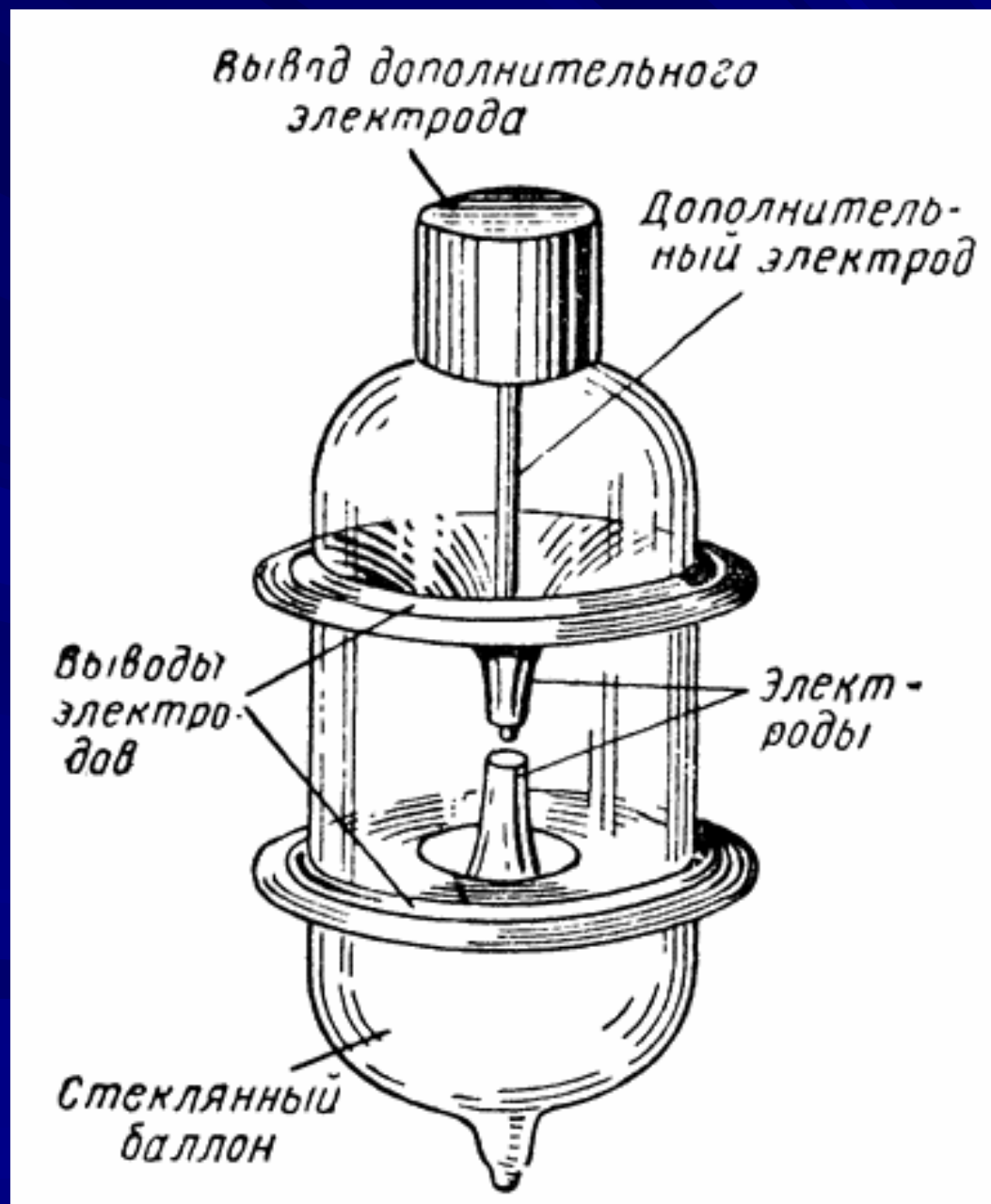
МШУ 1 - МШУ N - малошумящие усилители

УЗ 1 - УЗ N - устройства защитные

ЭВМ - электронно-вычислительная машина

# Устройство защитное в виде газового разрядника

(Я. З. Перля. Как работает радиолокатор. М., "Оборонгиз", 1955 г)



# СВЧ разрядник РР-83А-1

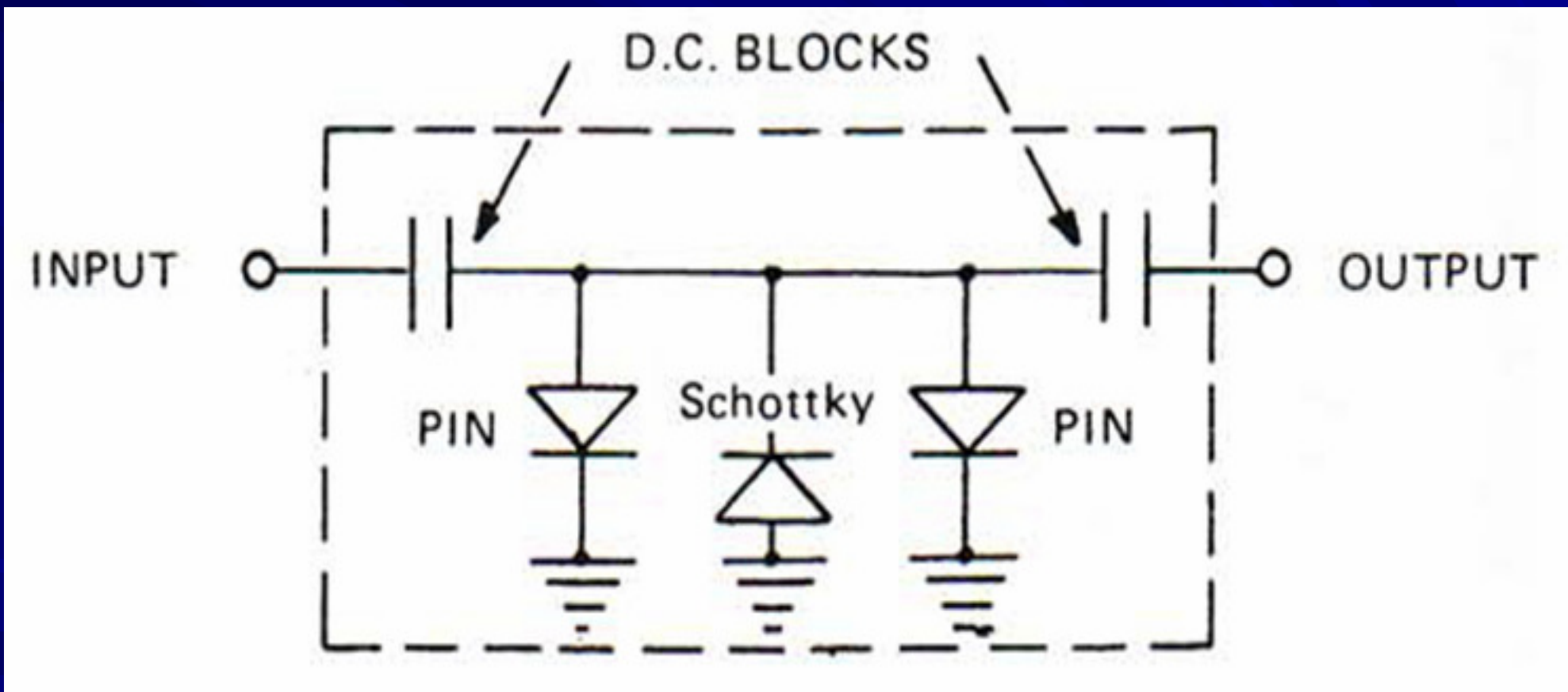
(ЗАО «Светлана - Электронприбор»)

## Технические характеристики

- Диапазон рабочих частот 3,1-3,5 см
- Мощность в импульсе 12 кВт

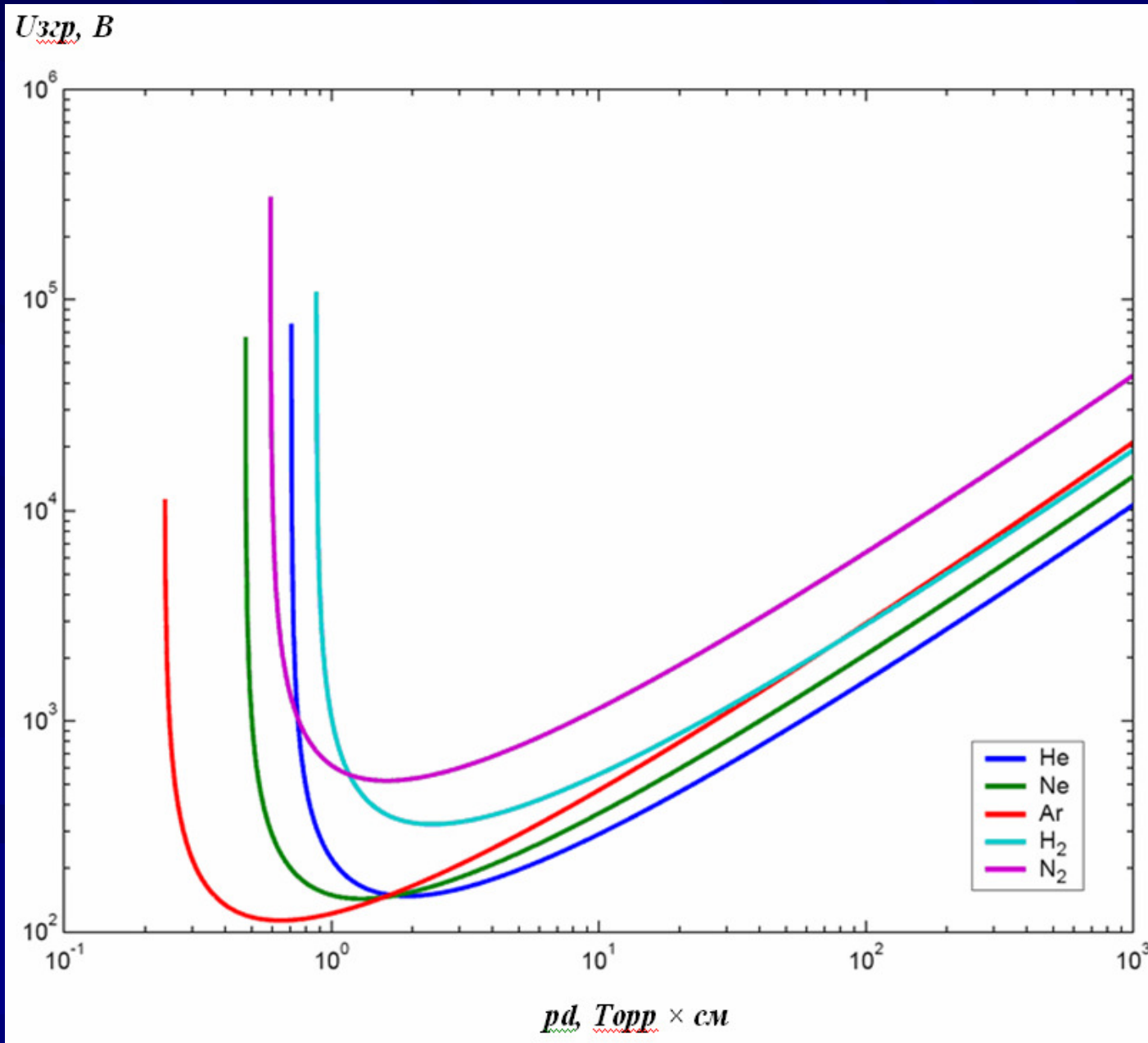


# Схема полупроводникового диодного ограничителя мощности

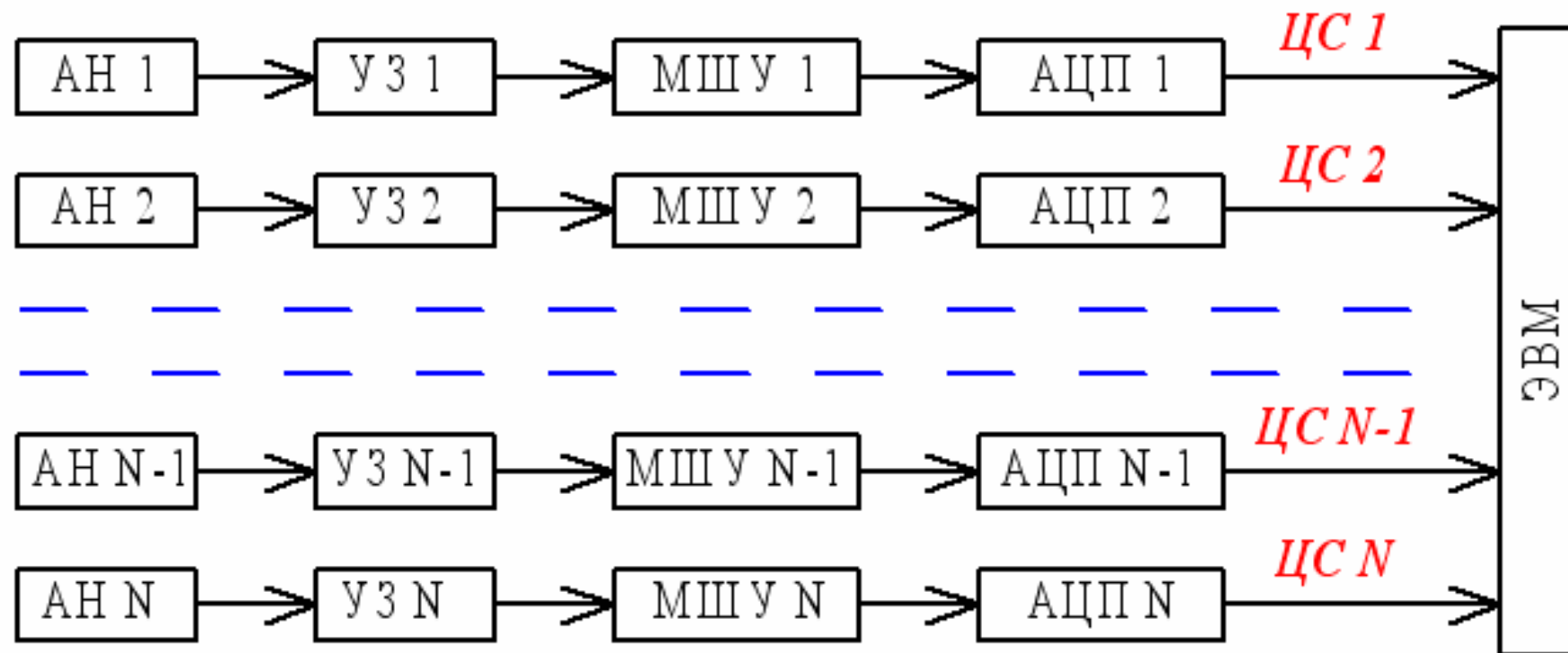


# Кривые Пашена для различных газов

([www.dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/638733](http://www.dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/638733))



# Схема структурная приёмных каналов с МШУ и УЗ радиолокатора с антенной решёткой



АН 1 - АН N - приёмные антенны

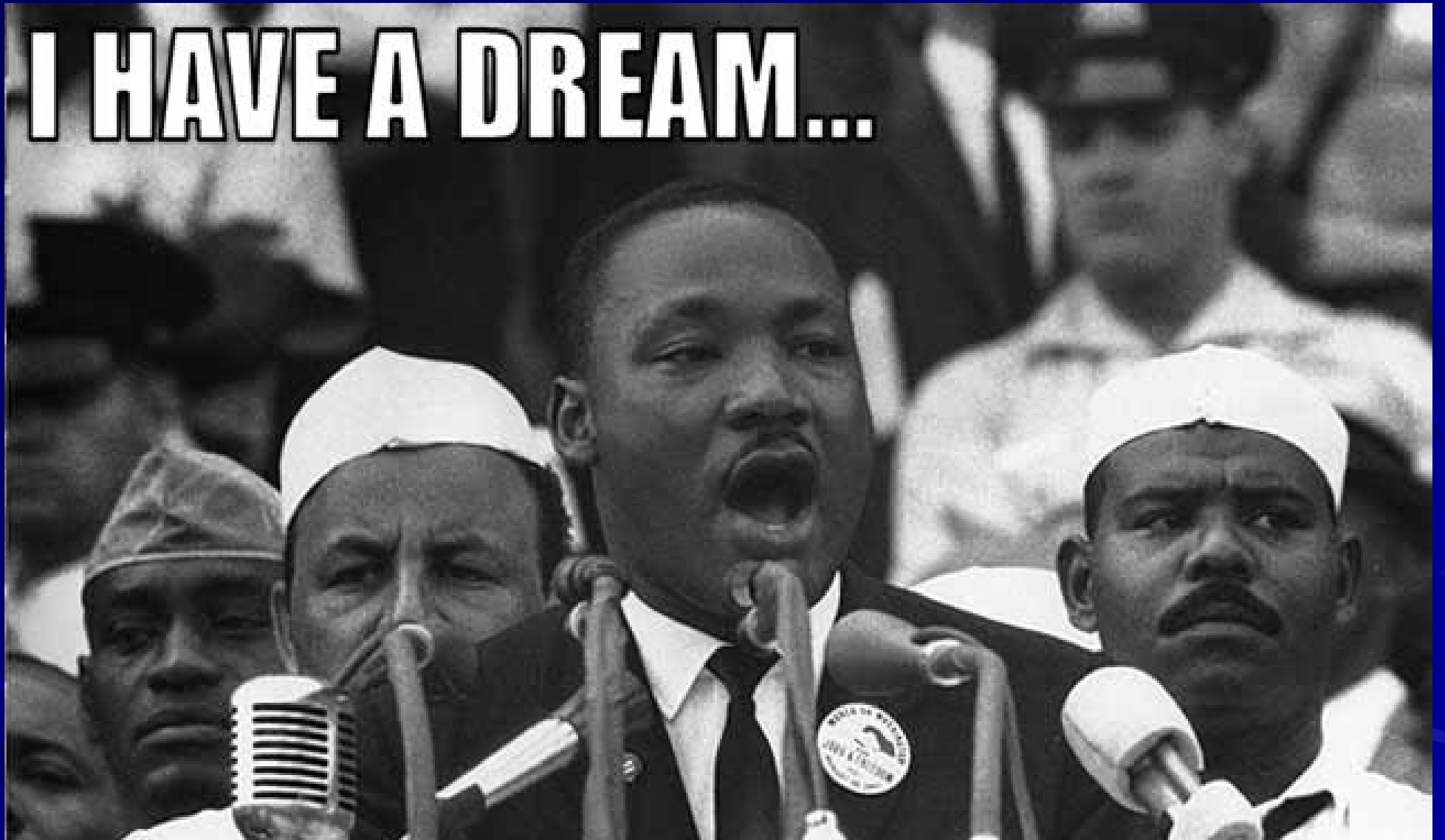
АЦП 1 - АЦП N - аналого-цифровые преобразователи

МШУ 1 - МШУ N - малошумящие усилители

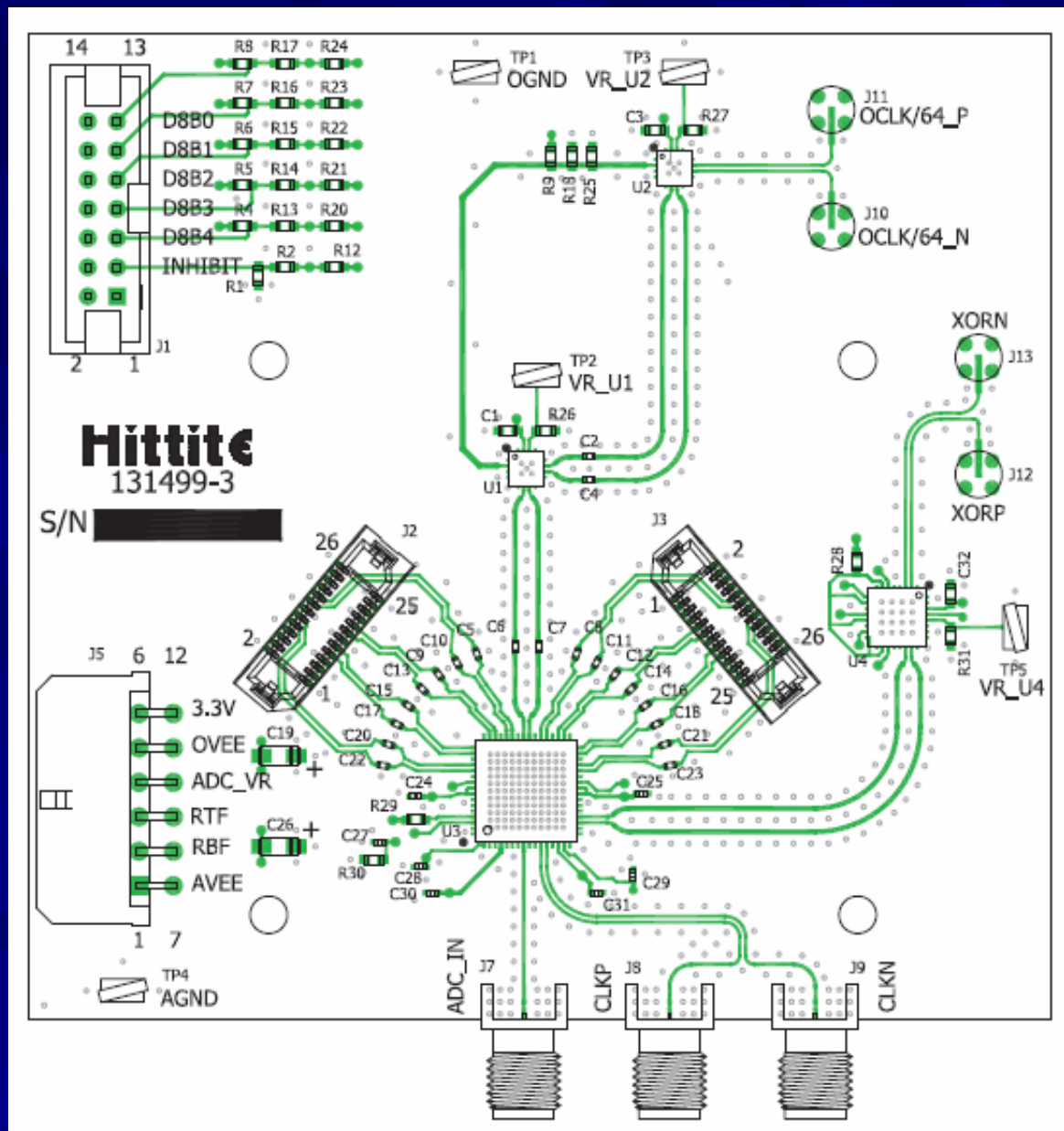
УЗ 1 - УЗ N - устройства защитные

ЭВМ - электронно-вычислительная машина

**I HAVE A DREAM...**



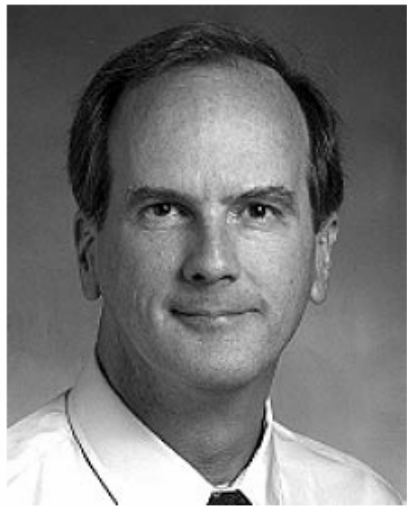
# 3-битный АЦП HMCAD5831LP9BE фирмы Hittite номинальной частотой дискретизации 20 ГГц





# ***Analog-to-Digital Converter Survey and Analysis***

***IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS,  
VOL. 17, NO. 4, APRIL 1999***



**Robert H. Walden** (S'62–M'63) received the B.E.S., M.E.E., and Ph.D. degrees, all from New York University, Bronx, NY.

He joined Bell Telephone Laboratories in 1966, where he was engaged in solid-state device and circuit research, including charge-coupled devices and a variety of integrated circuit designs. He then joined Hughes in 1978, and participated in several silicon integrated circuit designs. He has been at the HRL Laboratories, LLC, Malibu, CA, since 1985 and is presently a Principal Research Scientist in the Microelectronics Laboratory. He is studying exploratory analog-to-digital conversion techniques, as well as high-speed optical receivers. He has authored or coauthored over 50 technical publications and holds 15 U.S. patents.

Dr. Walden is a member of Eta Kappa Nu and the Optical Society of America. He has won a Hughes Research Labs Outstanding Achievement Award, and was a corecipient of a Hughes Research Labs Outstanding Paper of the Year Award and an R&D 100 Award.



**Открытое акционерное общество  
«Центральное конструкторское бюро автоматики»**

**Перспективы реализации АЦП  
с использованием методов  
микроволновой фотоники**

**Авторы : Вольхин Ю.Н., Строков А.А  
Докладчик : Вольхин Ю.Н.**

**Омск - 2011**



*Программа AFRL / SNDP*

*Разработка АЦП для ВВС с габаритами 2 × 2 дюйма*

# **Программа РАСТ**

## **Photonic A/D Converter Technology**

### **Основная цель программы :**

**скорость : 10 гигавыборок / сек,  
полоса : 5 ГГц,  
разрешение : 12 – 14 бит.**

### **Дополнительная цель программы :**

**скорость : 100 гигавыборок / сек,  
полоса : 50 ГГц,  
разрешение : 4 бита.**

# Принцип неопределённости Гейзенберга

$$\Delta x \times \Delta p \geq \hbar / 2$$

---

$$\Delta E \times \Delta t > h / 2\pi,$$

*где  $\Delta E$  - это энергия наименее различимого сигнала;*

*$\Delta t$  - половина периода выборки;*

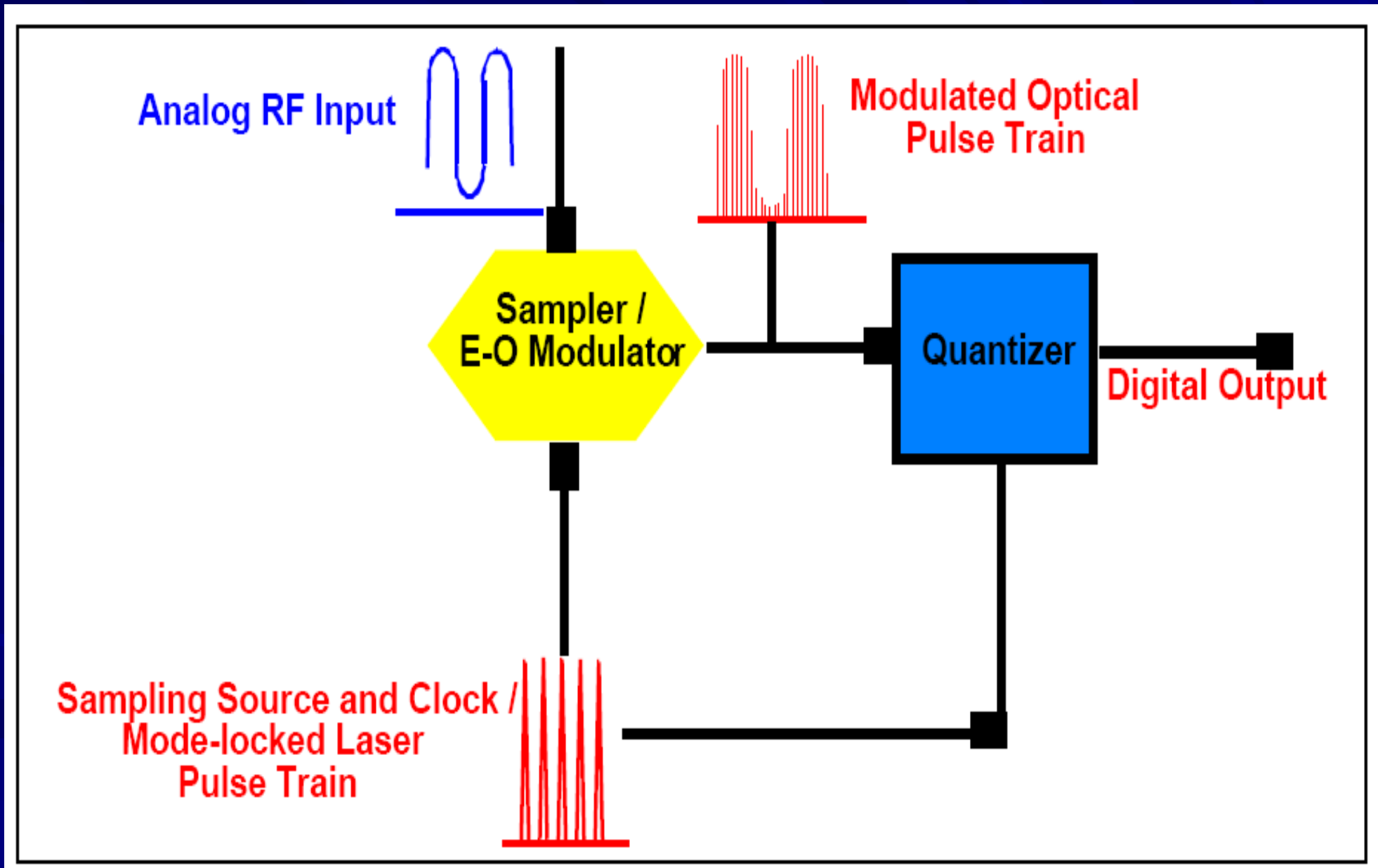
*$h$  - постоянная Планка.*

*Потенциальные возможности АЦП при  $P_{вх} = 20$  мВт:*

*скорость : 840 гигавыборок / сек*

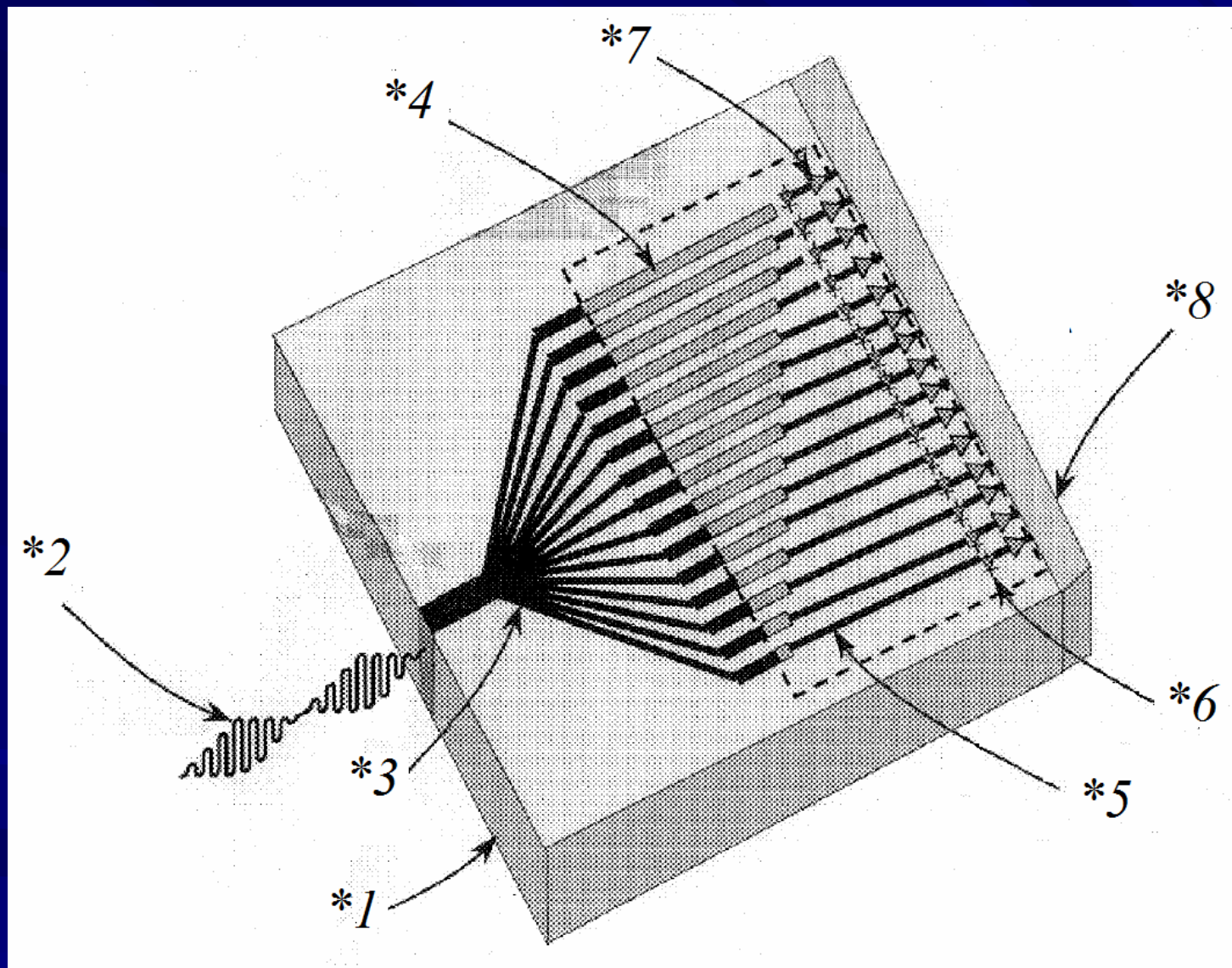
*разрешение : 12 бит*

*Архитектура фотонного АЦП  
(Патент США, 2001, № US 6,326,910 B1)*



# Фрагмент планарной структуры фотонного АЦП

(Патент США, 2001, № US 6,326,910 B1)



- 1 - полупроводниковая пластина,
- 2 - модулированный оптический сигнал,
- 3 - делитель мощности оптических импульсов,
- 4 - линейка насыщающихся поглотителей,
- 5 - линейка оптических линий задержки,
- 6 - линейка фотодетекторов,
- 7 - линейка электронных компараторов,
- 8 - цифровой процессор,



*Открытое акционерное общество  
«Центральное конструкторское бюро  
автоматики»*

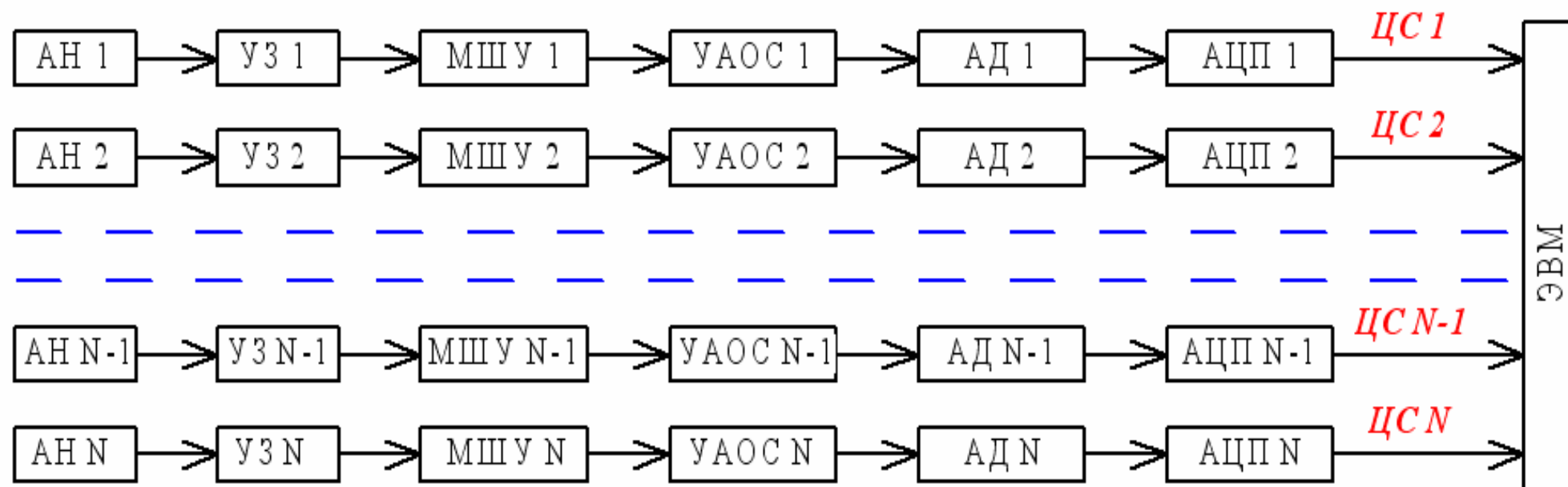
---

**Сравнительная оценка потенциальных  
возможностей полупроводниковых и  
радиофотонных АЦП**

автор: инженер-конструктор  
Тихонов Е.В.



# Схема структурная приёмных каналов прямого усиления радиолокатора с антенной решёткой



АД 1 - АД N - амплитудные детекторы

АН 1 - АН N - приёмные антенны

АЦП 1 - АЦП N - аналого-цифровые преобразователи

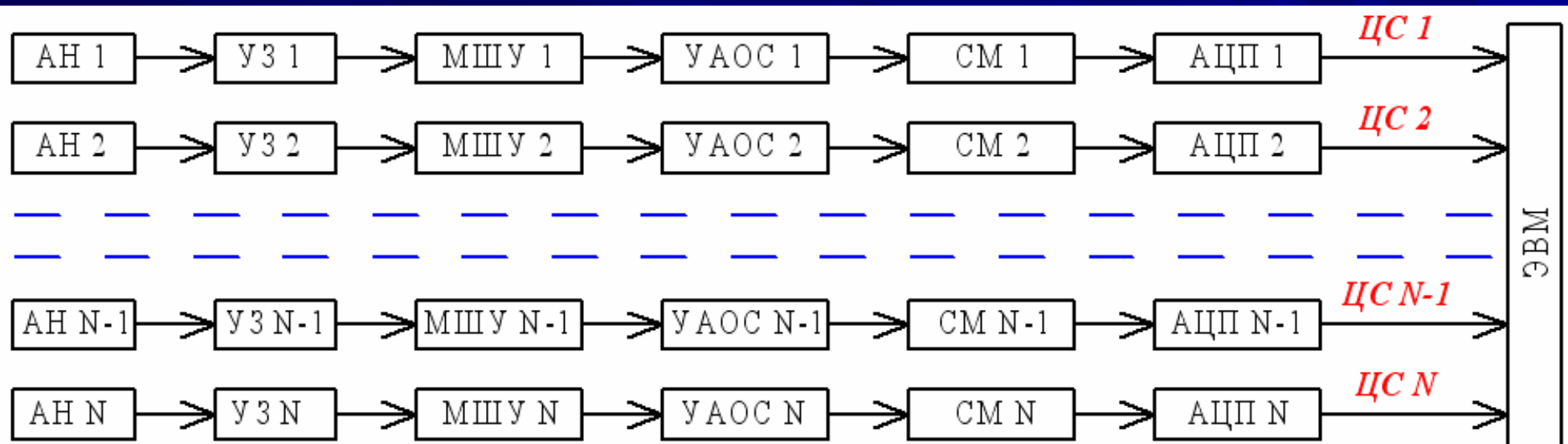
МШУ 1 - МШУ N - малошумящие усилители

УАОС 1 - УАОС N - устройства аналоговой обработки сигналов

УЗ 1 - УЗ N - устройства защитные

ЭВМ - электронно-вычислительная машина

# Схема структурная приёмных супергетеродинных каналов радиолокатора с антенной решёткой



АН 1 - АН N - приёмные антенны

АЦП 1 - АЦП N - аналого-цифровые преобразователи

МШУ 1 - МШУ N - малозумящие усилители

СМ 1 - СМ N - смесители

УАОС 1 - УАОС N - устройства аналоговой обработки сигналов

УЗ 1 - УЗ N - устройства защитные

ЭВМ - электронно-вычислительная машина



***Открытое акционерное общество  
«Центральное конструкторское бюро  
автоматики»***

**РАЗРАБОТКА ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА СВЧ  
ДИАПАЗОНА**

*Докладчик: Тихонов Е.В.*

*Авторы: сотрудник ОАО «ЦКБА» Белоусов А.А.  
сотрудник ОАО «ЦКБА» Тихонов Е.В.*



*Открытое акционерное общество  
«Центральное конструкторское бюро автоматики»*

*Микроволновая фотоника: экспериментальное определение  
электрических параметров волоконно-оптической линии  
связи в диапазоне СВЧ*

*Докладчик: Тихонов Е.В.*

*Авторы: сотрудник ОАО «ЦКБА» Вязигин И.О.  
сотрудник ОАО «ЦКБА» Тихонов Е.В.*



**Открытое акционерное общество  
«Центральное конструкторское бюро автоматики»**

## **Микроволновая фотоника**

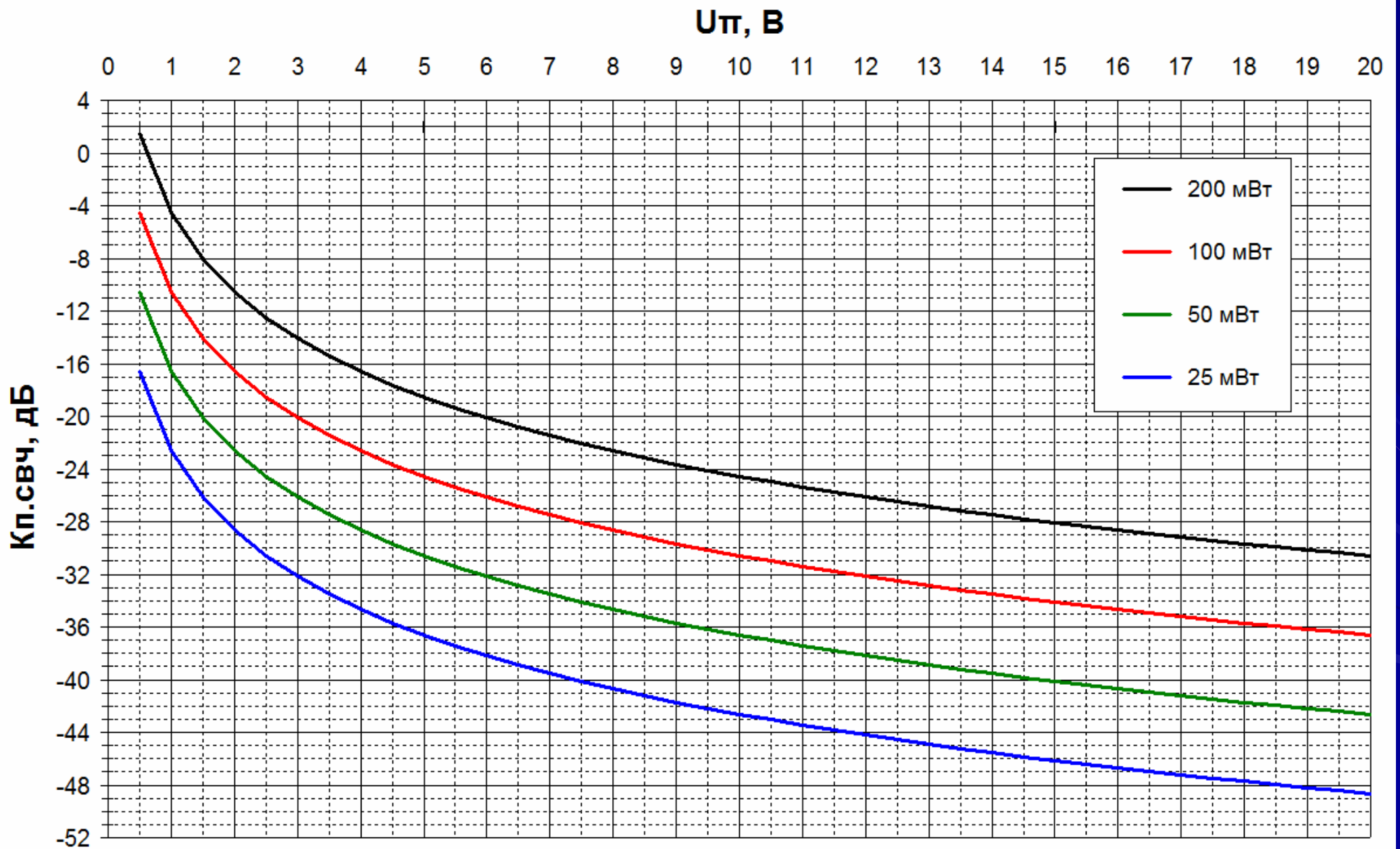
### ***Аналоговые ВОЛС СВЧ с положительными коэффициентами передачи***

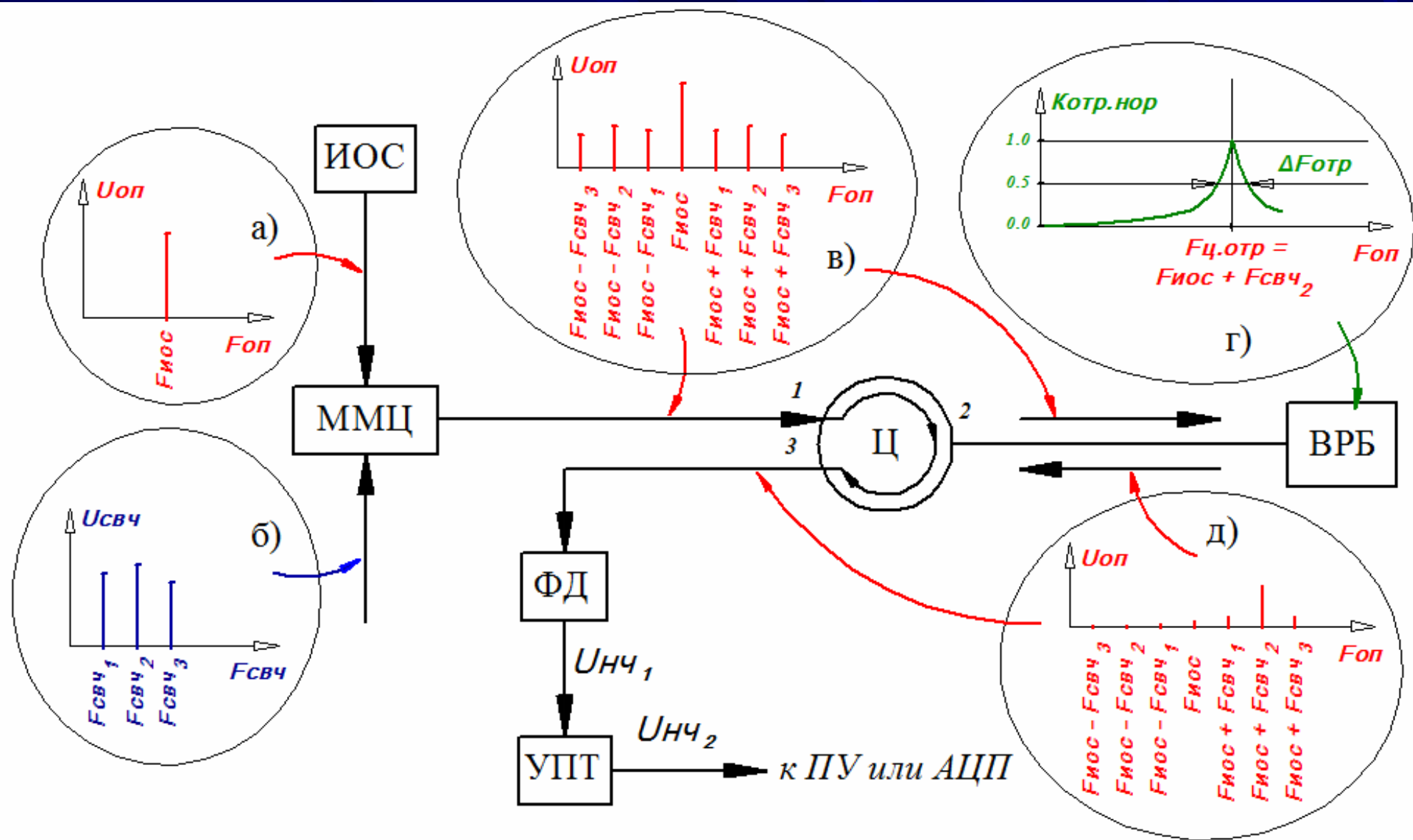
**Ведущий инженер ОАО «ЦКБА» Ю.Н. Вольхин  
Студентка ОмГТУ А.В. Гамиловская**

**Докладчик: А.В. Гамиловская**

**ЦКБА - 2013**

**Зависимости  $K_{р.свч}$  от  $U_{п}$  при различных  $P_{оп.1}$   
(  $K_{з.мми} = 6$  дБ,  $U_{свч.вх} = 7$  мВ,  $P_{ф} = 0.6$  А / Вт )**





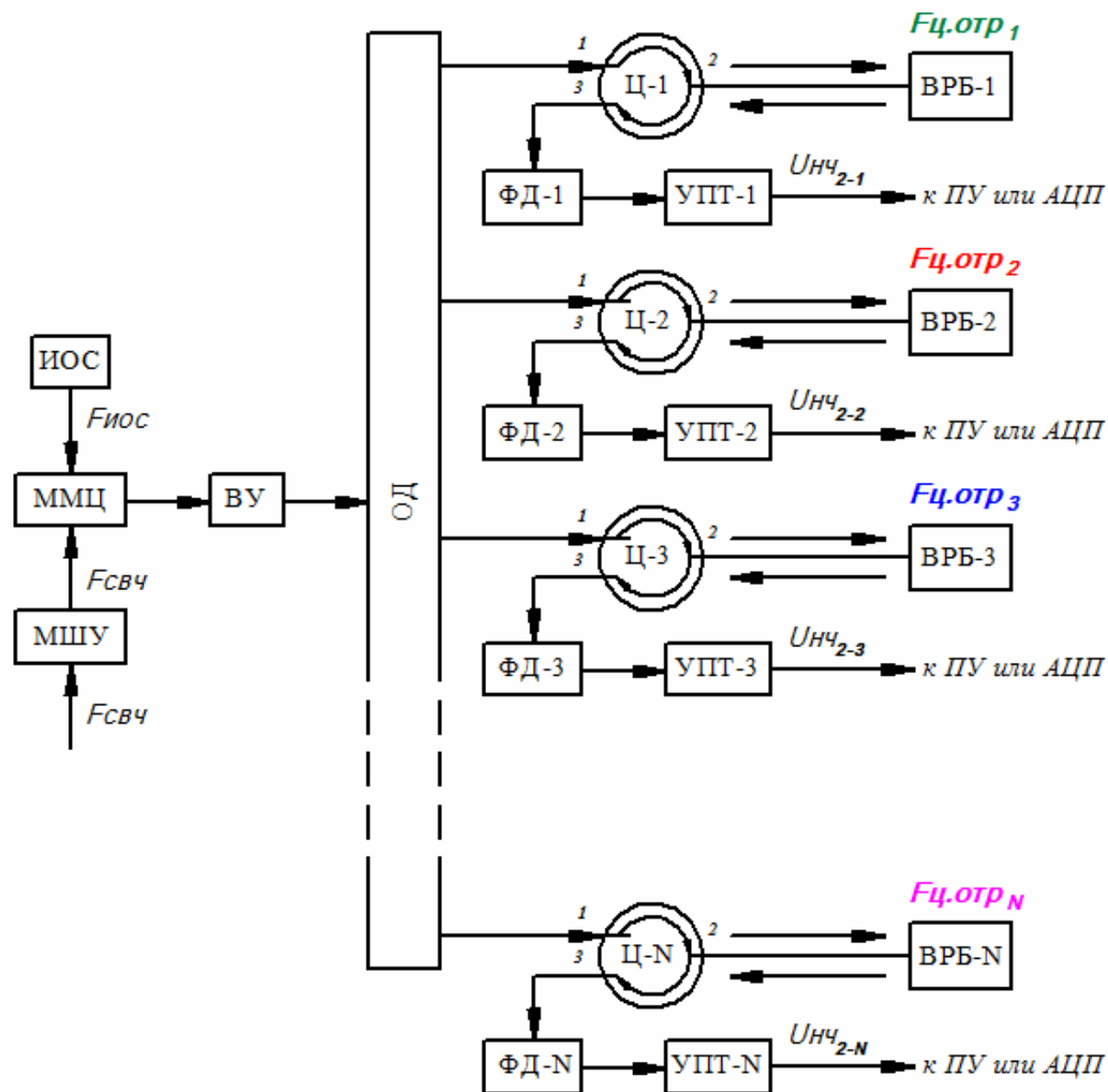
## Схема простейшего одноканального радиофотонного МИЧ

(АЦП - аналогово-цифровой преобразователь, ВРБ - волоконная решётка Брегга,

ИОС - источник оптического сигнала, ММЦ - модулятор Маха - Цандера,

ПУ - пороговое устройство, УПТ - усилитель постоянного тока,

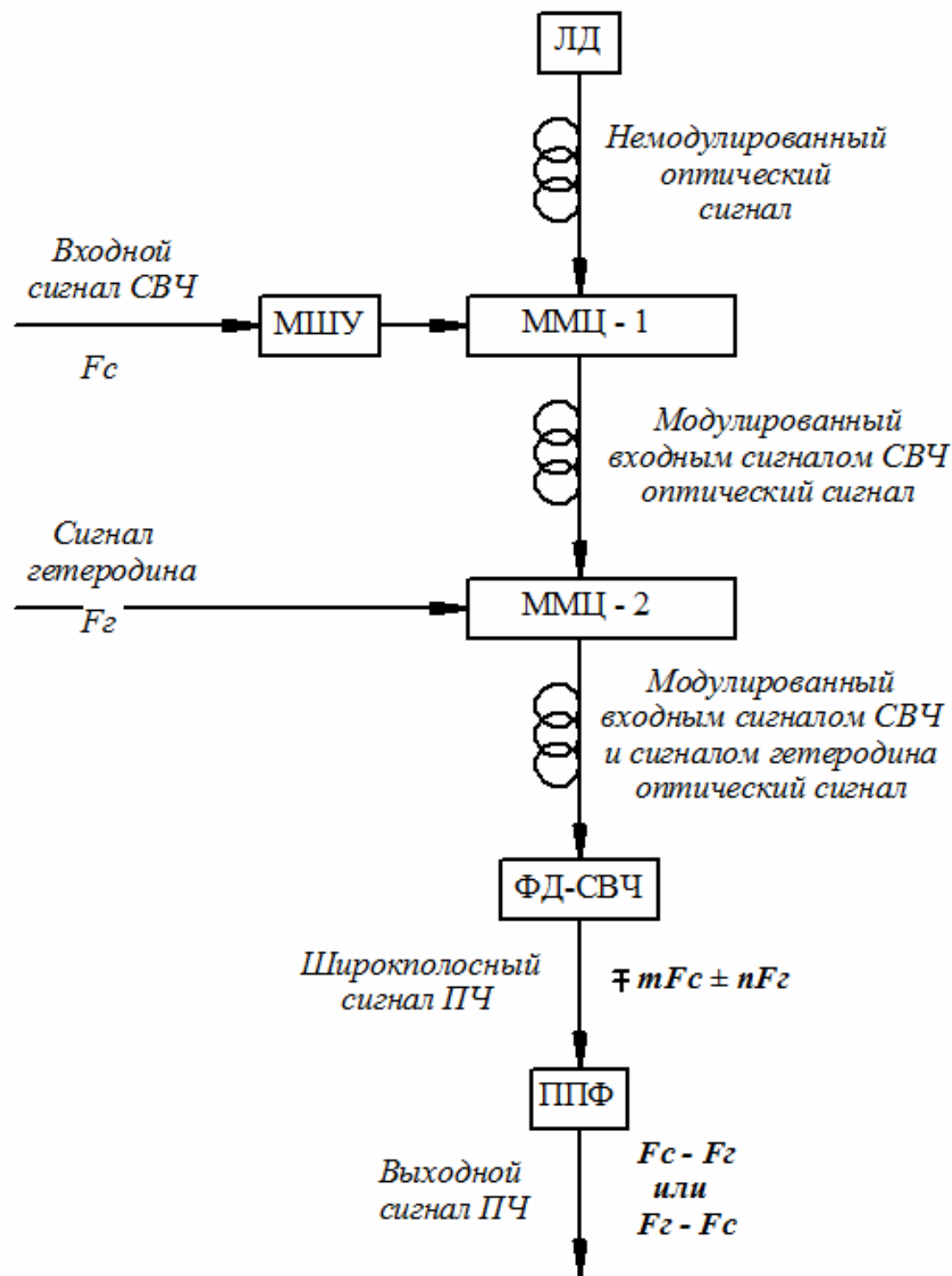
ФД - фотодетектор, Ц - циркулятор)



### Схема многоканального радиофотонного МИЧ

(АЦП - аналогово-цифровой преобразователь, ВРБ-1 - ВРБ-N - волоконные решётки Брегга, ИОС - источник оптического сигнала, ММЦ - модулятор Маха - Цандера, ОД - оптический делитель, ПУ - пороговое устройство, УПТ - усилитель постоянного тока, ФД-1 - ФД-N - фотодетекторы, Ц-1- Ц-N - циркуляторы)



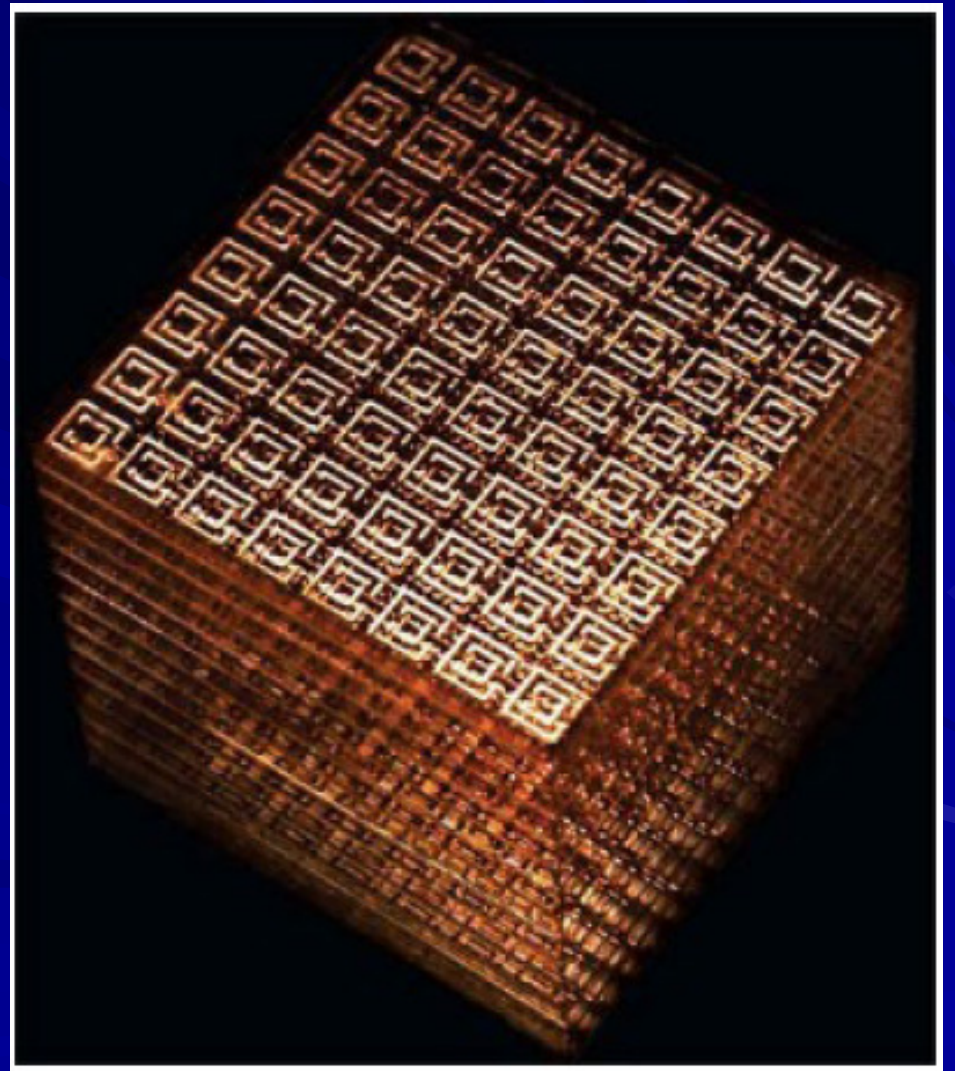
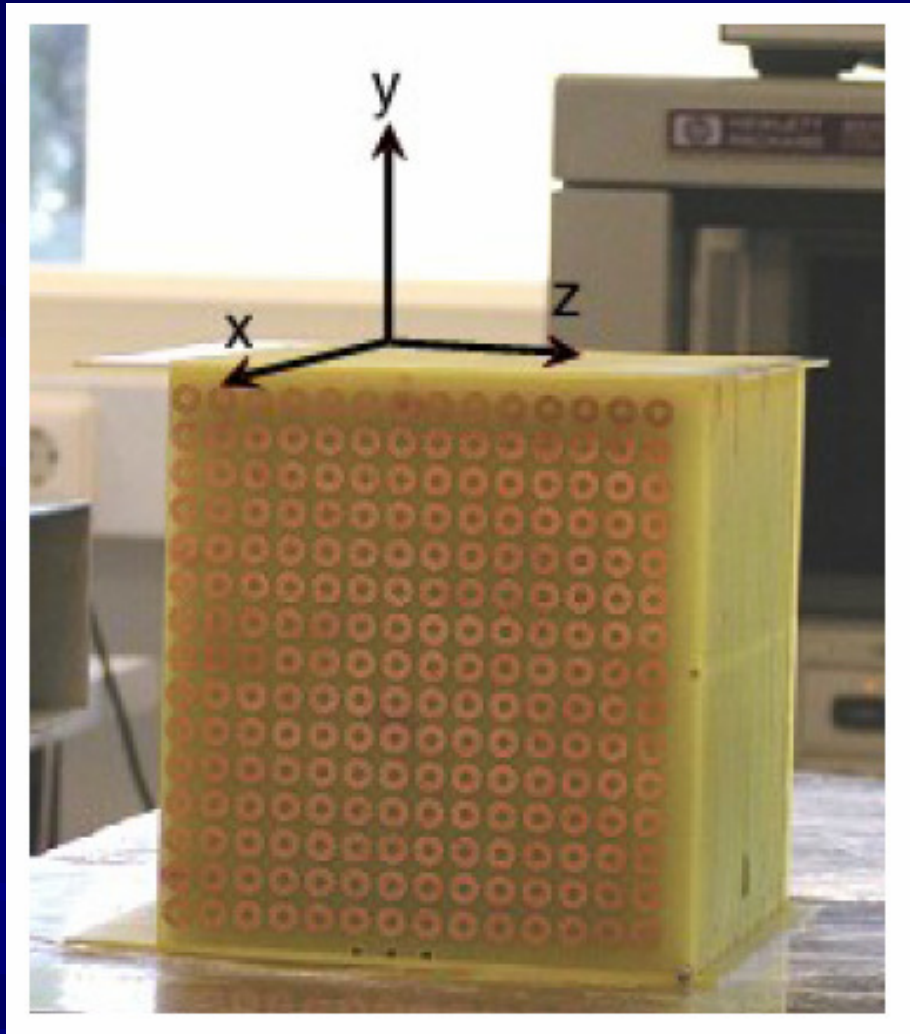


*Схема структурная  
сверхширокополосного  
радиофотонного  
преобразователя частоты  
диапазона СВЧ*

# Применение метаматериалов для изготовления нового класса СВЧ устройств

Серебренников А.А.

# Метаматериалы



***Спасибо  
за внимание!***

***Конструктивная критика  
принимается по адресу  
[ur-vol@yandex.ru](mailto:ur-vol@yandex.ru)***