



Производство синтетических кристаллов для устройств пьезотехники и акустооптики.

ОАО «ФОМОС-МАТЕРИАЛС»

Москва, 2019 г.

Производство синтетических пьезоматериалов – от СССР до наших дней

Организация	Расположение	Материалы	Статус
ФГУП ВНИИСИМС	Александров, Владимирская обл.	Пьезокварц, ЛГС	✗
Южно-Уральский завод «Кристалл»	Южно-Уральск, Челябинская обл.	Пьезокварц	✓
БЗТХИ	Богородицк, Тульская обл.	НЛ, ТЛ, сцинтилляционные кристаллы	✗
Укрпьеzo	Черкассы, Украина	НЛ	✗
СЕВЕРНЫЕ КРИСТАЛЛЫ	Апатиты, Мурманская обл.	НЛ, сцинтилляционные кристаллы	✗
ПЬЕЗО-КВАРЦ	Кузнецк Пензенская обл.	Пьезокварц	✗
Сергачский электромеханический завод	Сергач, Нижегородская обл.	НЛ	✗

ОАО «ФОМОС-МАТЕРИАЛС» - более 20 лет работы на рынке

Производственные возможности



- Полный производственный цикл
- Сертифицировано по **ISO 9001:2008**
- 50 сотрудников
- 12 установок выращивания кристаллов по методу Чохральского
- Прецизионная мехобработка, шлифовка, полировка
- Нанесение проводящих покрытий



Научное сотрудничество

- Проекты с российскими компаниями, университетами и институтами РАН
- AMORE коллаборация
- ЦЕРН
- Более 100 публикаций

Уникальный опыт



- Выращивания кристаллов больших размеров
- Специализация на галлий-содержащих кристаллах
- Использование оснастки из ДМ
- Собственные методики контроля качества

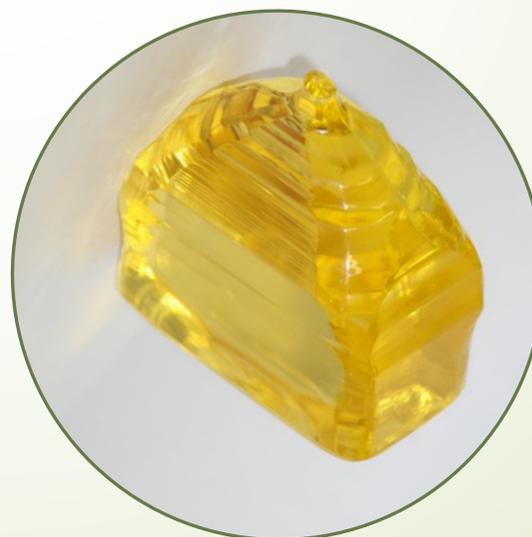
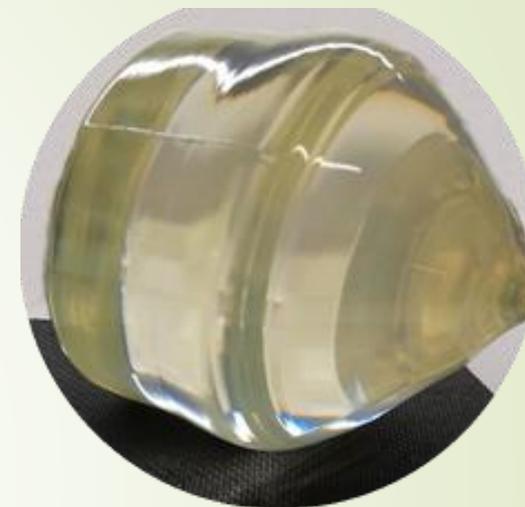


Партнеры и покупатели

- Россия
- США
- Европа
- Япония
- Китай
- Ю. Корея
- Малайзия

Продукция компании - пьезокристаллы

МАТЕРИАЛ	СОСТАВ	ОРИЕНТАЦИЯ	РАЗМЕРЫ, мм
ЛГС	$\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$	X, Y, Y48, Z	120*120
ЛГТ	$\text{La}_3\text{Ga}_{5,5}\text{Ta}_{0,5}\text{O}_{14}$	X, Y	80*120
КТГС	$\text{Ca}_3\text{TaGa}_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$	Y	80*100
НЛ	LiNbO_3	Z, Y128	100*60
ТЛ	LiTaO_3	X, Y, Y42	80*60



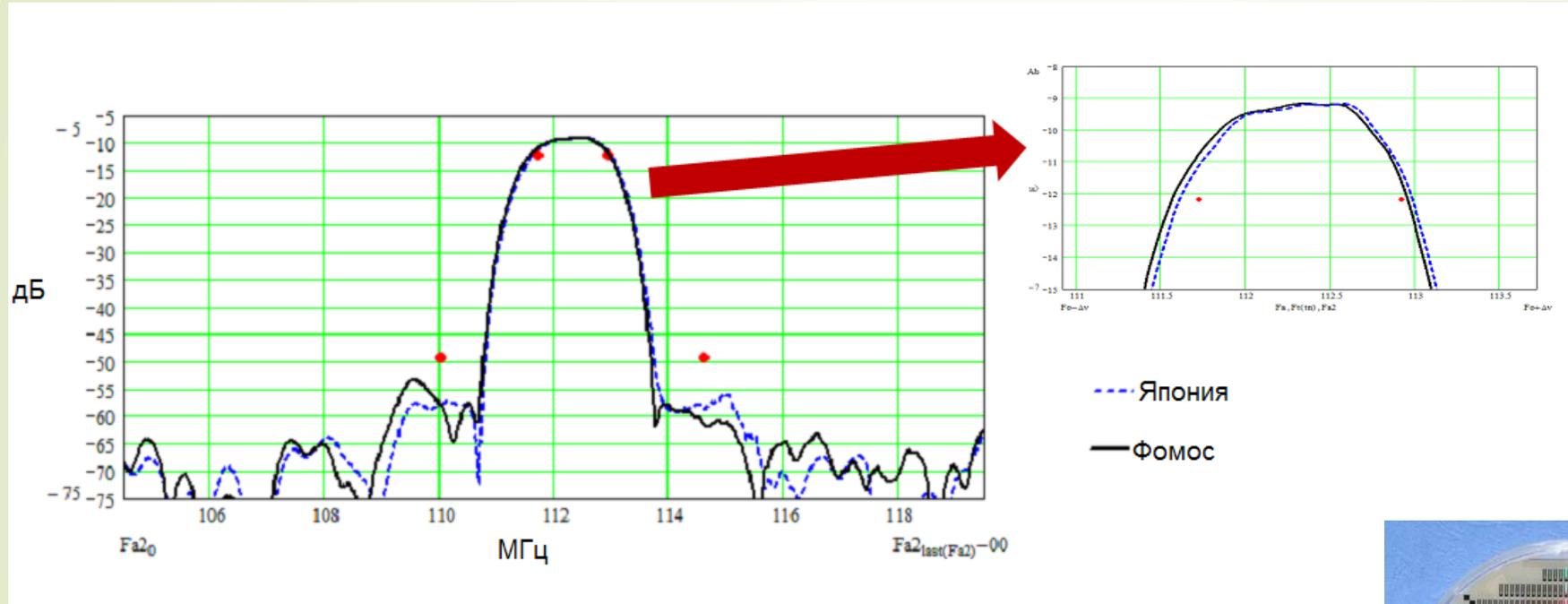
Подложки для ПАВ-компонентов

МАТЕРИАЛ	ОРИЕНТАЦИЯ	ДИАМЕТР, мм	ПРИМЕНЕНИЕ
ЛГС	(0; 138,5; 26,7) (0; 22; 90) (0; 90; 0)	76, 100	Фильтры на ПАВ, ВТ датчики на ПАВ
КТГС	(0; 90; 0)	76	ВТ датчики на ПАВ
НЛ	64°Y-X Y-Z 128°Y-X 36°Y-X 41°Y-X	76, 100	Фильтры на ПАВ
ТЛ	X-112°Y 42°Y-X	76	Фильтры на ПАВ

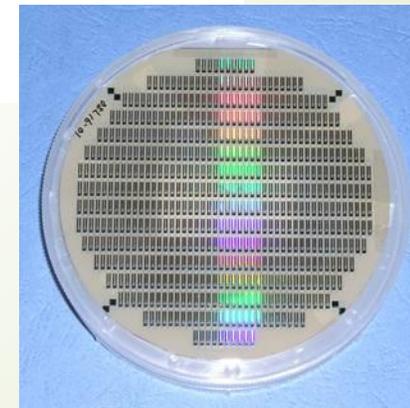
На весь ассортимент ПАВ-подложек выпущены ТУ



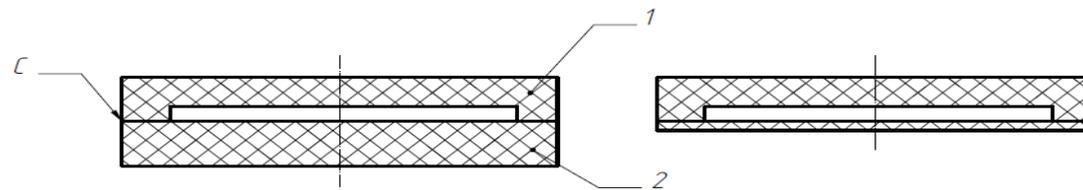
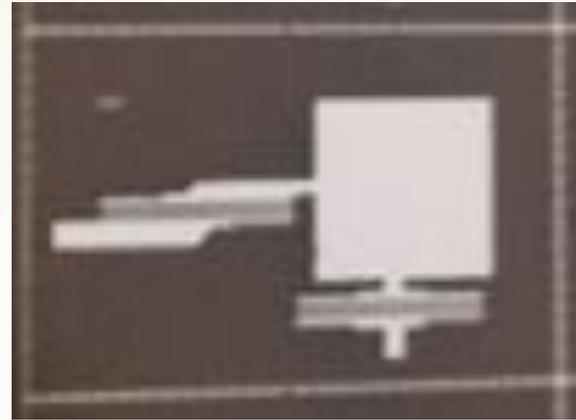
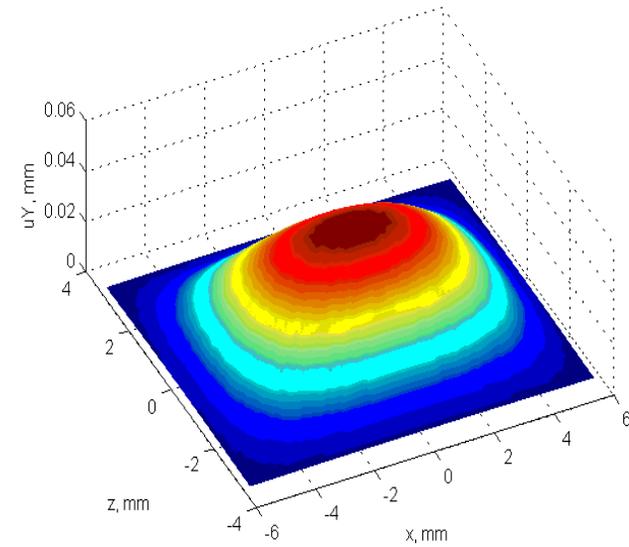
ПАВ компоненты на подложках из ТЛ производства ФОМОС-МАТЕРИАЛС



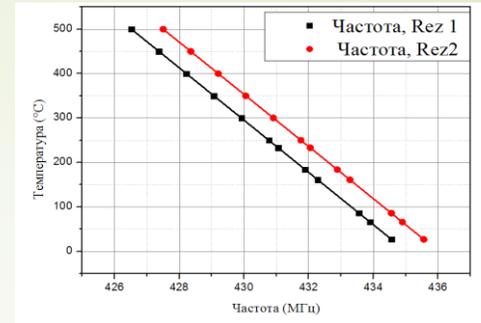
- ▶ Сравнение параметров ПАВ-фильтра (ООО «БУТИС» ($f_{ном}=112$ МГц)) на основе ПАВ-пластин ТЛ ориентации X-112Y производства ОАО «ФОМОС-МАТЕРИАЛС» и «YAMAHA CERAMICS CO.LTD», Япония



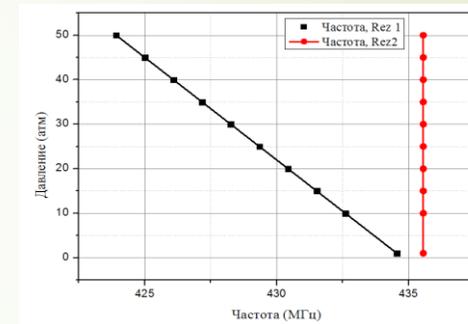
Беспроводный датчик давления на ПАВ



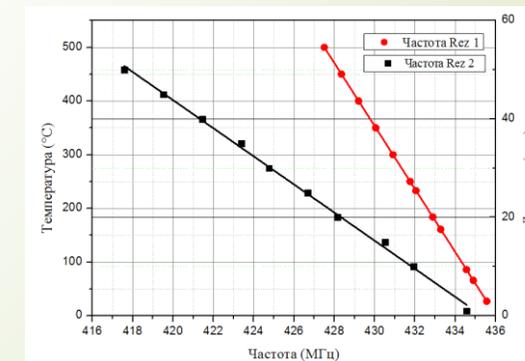
1 – основание, 2 – крышка, «С» - сварка
 Конструкция монокристаллического корпуса до и после шлифовки,
 толщина рабочей пластины – мембраны 100 мкм.



Зависимость частоты резонаторов от температуры



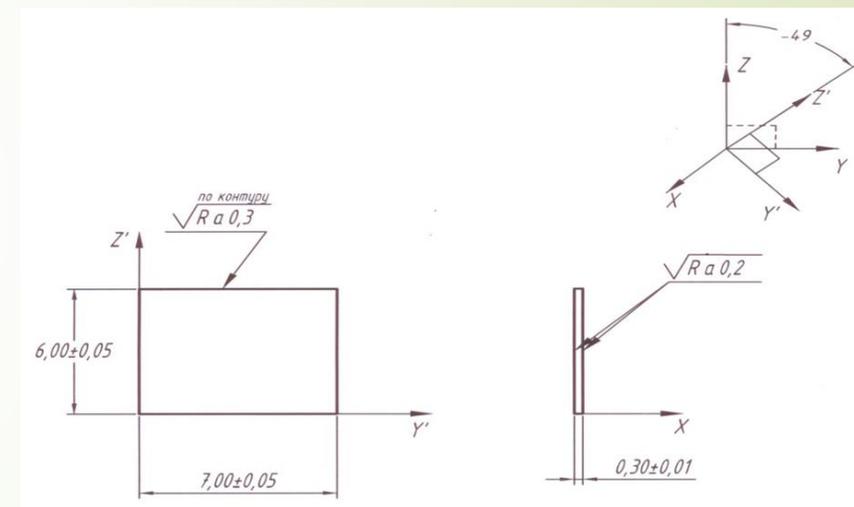
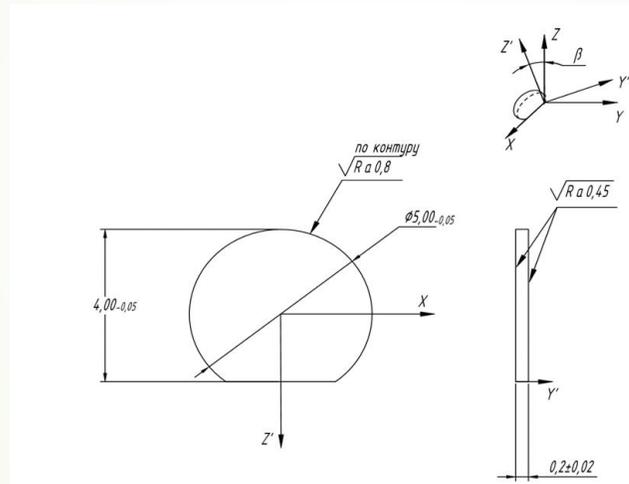
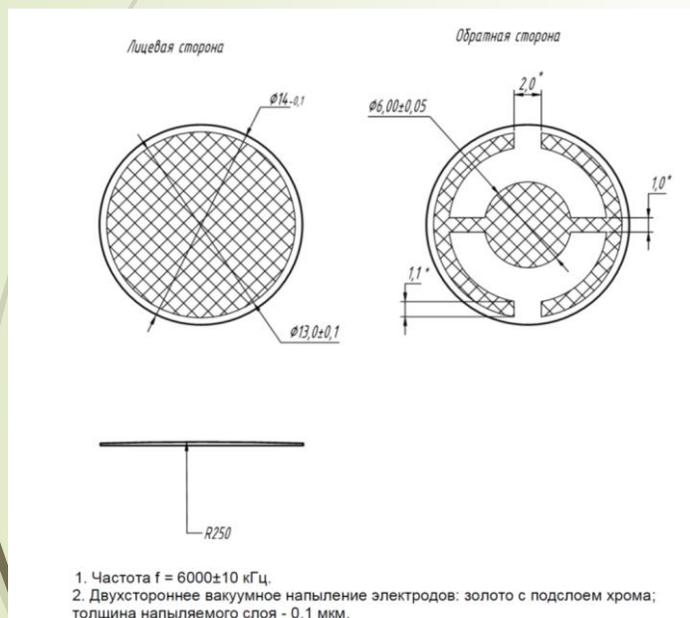
Зависимость частоты резонаторов от давления



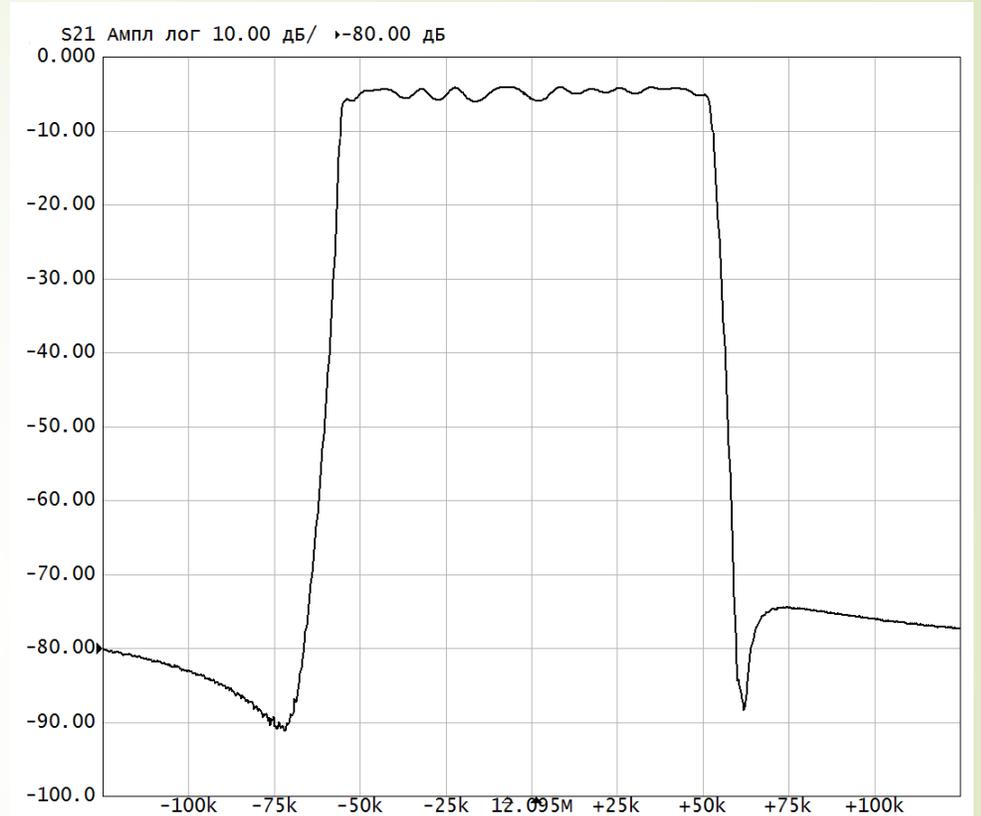
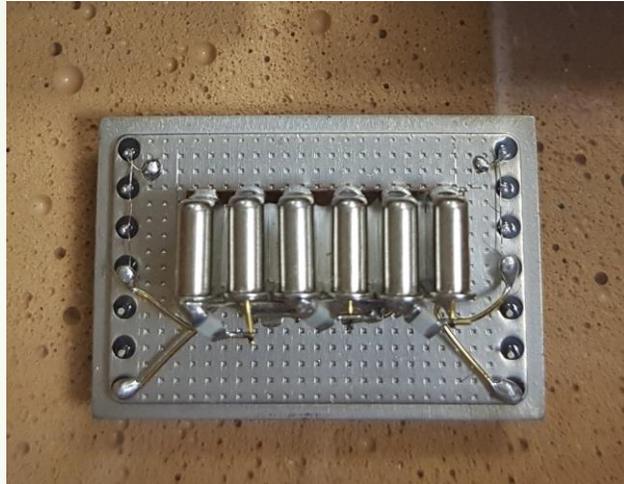
Зависимость частоты резонаторов от давления и температуры

Элементы для устройств на ОАВ

- ▶ Элементы из ЛГС, ТЛ, КТГС различных спецификаций.
- ▶ LSM для массочувствительных датчиков.

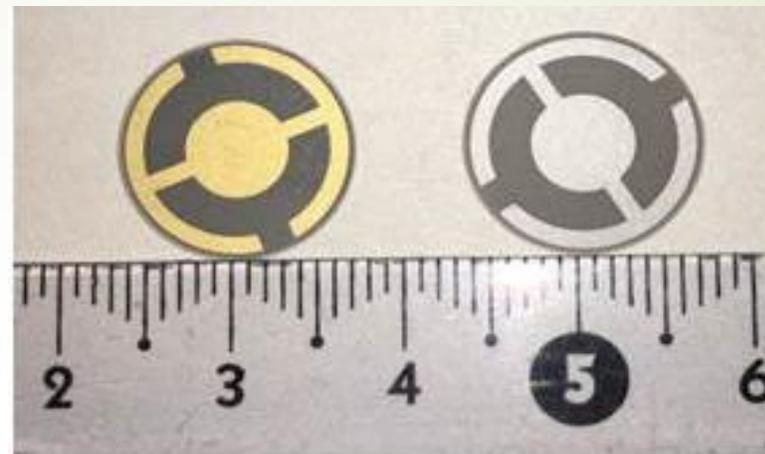
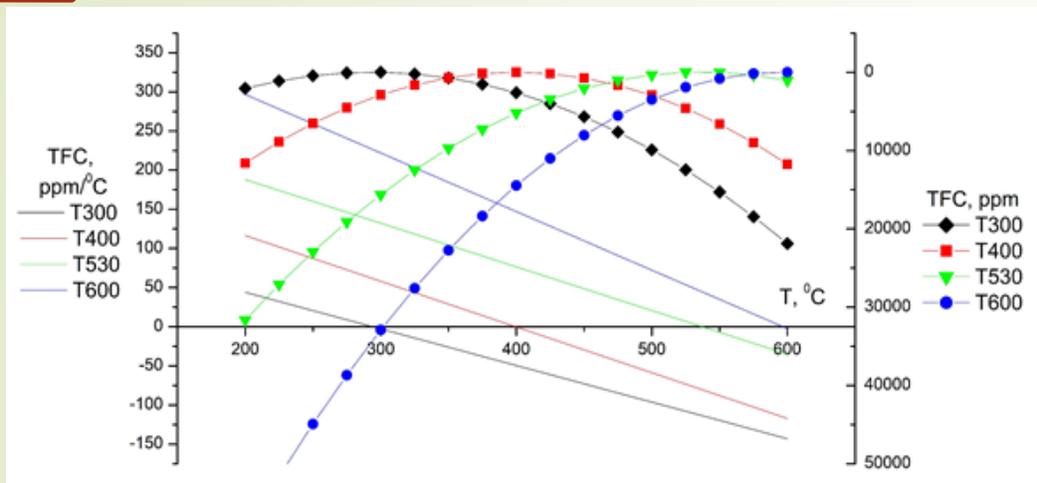


Фильтры на ОАВ



- Реализованы фильтры на основе ЛГС, КТГС, ТЛ для диапазона частот от 1 до 80 МГц.

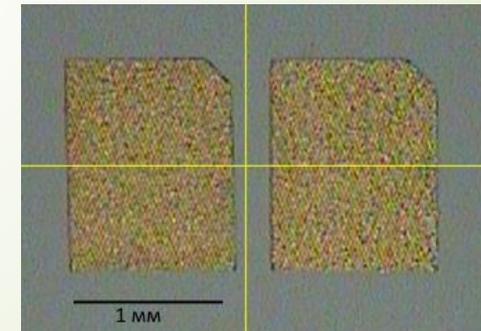
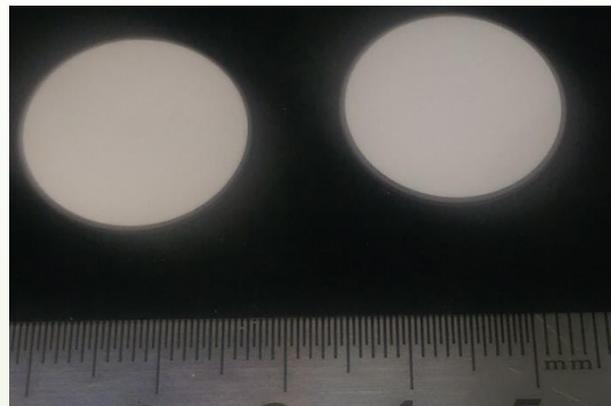
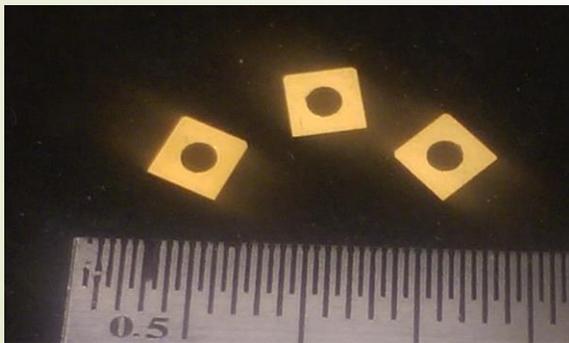
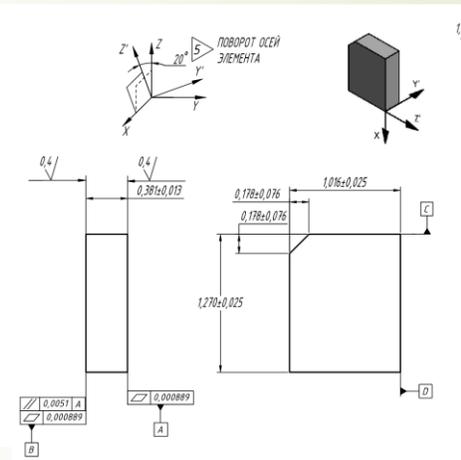
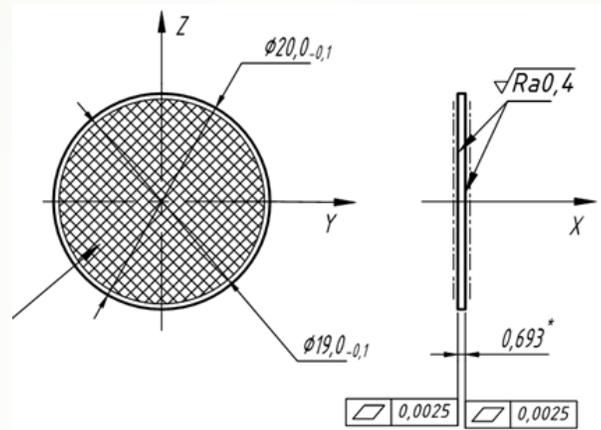
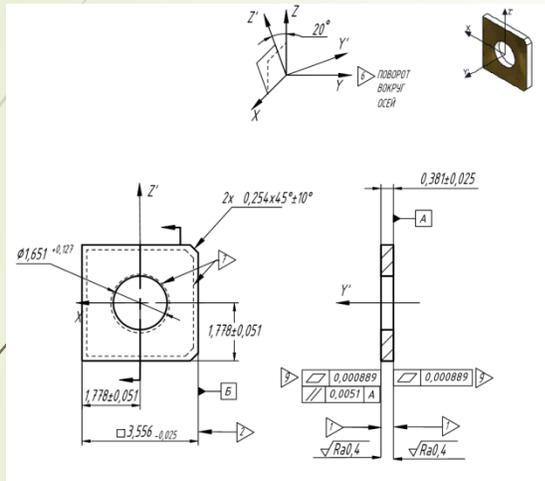
LSM для массочувствительных датчиков



Резонансная частота, МГц	6
Рабочий диапазон температур, °C	20 – 600
Диапазон измерений массы, г	$3 \cdot 10^{-8} - 6 \cdot 10^{-4}$
Чувствительность, МГц/мг, не менее	1,5
Разрешающая способность, г, не более	10^{-11}
Погрешность, %	± 2

- контроль толщины при нанесении пленок;
- контроль эпитаксиальных процессов;
- измерение концентрации газов при VT

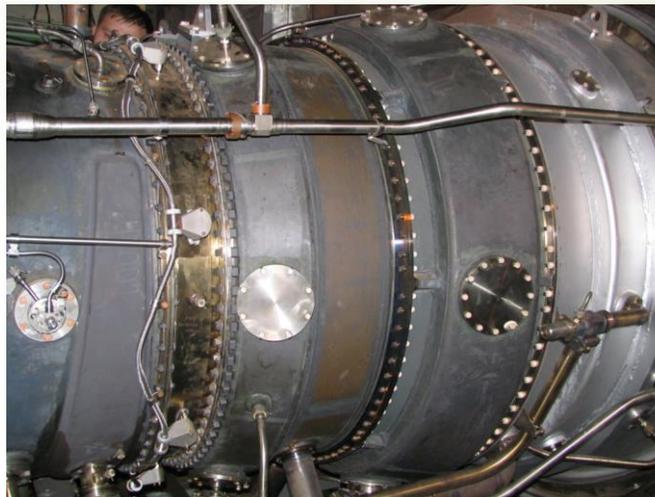
Чувствительные элементы для ВТ датчиков давления и вибрации на ППЭ



Датчики на ППЭ



Датчик WIM



VT датчик
вибрации



Вибропреобразователь МВ-47



ЗАО «ВИБРО-ПРИБОР»

Коэффициент преобразования, пКл·с ² /м (пКл/g)		1,0 (9,81)
Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения, %		± 5
Частотный диапазон с неравномерностью частотной характеристики ± 15 %, Гц		1 - 5000
Относительный коэффициент поперечного преобразования, % не более		5
Нелинейность амплитудной характеристики в диапазоне от 0,1 до 5000 м/с ² (500 g), %		± 3
Частота установочного резонанса, кГц, не менее		13
Температурная погрешность в рабочем диапазоне -60°С... 650°С, %	от минус 60 до 20 °С	± 10
	от 20 до 650 °С	± 15
Средняя наработка на отказ, ч, не менее		50000

Датчики применяются для непрерывного и длительного контроля вибрационного состояния машин и механизмов в процессе эксплуатации их в энергетике, машиностроении и других отраслях промышленности и предназначены для установки в зонах повышенной температуры до 650°С

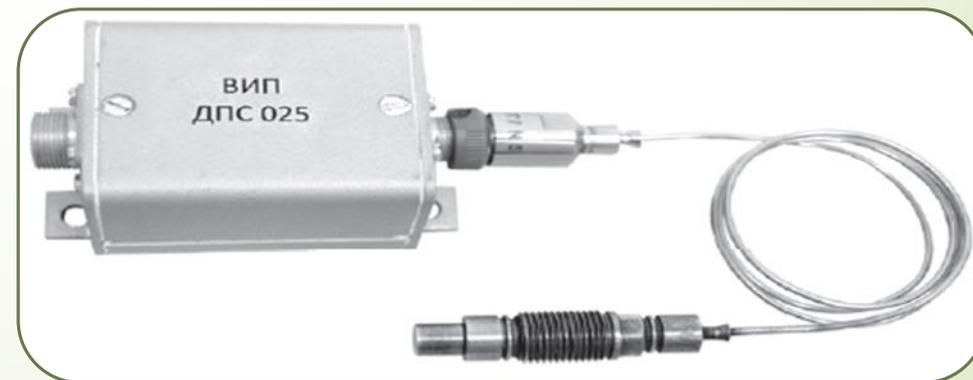




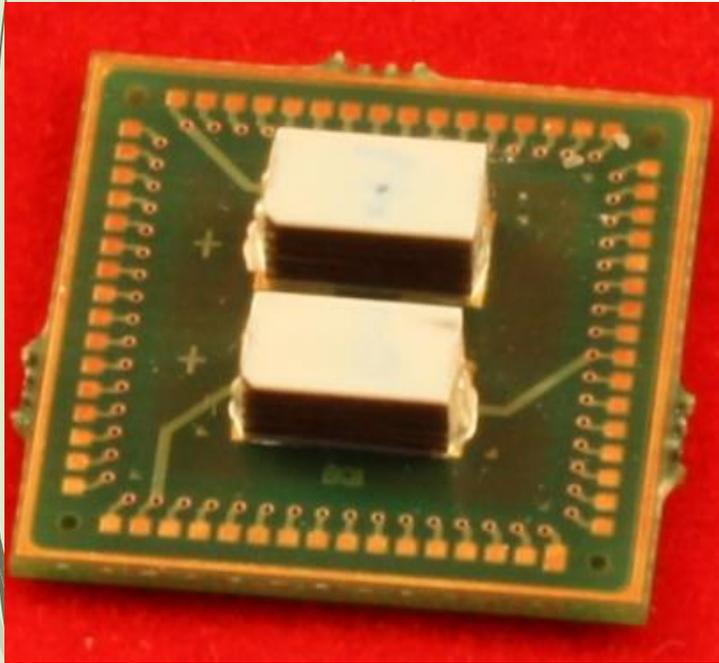
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон измерений быстропеременных давлений	МПа	0,12-5,6
Частотный диапазон	Гц	20-20000
Основная погрешность	%	±(4-6)
Нормированный выходной сигнал	В	±6
Вибрационные ускорения	м/с ²	5000
Виброэквивалент, не более	Па/м·с ⁻²	25
Температура измеряемой среды	°С	-196/+800
Назначенный ресурс	ч	50
Срок службы	лет	5
Масса, не более	кг	0,15

Датчики предназначены для контроля, измерений и диагностики динамических характеристик ракетных и авиационных двигателей



ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ТЕРМОСТАБИЛЬНЫЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ АКСЕЛЕРОМЕТРА

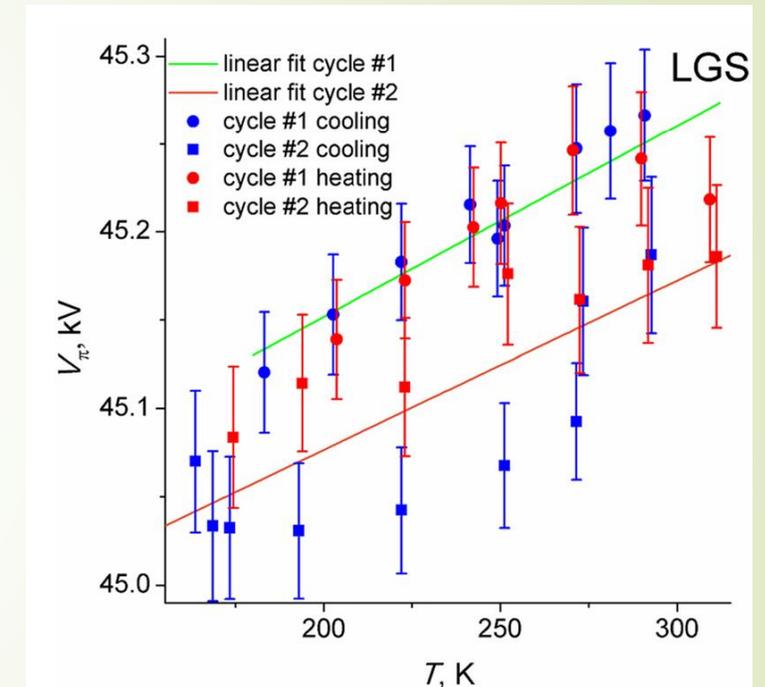
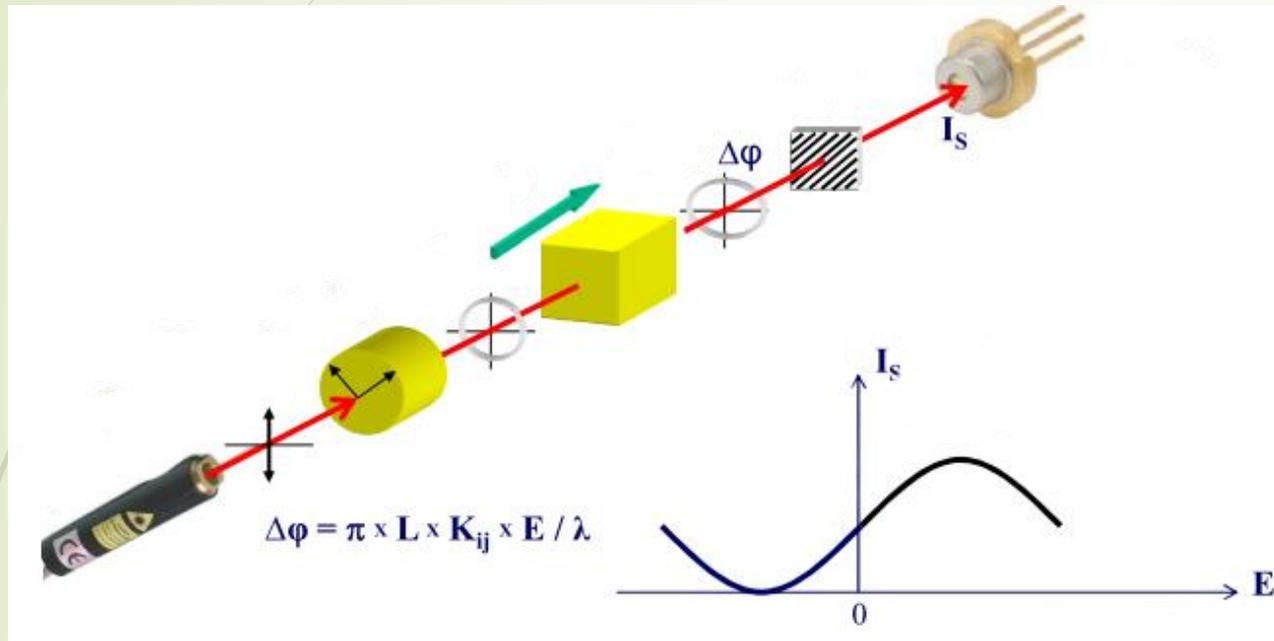


Чувствительный элемент представляет собой многослойную структуру, выполненную в виде чередующихся пьезоэлектрических пластин с электродами и диэлектрических слоев из эпоксидного или акрилового клея

Параметры 10-слойного чувствительного элемента:

- максимально детектируемый диапазон ударных ускорений, не менее 20 000 g
- коэффициент преобразования по заряду, не менее 0,05 пКл/g;
- диапазон рабочих температур: от минус 60 до 150°C, до 200°C (1 час)
- величина электрической емкости при 25°C: 150 пФ
- относительное изменение величины электрической емкости в интервале температур от минус 60 до 80°C: не более 1,5%

Оптические элементы из ЛГС для высоковольтных измерительных трансформаторов на эффекте Поккельса



Langasites as electro-optic materials for high-voltage optical sensors

Vadim Ivanov, Anatoliy Stepanov, Vladimir Alenkov, and Oleg Buzanov

Optical Materials Express Vol. 7, pp. 3366-3376(2017)

<https://doi.org/10.1364/OME.7.003366>

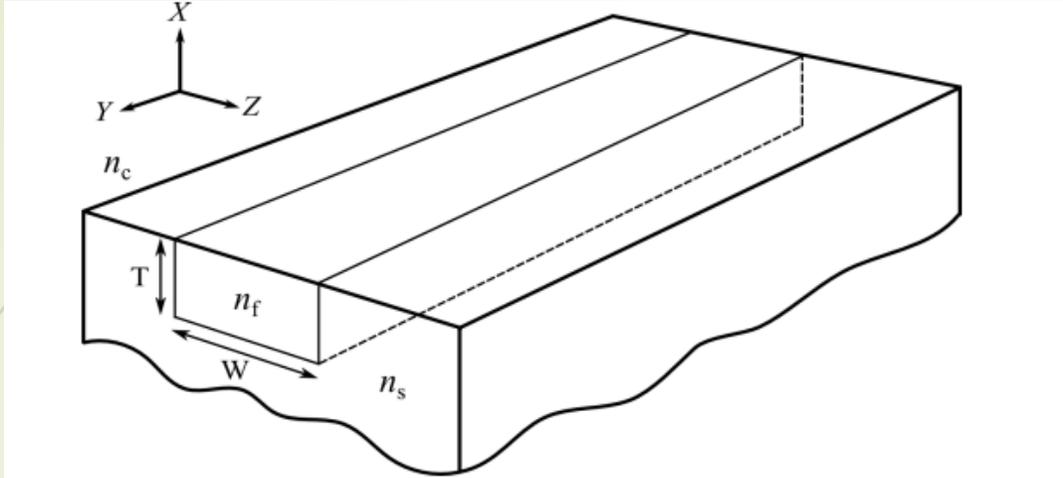
- Низкое полуволновое напряжение.
- Высокая температурная стабильность.



Опытный образец 3-х фазного оптического измерительного трансформатора 110 КВ на опытной подстанции ПАО «РОССЕТИ» (Нижегородская обл., 2019 г.)



Применения в акустооптических устройствах



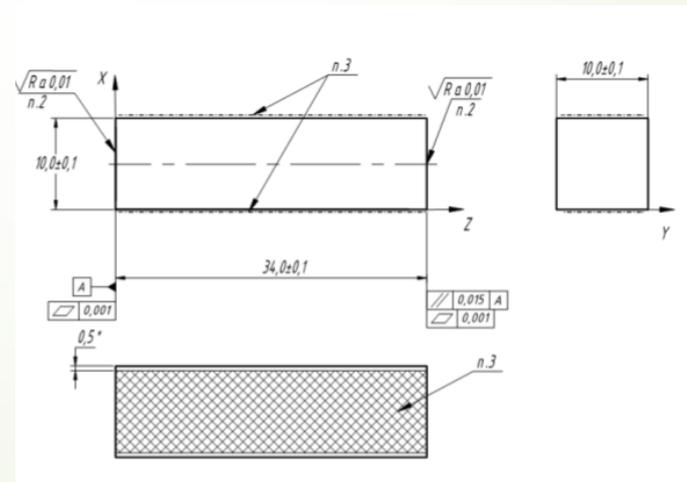
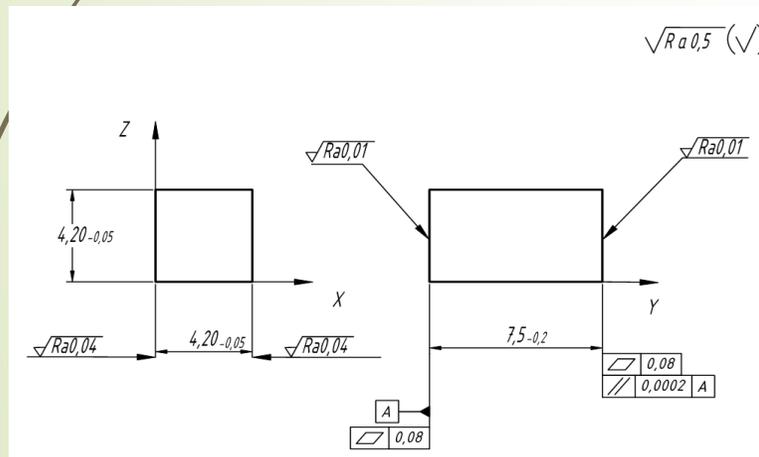
Канальный волновод в кристаллофизической системе координат

Производитель	Глубина ПО- слоя до отжига, мкм	Глубина ПО- слоя после отжига, мкм	Δn_e $\lambda_{\text{He-Ne}}=632$ нм	Шероховат ость поверхност и Ra (нм)	Оптические потери (дБ/см)	Эффектив- ность модуляции (рад/В)
Фомос- Материалс	0,75	4,6	0,0285	0.95 ± 0.08	0,59	1,31
Crystal Technology	0,65	4,9	0,0265	1.18 ± 0.08	0,61	1,24

**Сравнение параметров
канального волновода на
основе пластин НЛ
производства
ОАО «Фомос-материалс»
и «Crystal Technology».**

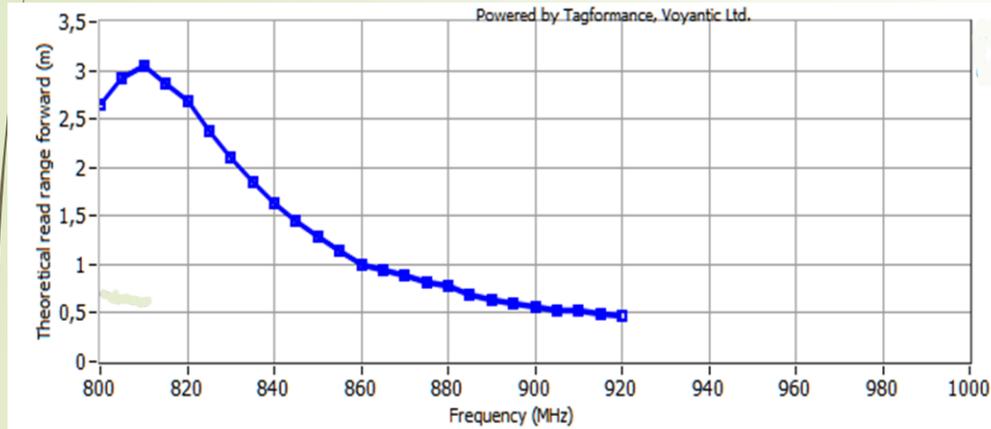
Применения в акустооптических устройствах -продолжение

- ▶ Оптические элементы из ТЛ для модуляторов
- ▶ Оптические элементы из НЛ для акустооптических дефлекторов, видео-спектрометров на диапазон 400-970 нм
- ▶ Оптические элементы из ЛГС для электрооптических модуляторов 1,3 МКМ

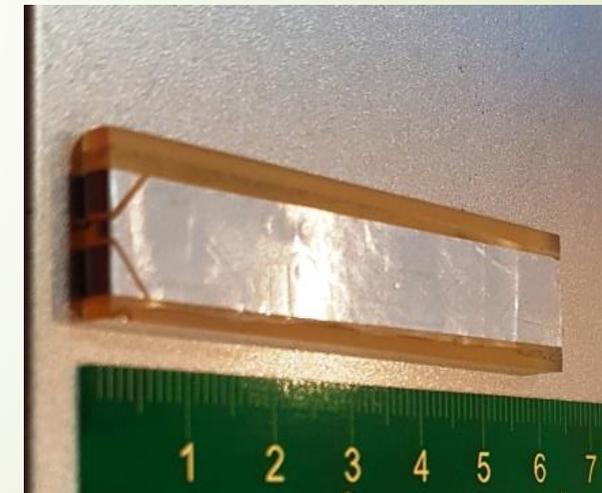
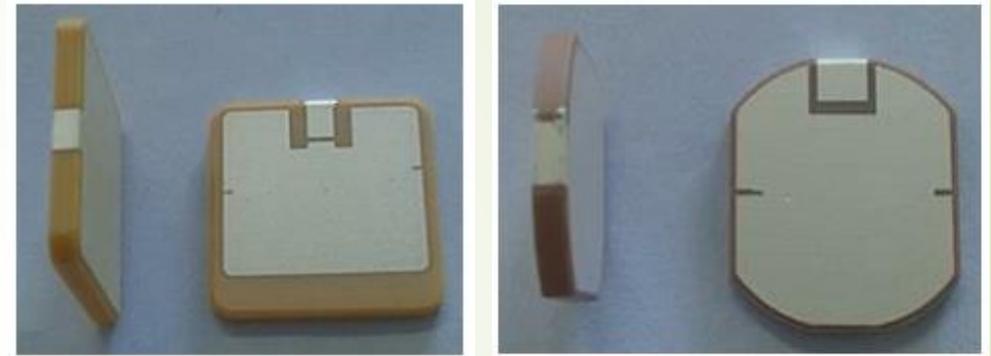
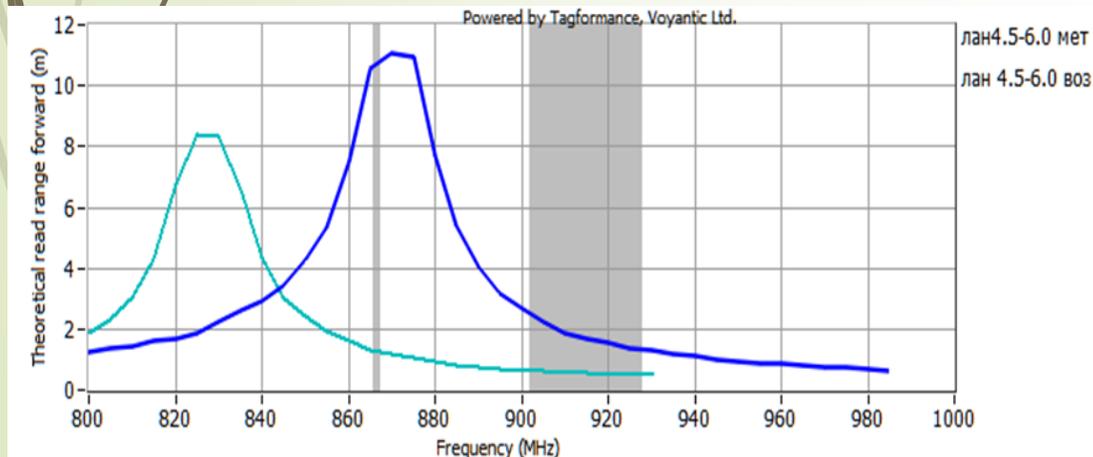


UHF RFID-метки с 3D антенной из ЛГС

Для уменьшения размеров меток применяются объемные антенны из материала с высокой диэлектрической проницаемостью $\epsilon > 20$ и добротностью. Важным является стабильность этих параметров в широком диапазоне температур



АЧХ макета UHF RFID-метки с 3D антенной из лангасита (короткозамкнутая линия передачи – вверху, разомкнутая линия передачи - внизу). Показана максимальная дальность считывания 3 и 11 метров на металлической поверхности на частоте 810 МГц.



Макет UHF RFID-метки с 3D антенной из ЛГС



Спасибо за внимание!

