

ИРФЭ ОНЦ СО РАН

АО «ОНИИП»

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОСТИ  
СВЕРХУЗКОПОЛОСНЫХ ФИЛЬТРОВ НА  
ПОПЕРЕЧНО-СВЯЗАННЫХ ПАВ-  
РЕЗОНАТОРАХ

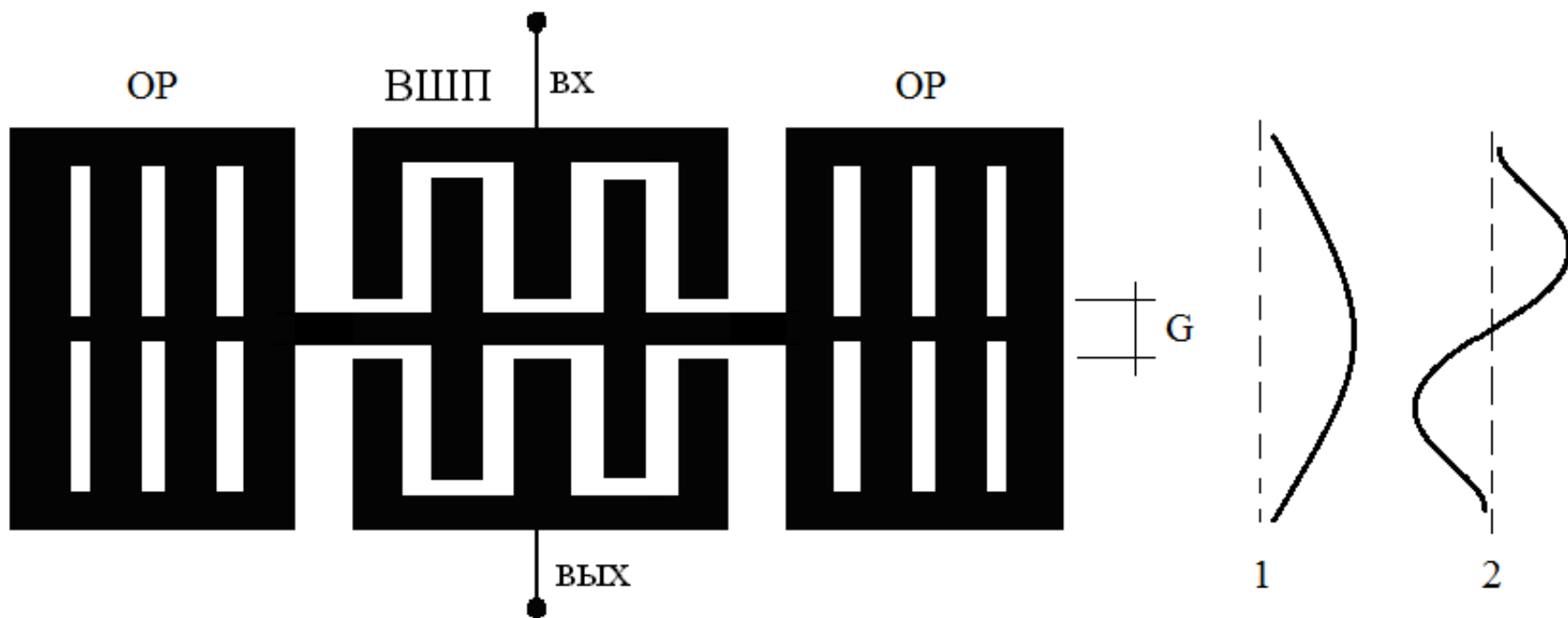
Доберштейн С.А.

Косарев Б.А.

г.Омск 2022

## Введение:

Для разделения информационных каналов в современной мобильной аппаратуре связи необходимы сверхузкополосные фильтры промежуточной частоты (ПЧ) с малой относительной полосой пропускания ( $\Delta f/f_0 = 0,05-0,1 \%$ ), высокой избирательностью ( $>40$  дБ) и высокой линейностью (уровень интермодуляционных искажений (ИИ) 3-го порядка  $>70$  дБмкВ). Эти требования эффективно выполняются при использовании фильтров на поперечно-связанных резонаторах поверхностных акустических волн (ПАВ) на кварце (рис.1).



**Рис. 1** Топология фильтра на поперечно-связанных ПАВ-резонаторах:  
 ОР – отражательная решетка; ВШП - встречно-штыревой преобразователь;  
 G – зазор между входным и выходным каналами; 1 и 2 – симметричная и  
 антисимметричная моды

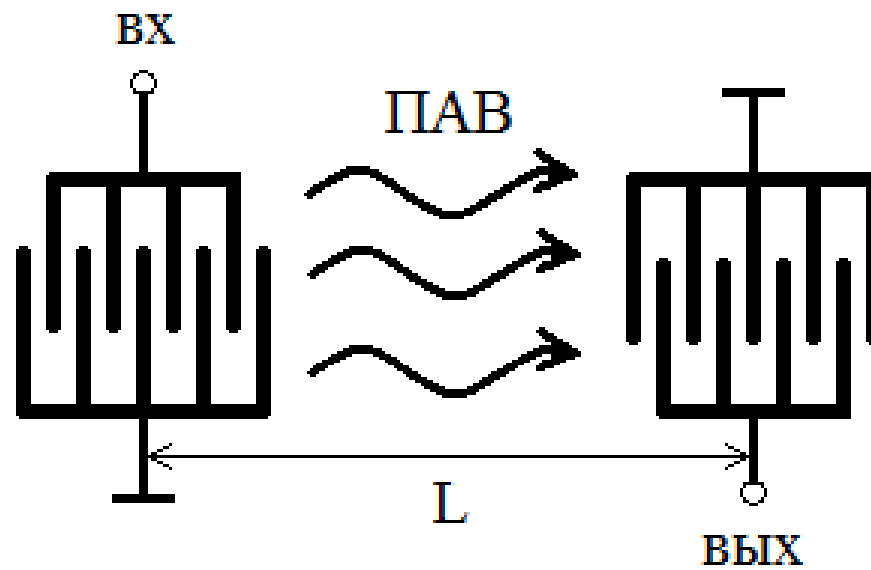
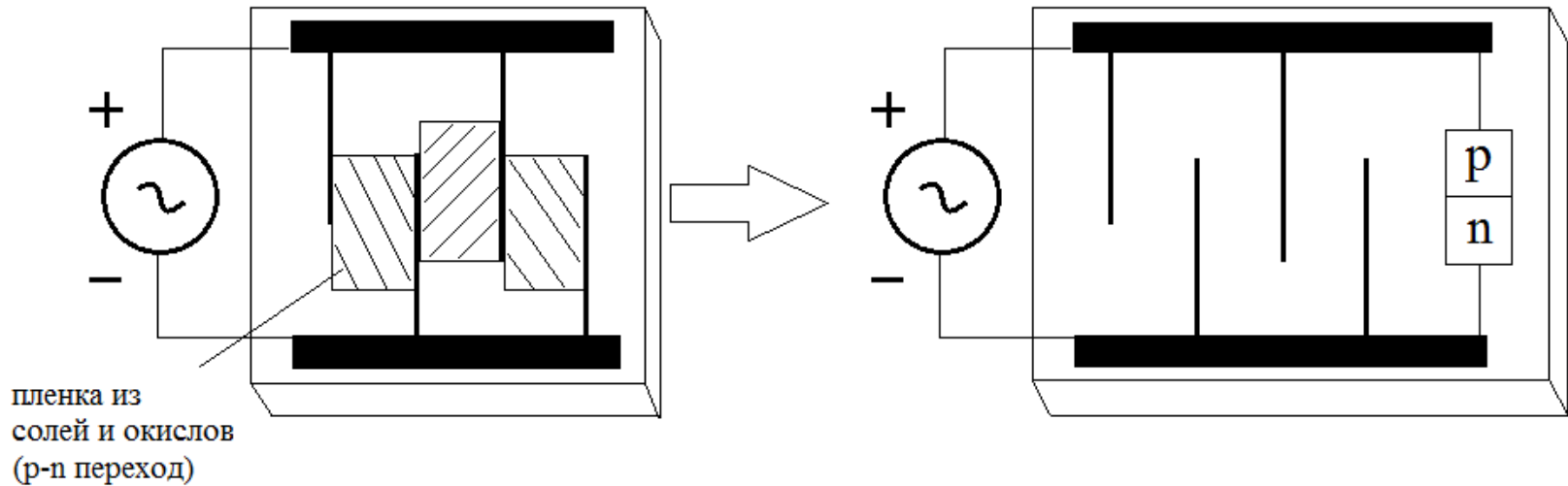


Рис. 2 Распространение ПАВ в обычном фильтре

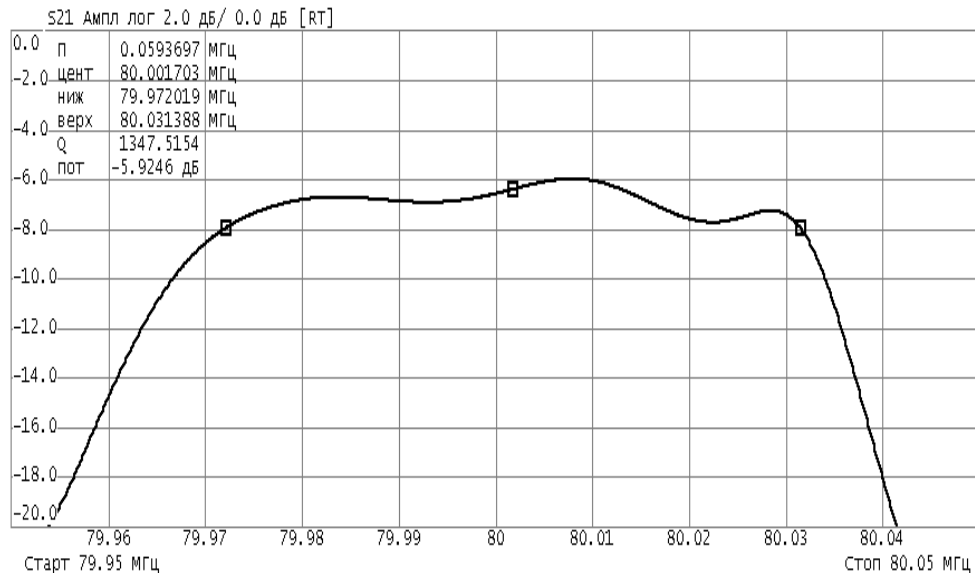


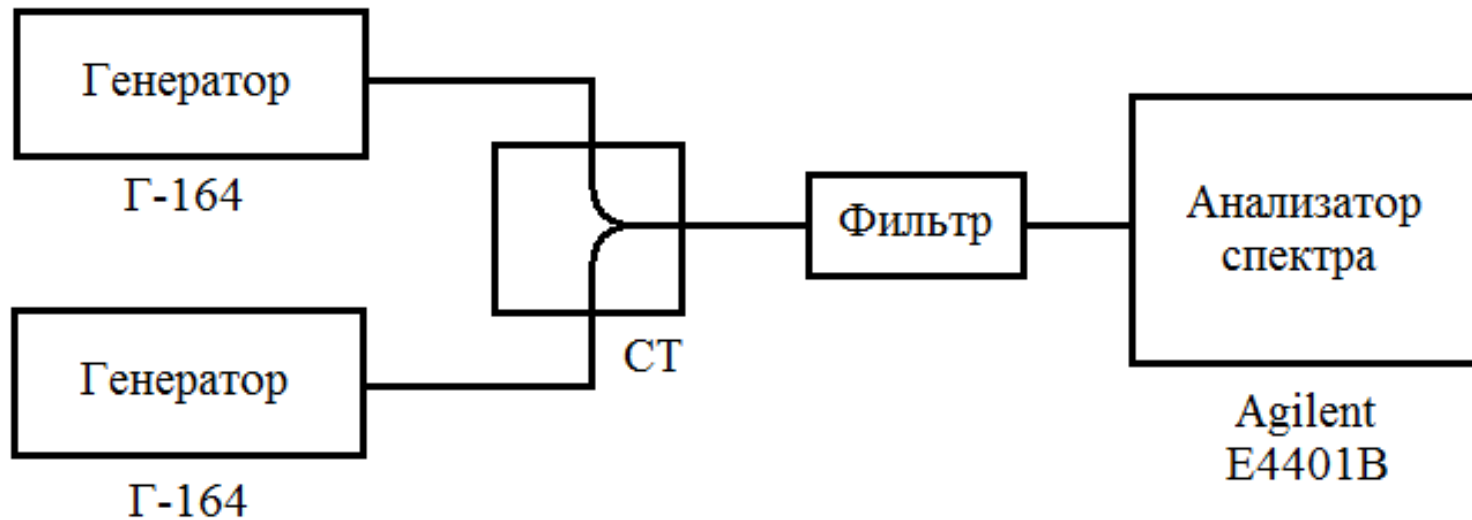
**Рис.3 Совокупность акустического и полупроводникового устройств**

**Цель работы** - исследование уровня интермодуляционных искажений в фильтрах на поперечно связанных ПАВ-резонаторах, изготовленных с использованием жидко-химического травления металлизации, и поиск способов уменьшения его значений.



**Рис. 4 АЧХ двухкаскадного сверхузкополосного фильтра на ПАВ с  $f_0 = 80$  МГц, полосой пропускания  $\Delta f = 59$  кГц по уровню -2 дБ ( $\Delta f/f_0 = 0,073$  %), вносимыми потерями 5,9 дБ с LC-согласованием и затуханием в полосе задерживания 50 дБ**





**Рис.5 Электрическая схема испытательного стенда измерения ИИ стандартным двухсигнальным методом**

**Расчет частот тестовых сигналов на входе фильтра и частот комбинационных составляющих на его выходе:**

Частота первого тестового сигнала	$F_{п1} = f_0 - 0,006 \text{ МГц}$	$F_{п1} = 79,994 \text{ МГц}$
Частота второго тестового сигнала	$F_{п2} = f_0 + 0,006 \text{ МГц}$	$F_{п2} = 80,006 \text{ МГц}$
Частота первой комбинационной составляющей	$F_{к3} = f_0 - 0,018 \text{ МГц}$	$F_{к3} = 79,982 \text{ МГц}$
Частота второй комбинационной составляющей	$F_{к4} = f_0 + 0,018 \text{ МГц}$	$F_{к4} = 80,018 \text{ МГц}$



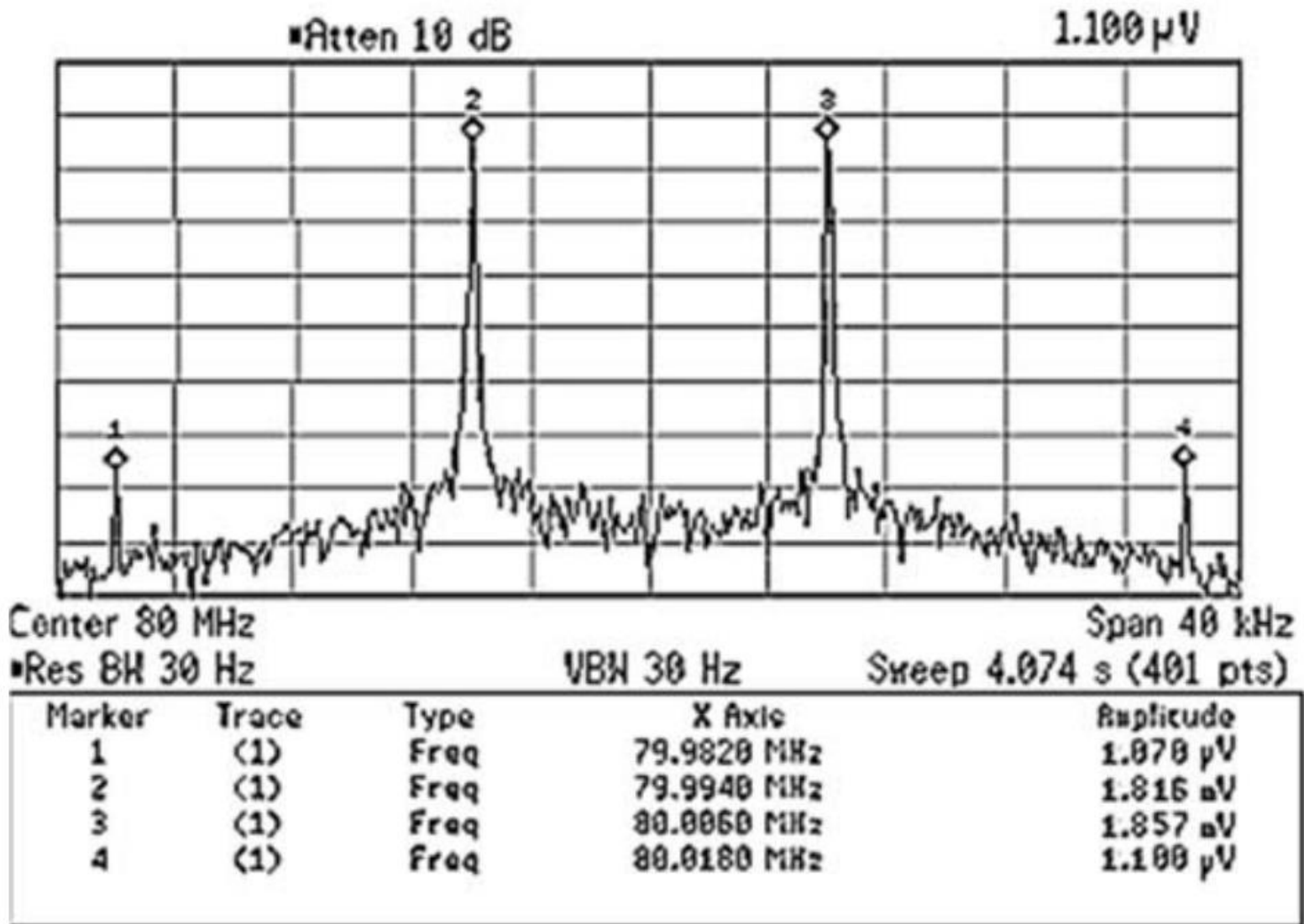


Рис. 6 Спектр сигнала на выходе фильтра в полосе пропускания до очистки поверхности

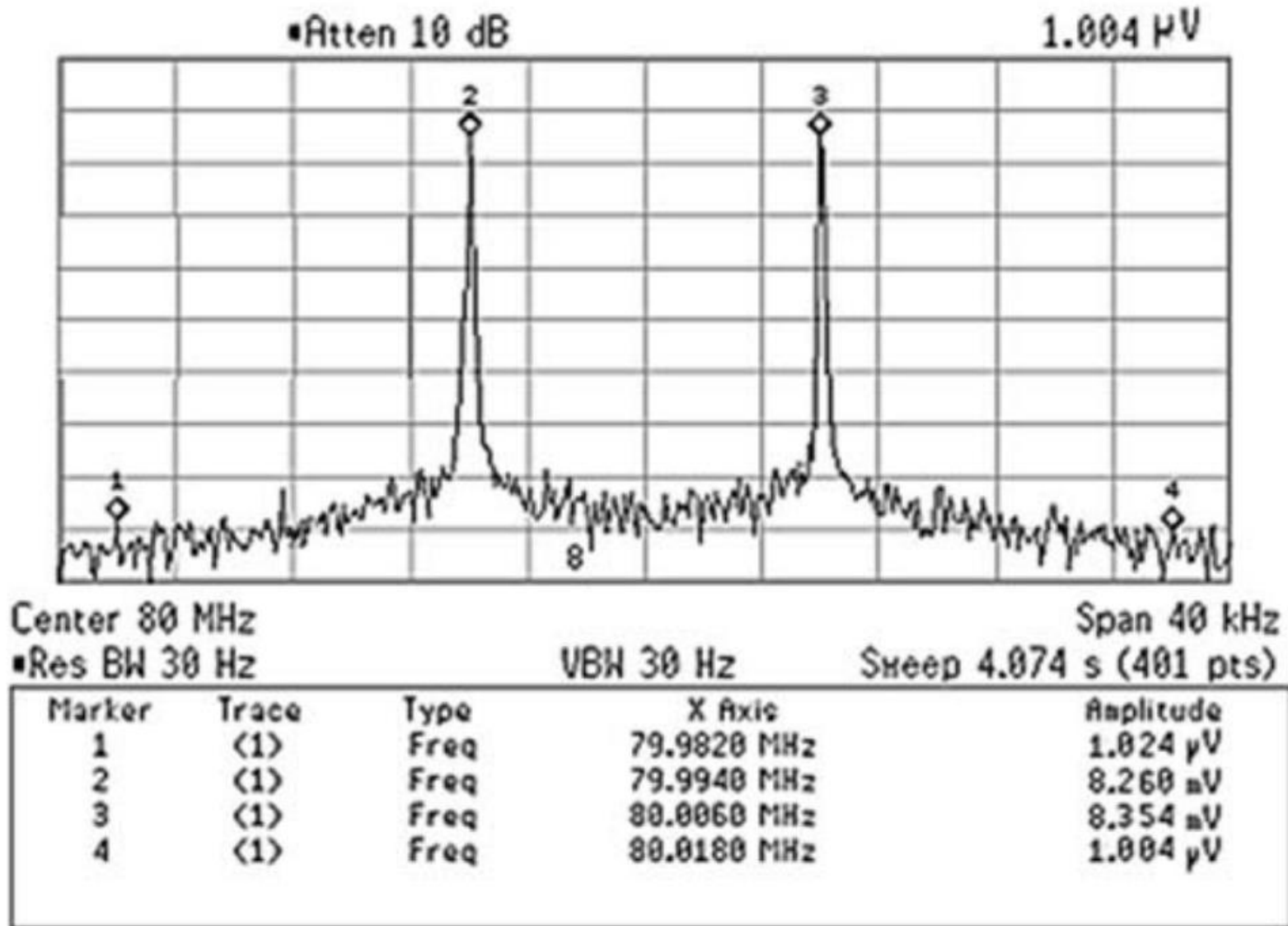


Рис. 7. Спектр сигнала на выходе фильтра в полосе пропускания после очистки поверхности

## **Выводы:**

Согласно данным литературных источников, фильтры на поперечно-связанных ПАВ-резонаторах обладают высокой линейностью. Однако такие фильтры, изготовленные методом жидкохимического травления, показывают недостаточную линейность. Типичный уровень ИИ 3-го порядка составляет около 64 дБмкВ и не соответствует требованиям трактов ПЧ современной мобильной аппаратуры связи.

Исследование показало, что причиной ИИ фильтров являются межэлектродные загрязнения. Плазмохимическая очистка фильтра не изменила уровень ИИ. Очистка фильтра в проточной деионизованной воде позволила улучшить уровень ИИ 3-го порядка до 78 дБмкВ за счет удаления неорганических межэлектродных загрязнений, обладающих нелинейными полупроводниковыми свойствами. Достигнутый уровень ИИ является достаточным для применения в трактах ПЧ современной мобильной аппаратуры связи.