



РОССИЙСКИЙ ФОРУМ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА
10 ЛЕТ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ
ТЕРРИТОРИЯ
«СИРИУС»



24-27
сентября 2024

10 лет
вместе!

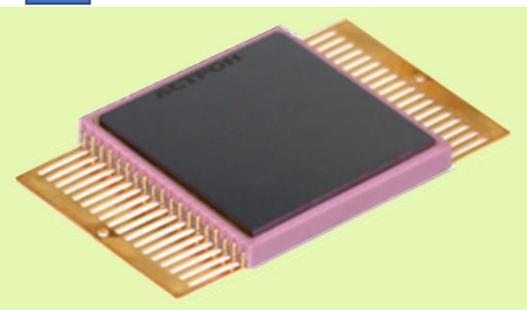
Тема доклада: «Отработка в АО «ОКБ «Астрон» технологии корпусирования перспективных крупноформатных матричных микроболометрических приемников ИК-излучения»

Авторы: Бетрозов С.Б., Ерастов Д.А., Москвичев В.Ю., Попов В.К., Сильницкая О.А., Соколов К.В., Солодков А.А., Худаяров З.Ф., Шилейко Н.А.

Докладчик: советник генерального директора, к.т.н. Солодков А.А.; saa@astrohn.ru



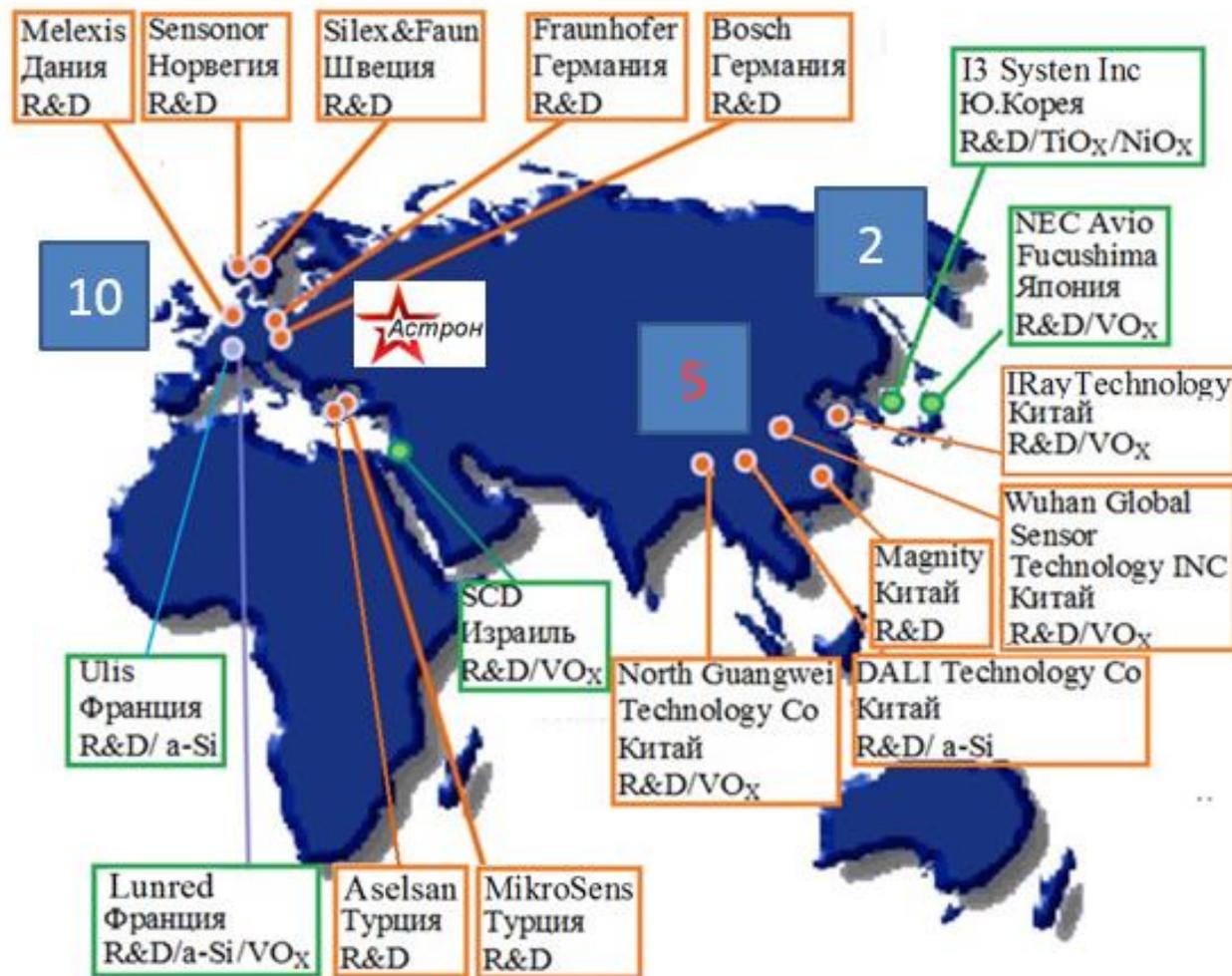
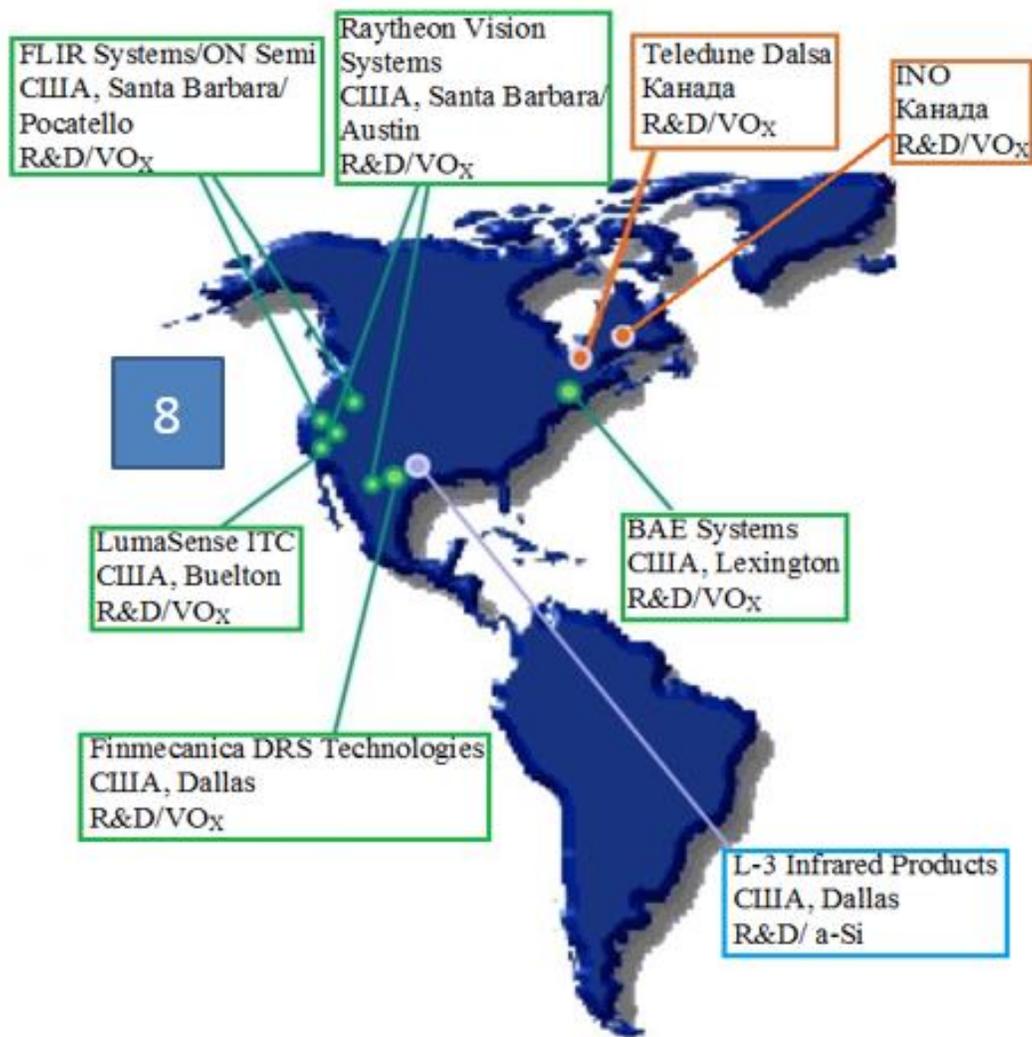
Назначение и области применения матричных микроболометрических приемников (ММБП) ИК-излучения

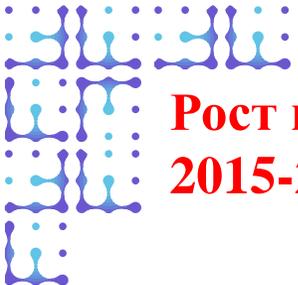


Источники иллюстраций: фото в свободном доступе в сети Internet

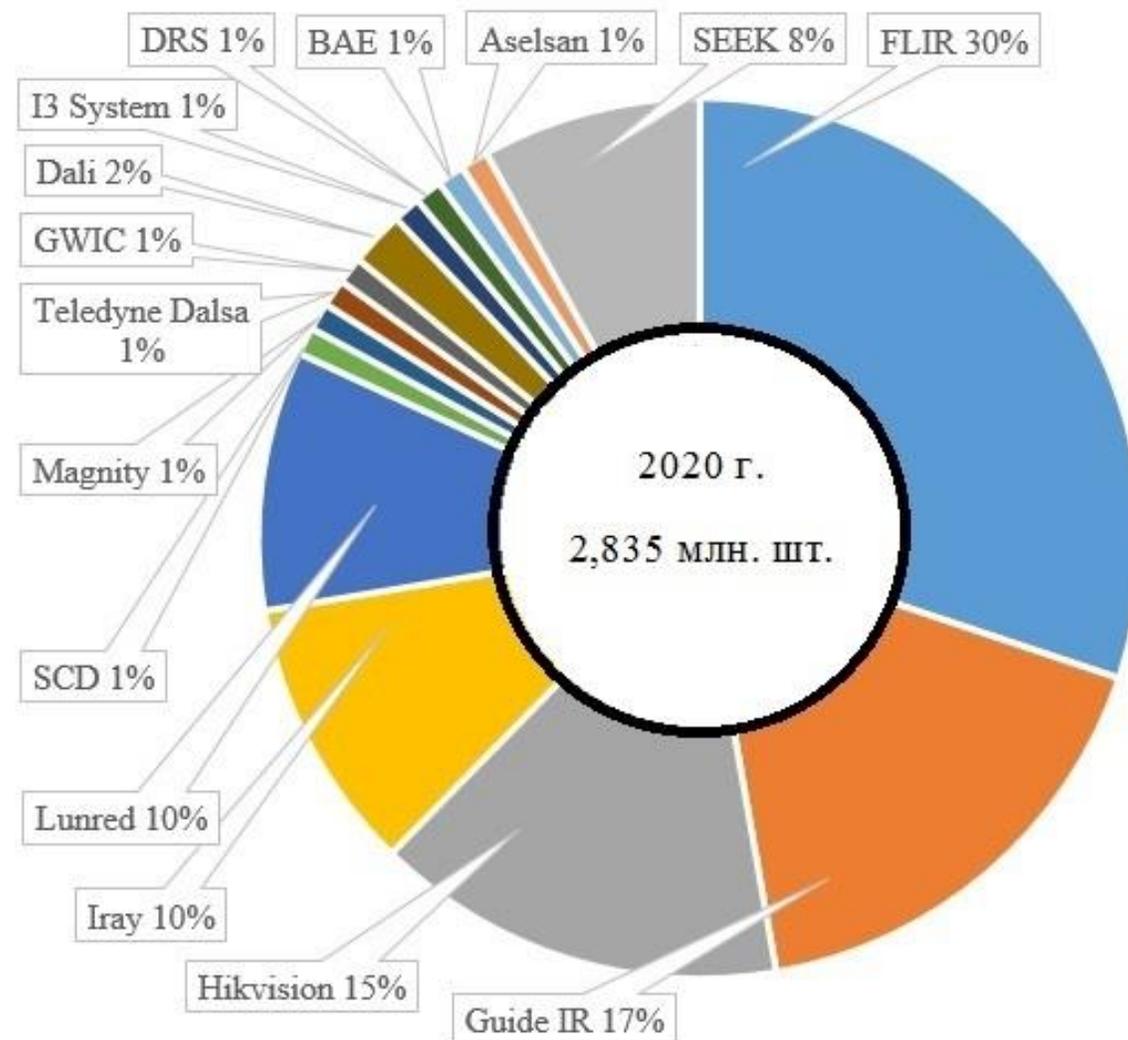
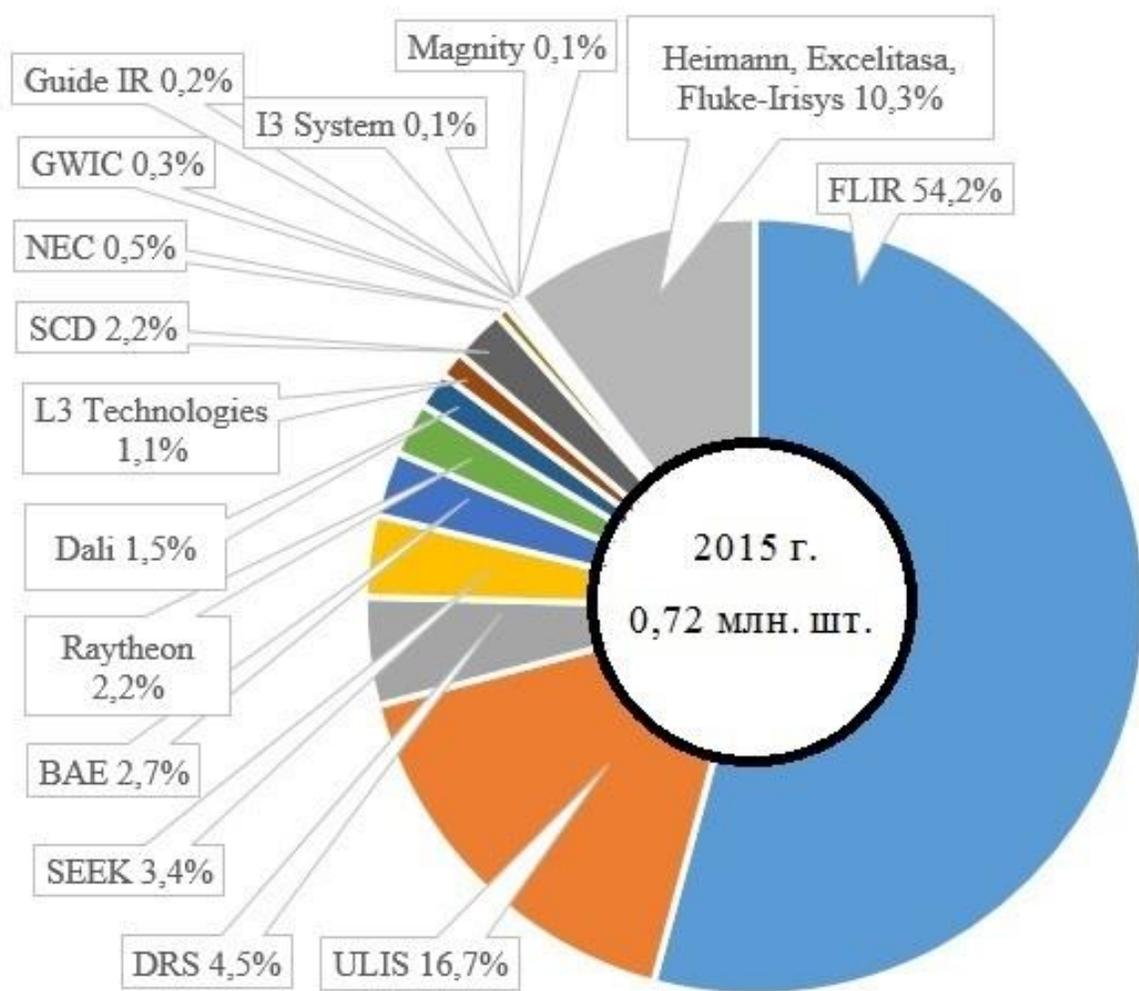


Предприятия (фирмы) – разработчики ММБП ИК-излучения в различных странах мира





Рост производства ММБП ИК-излучения в мире в период 2015-2020 г.г.



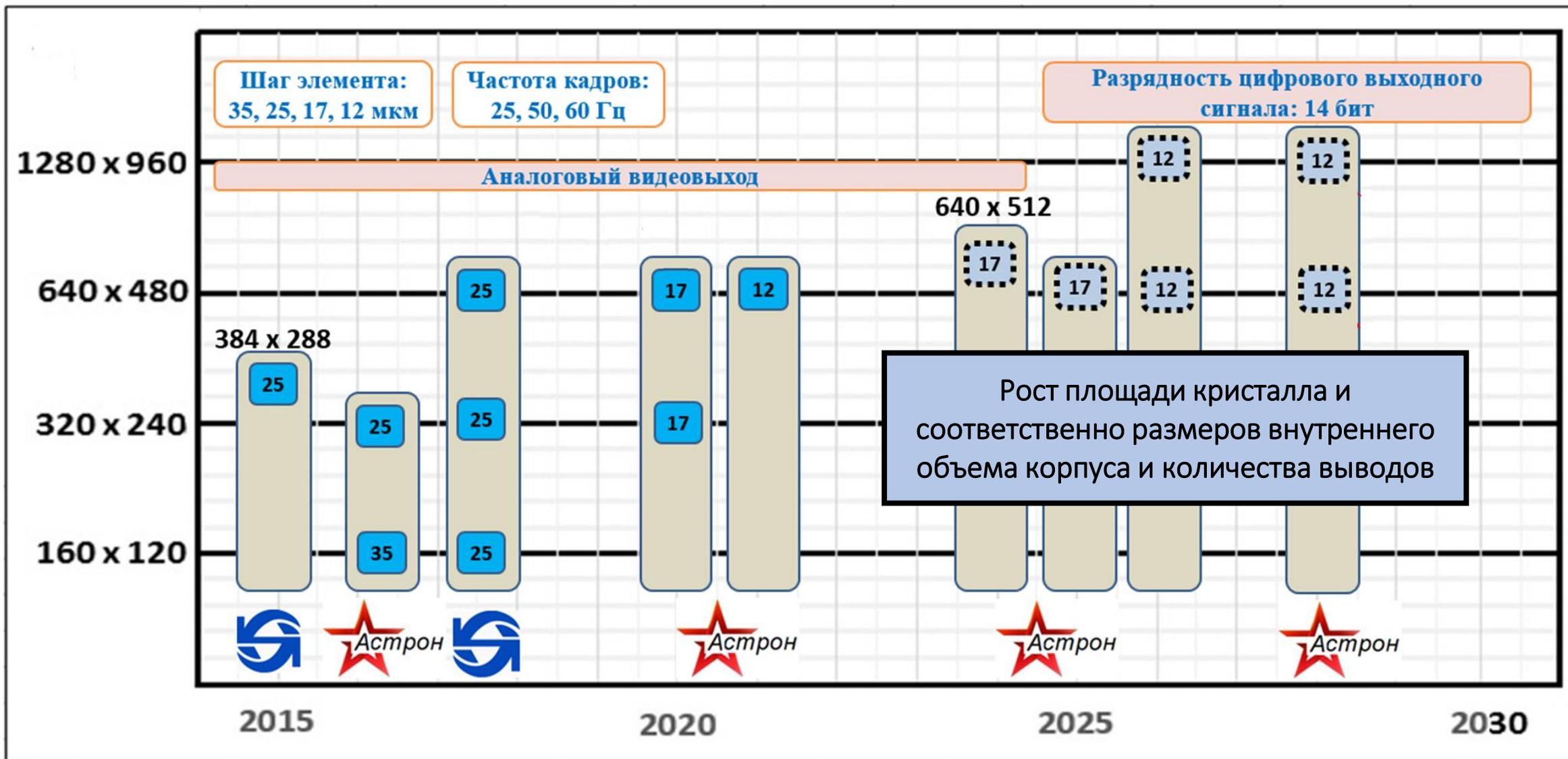
Источник: обзоры фирмы YOLE developpement (Франция).



Достиженные значения и направления развития параметров отечественных ММБП ИК-излучения на основе МЭМС-структур



Формат матричного массива МБ ФПУ, элементов





Назначение и основные элементы конструкции вакуумплотного корпуса для ММБП ИК-излучения

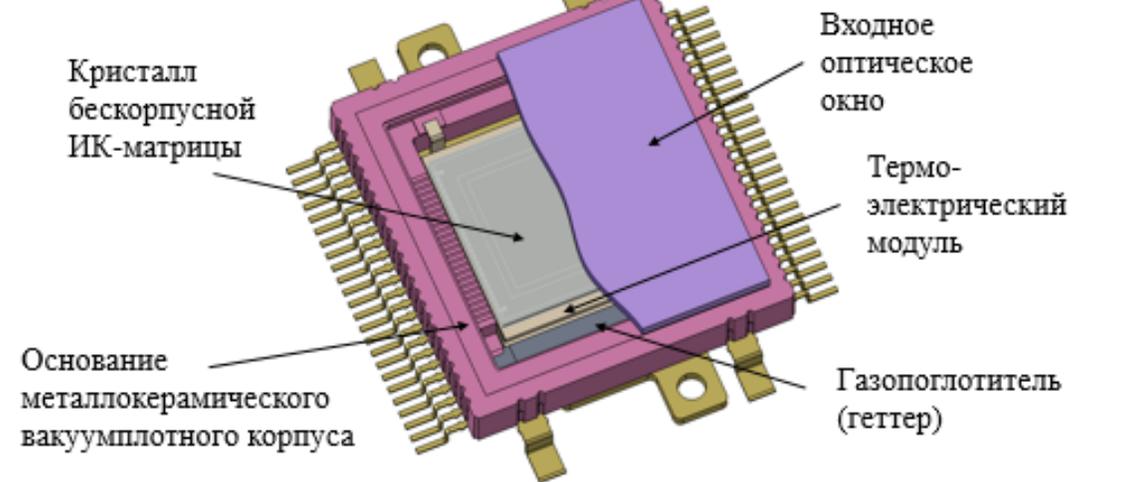
Размещение кристалла с чувствительными элементами во внутреннем объеме корпуса

Соединение кристалла с чувствительными элементами с контактными площадками корпуса

Ввод и вывод электрических сигналов и напряжений питания

Пропускание оптического излучения к чувствительным элементам

Обеспечение вакуумной плотности внутреннего объема корпуса



Размещение термо-электрического модуля во внутреннем объеме корпуса

Размещение газопоглотителя (геттера) во внутреннем объеме корпуса

Отвод излишков тепла из внутреннего объема корпуса (встроенный радиатор)

Обеспечение стойкости к воздействиям внешних и специальных факторов

Обеспечение стойкости к воздействиям технологических факторов

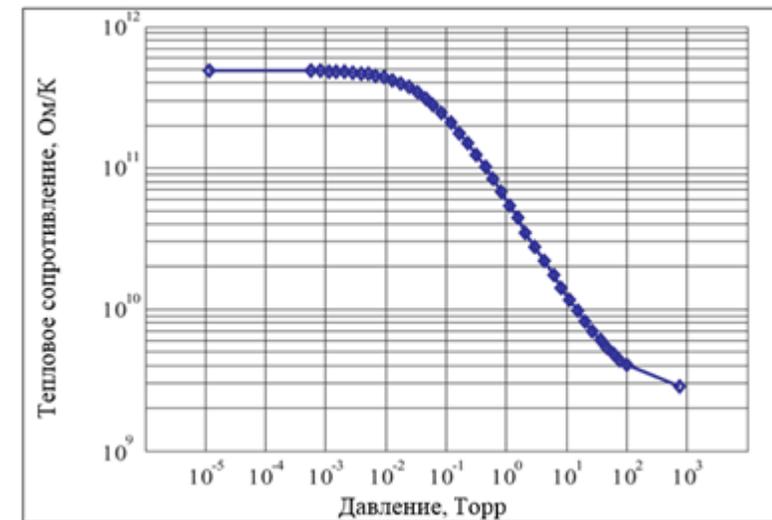
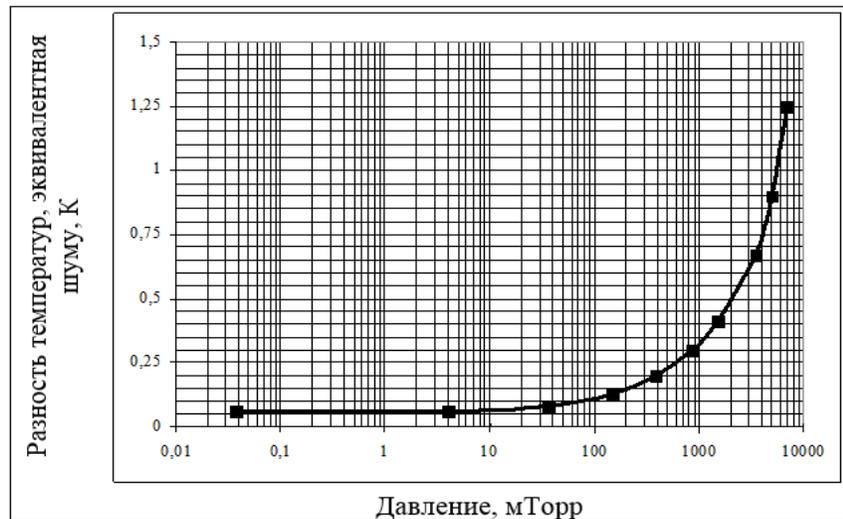
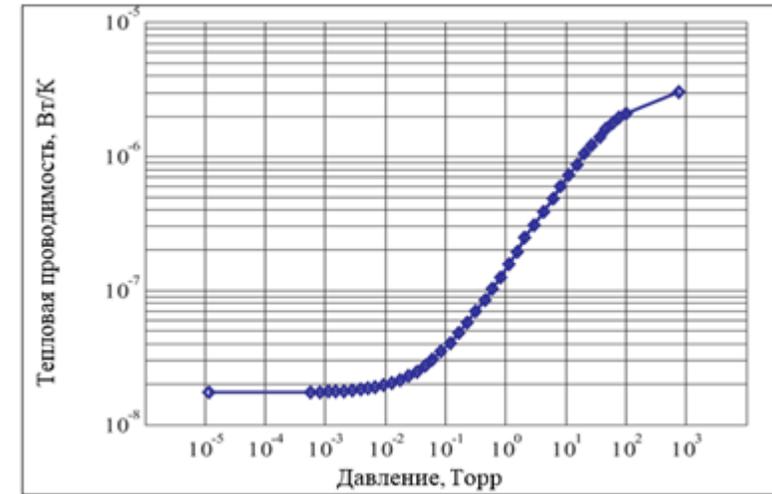
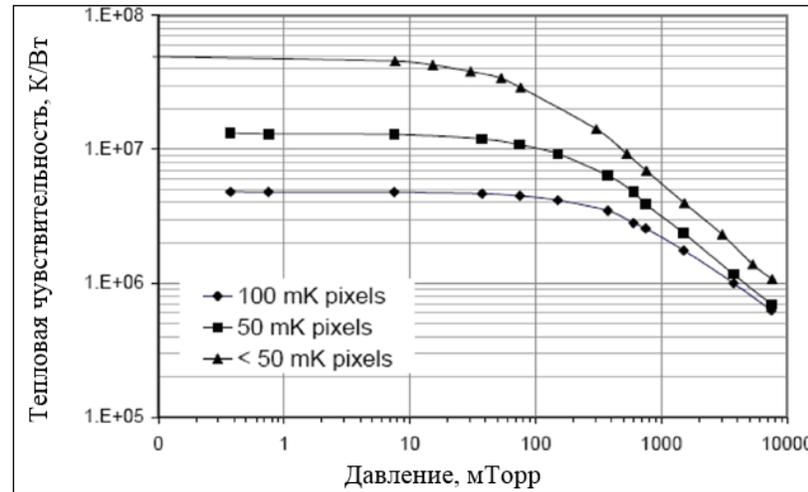
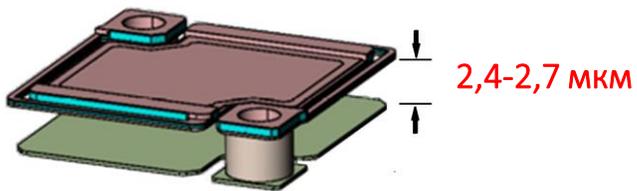
Обеспечение наработки, сохраняемости и долговечности



Обеспечение требуемого уровня вакуума во внутреннем объеме вакуумплотного корпуса ММБП ИК-излучения: ОТКАЧКА



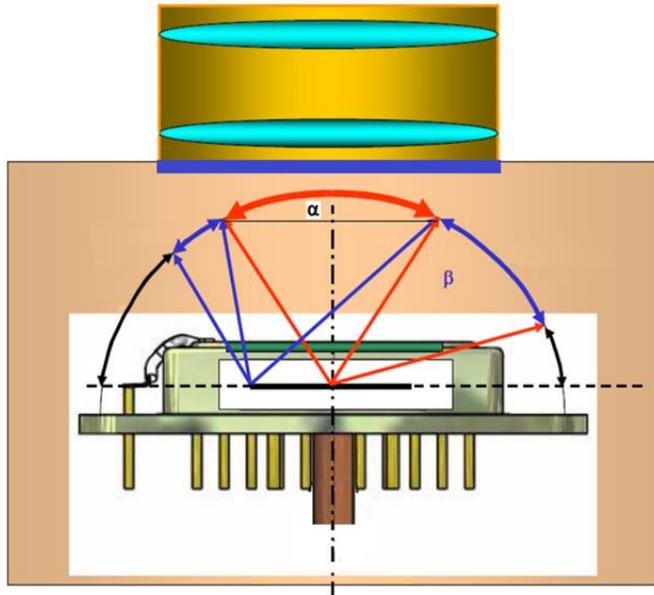
Обеспечение тепловой изоляции мембраны с чувствительным слоем от подложки за счет сверхнизкой теплопроводности вакуумного зазора



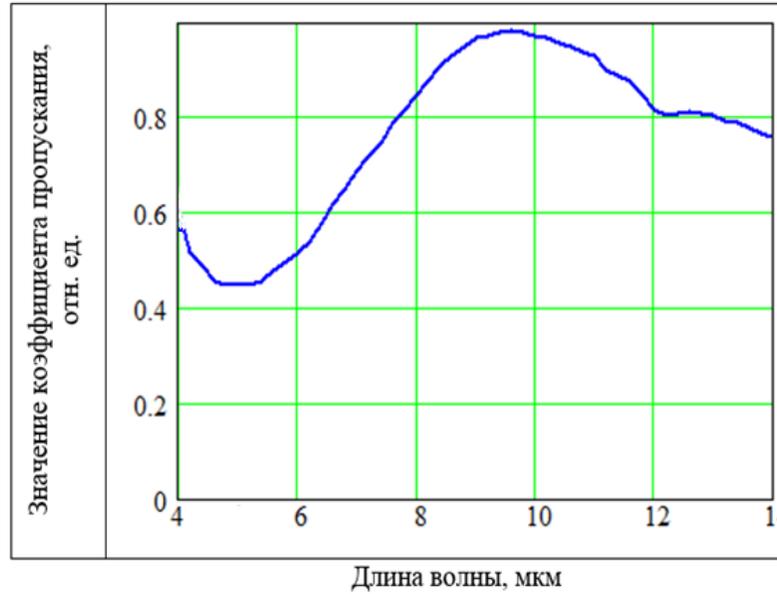
Источник: «Pressure sensing in vacuum hermetic micropackaging for MOEMS-MEMS»/
M. M. Sisto, S. Garcia Blanco, L. Le Noc, B. Tremblay, Y. Desroches, J.-S. Caron, F. Provencal, F. Picard
J. Micro/Nanolith. MEMS MOEMS, 9, 041109, 2010



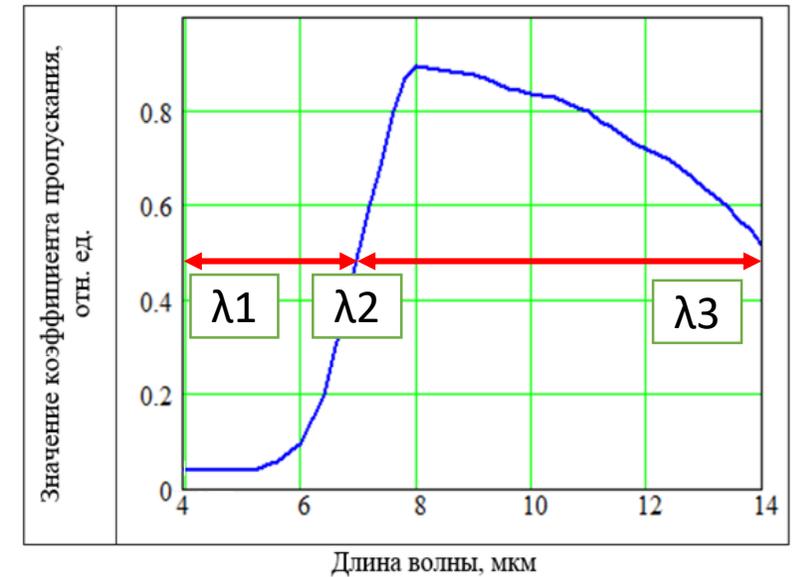
Обеспечение требуемых оптических параметров входного окна вакуумплотного корпуса ММБП ИК-излучения



Спектральная характеристика коэффициента пропускания излучения входным оптическим окном из германия с просветляющим покрытием



Спектральная характеристика коэффициента пропускания излучения входным оптическим окном из германия с режекционным фильтром



$$\Delta T_{\text{эш}} \sim \frac{\sqrt{\bar{U}^2_{\text{ш(фн)}} \sim P_{\text{фн}}(\alpha) + \bar{U}^2_{\text{ш(фв)}} \sim P_{\text{фв}}(\beta)}}{U_S \sim P_S(\alpha)}$$

$$\Delta T_{\text{эш}} \sim \frac{\sqrt{\bar{U}^2_{\text{ш(фн)}} \sim P_{\text{фн}}(\alpha) \tau_{\text{ок}} + \bar{U}^2_{\text{ш(фв)}} \sim P_{\text{фв}}(\beta) \tau_{\text{ок}}}}{U_S \sim P_S(\alpha) \tau_{\text{ок}}}$$

$$\Delta T_{\text{эш}} \sim \frac{\sqrt{\bar{U}^2_{\text{ш(фн)}} \sim P_{\text{фн}}(\lambda_1 \dots \lambda_2) + \bar{U}^2_{\text{ш(фн)}} \sim P_{\text{фн}}(\lambda_2 \dots \lambda_3)}}{U_S \sim P_S(\lambda_2 \dots \lambda_3)}$$



Система параметров вакуумплотных корпусов для ММБП ИК-излучения, как самостоятельных образцов продукции



1	Количество выводов	шт.
2	Количество контактных площадок	шт.
3	Шаг выводов	мм
4	Размер выводов	мм
5	Габаритные размеры тела корпуса	мм
6	Размер монтажной площадки корпуса	мм
7	Масса корпуса (основание и крышка с окном/окно)	г
8	Сопротивление выводов	Ом
9	Сопротивление изоляции между изолированными токопроводящими элементами корпуса (выводами) в НКУ (при $U_{\text{пост}} = 100 \text{ В}$)	МОм
10	Максимальное значение тока, пропускаемого через токопроводящие элементы (выводы) подключения геттера	А
11	Максимальное значение тока, пропускаемого через токопроводящие элементы (выводы) подключения термоэлектрического модуля	А
12	Максимальное значение тока, пропускаемого через токопроводящие элементы сигнальных выводов	А

13	Спектральная характеристика пропускания входного оптического окна	отн. ед./мкм
14	Коэффициент спектрального пропускания входного оптического окна в максимуме спектральной характеристики и на длине волны $10,5 \pm 0,5 \text{ мкм}$	отн. ед.
15	Среднее пропускание входного оптического окна в интервале длин волн 8-14 мкм	отн. ед.
16	Остаточное давление газов во внутреннем объеме собранного корпуса	Па (мТорр)
17	Натекание (скорость натекания) газов во внутренний объем загерметизированного корпуса (в сборе)	$\text{м}^3 \cdot \text{Па} / \text{сек}$
18	Показатели стойкости к воздействиям внешних факторов (механические, климатические, специальные, технологические)	Группа исполнения
19	Способ герметизации основания и крышки с окном/окна (пайка через преформу, шовно-роликовая сварка)	
20	Покрытие металлизированных поверхностей и металлических частей основания	
21	Конструктивные особенности (расположение выводов по сторонам корпуса/на основании корпуса)	



Примеры вакуумплотных корпусов, применяемых для обеспечения требуемых рабочих условий для ММБП ИК-излучения зарубежного производства



1

Корпус – металл, выводы вниз

DRS Technologies, США, U3000, 320x240/51 мкм, 40-100 мК, VO _x		DRS Technologies, США, U3500, 320x240/25 мкм, 40 мК, VO _x	
LumaSense ITC США, серия 1000, 320x240/37,5 мкм, VO _x		SCD, Израиль, BIRD 640-25, 640x480/25 мкм, 55 мК, VO _x	
SCD, Израиль, BIRD 384 384x288/25 мкм, 50 мК, VO _x		SCD, Израиль, BIRD 640-17 640x480/17 мкм, 50 мК, VO _x	
SCD, Израиль, BIRD XGA 1024x768/17 мкм, 35 мК, VO _x		SCD, Израиль, BIRD XGA 1024x768/17 мкм, 35 мК, VO _x	
ULIS, Франция, UL 01 02 1 E 320x240/45 мкм, 160 мК, a-Si		ULIS, Франция, UL 01 01 1 320x240/45 мкм, 85 мК, a-Si	
DALI, Китай, DLD160 160x120/25 мкм, 80 мК, a-Si		i3system Inc, Ю.Корея DB384-25C-A 384x288/25 мкм, 50 мК, VO _x	

2

Корпус – металл/керамика, выводы в сторону

BAE Systems США 160x120/46 мкм, 50 мК, VO _x		BAE Systems США 640x480/28 мкм, 60 мК, VO _x	
ULIS, Франция, UL 03 04 1 384x288/35 мкм, 120 мК, a-Si		ULIS, Франция, Nano384ETM UL 03 19 1 384x288/25 мкм, 120 мК, a-Si	
North Guangwei Technology INC, Китай, GWIR 0202X1A 384x288/25 мкм, 40-60 мК, VO _x		North Guangwei Technology INC, Китай, GWIR 0201X1A 384x288/35 мкм, 60 мК, VO _x	
ULIS, Франция, UL 02 05 1 160x120/35 мкм, 85 мК, a-Si		ULIS, Франция, UL 02 05 1 160x120/35 мкм, 85 мК, a-Si	
ULIS, Франция, Pico1024E™ UL 05 25 1 1024x768/17 мкм, 35 мК, a-Si		Wuhan GST Inc, Китай GST817VM, 800x600/17 мкм, VO _x	
Wuhan GST Inc, Китай GST817VM, 400x300/25 мкм, VO _x		DALI, Китай DLD640 640x480/17 мкм, 60 мК, a-Si	

3

Корпус – керамика, выводы вниз

ULIS, Франция, Pico640ETM UL 04 32 2 640x480/17 мкм, 50 мК, a-Si		i3system Inc, Ю.Корея DB640-17C-A 640x480/17 мкм, 50 мК, VO _x	
INO, Канада 384x288/35 мкм, 100 мК,		INO, Канада 384x288/35 мкм, 100 мК	
Wuhan Guide Infrared Co, Ltd, Китай GST817VM 400x300/25 мкм VO _x		Wuhan GST Inc, Китай 400x300/17 мкм, a-Si	
Wuhan GST Inc, Китай 400x300/17 мкм, a-Si		ASELSAN Турция SAFIR640 640x480/17 мкм VO _x	

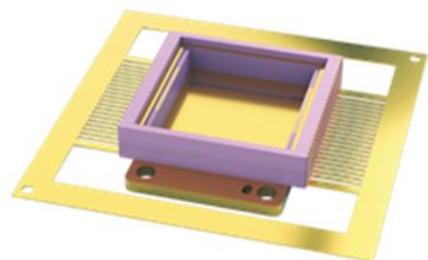
4

Корпус – WLP, выводы по типу LCC

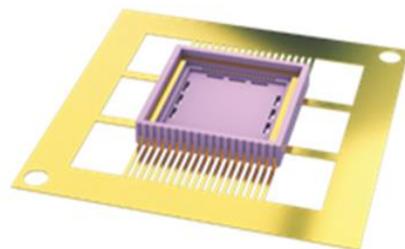
DRS Technologies, США, U3600LCC 320x240/17 мкм, 40 мК, VO _x		DRS Technologies, США, U8000LCC 1024x768/17 мкм, 40 мК, VO _x	
ULIS, Франция, Pico384 384x288/25 мкм, 60 мК, a-Si		i3system Inc, Ю.Корея DB384-17C-A 384x288/17 мкм, 50 мК, VO _x	



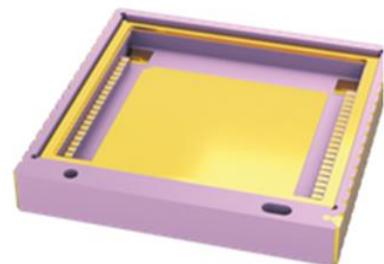
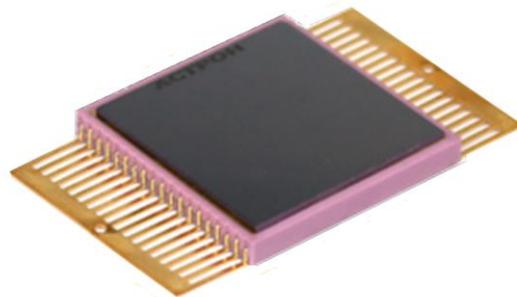
Примеры вакуумплотных корпусов, применяемых для обеспечения требуемых рабочих условий в отечественных ММБП ИК-излучения (период 2014-2024 г.г.)



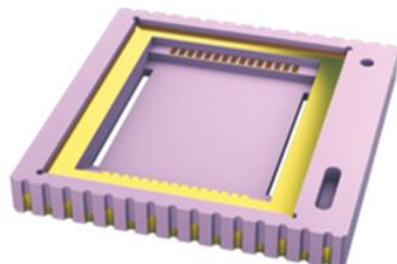
Основание ИДЯУ.431433.046



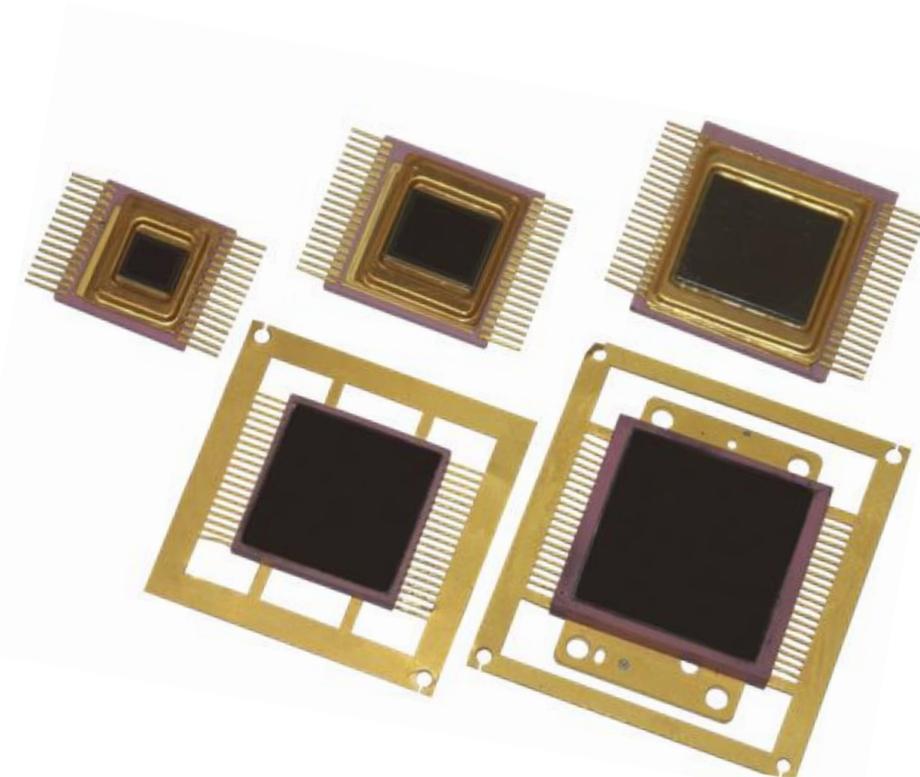
Основание ИДЯУ.431433.045



Основание АДСГ.431433.032



Основание ЖИАЮ.711172.031



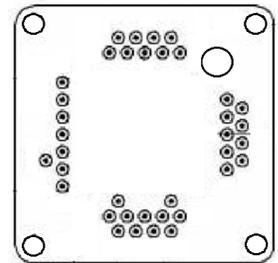
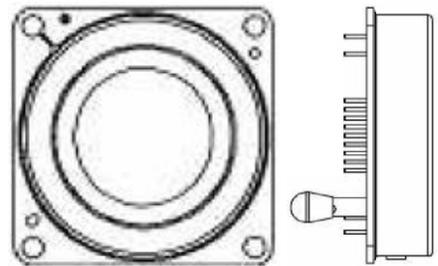
Разработчики и изготовители корпусов для ММБП ИК-излучения в РФ:

- АО «НИИП» (г. Томск), филиал в г. В. Новгород (бывш. АО «НПП «Старт»);
- АО «ТЕСТПРИБОР» (г. Москва)

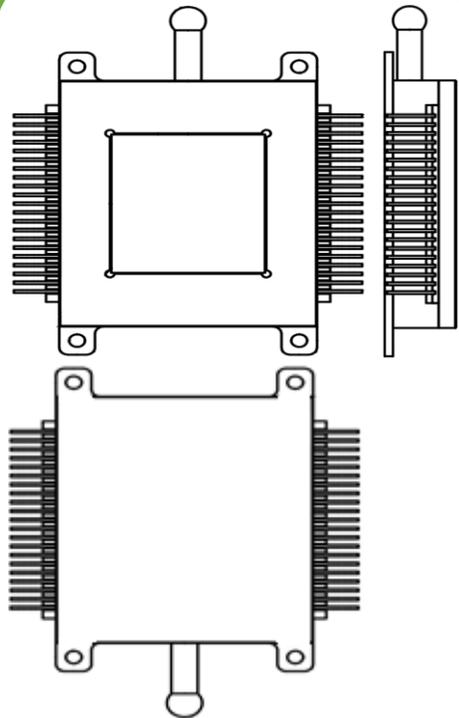
Источники иллюстраций: фото в свободном доступе в сети Internet



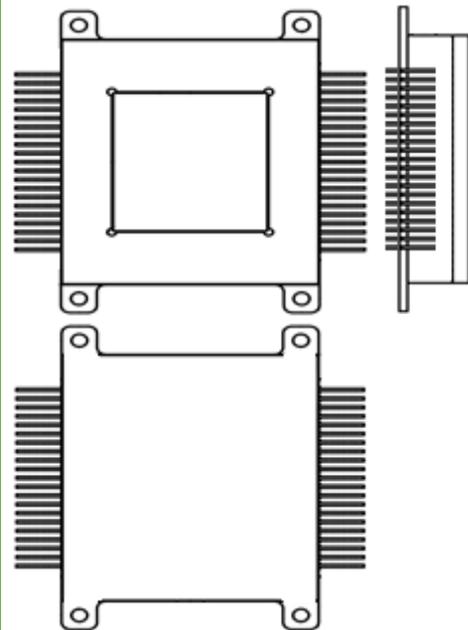
Варианты конструкций вакуумплотных корпусов, применяемых для обеспечения требуемых рабочих условий для ММБП ИК-излучения зарубежного производства



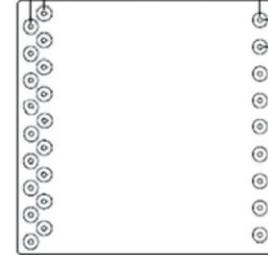
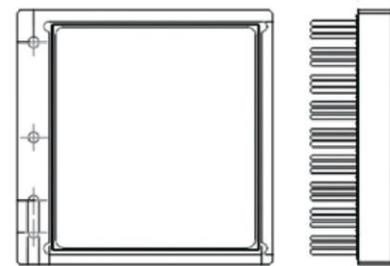
1



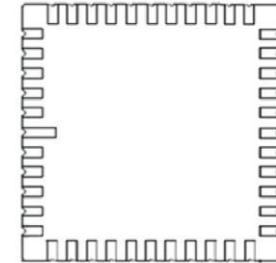
2



3



4



5

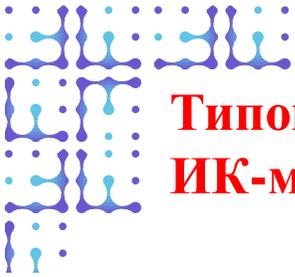
Металлический корпус

Металлокерамический/керамический корпус

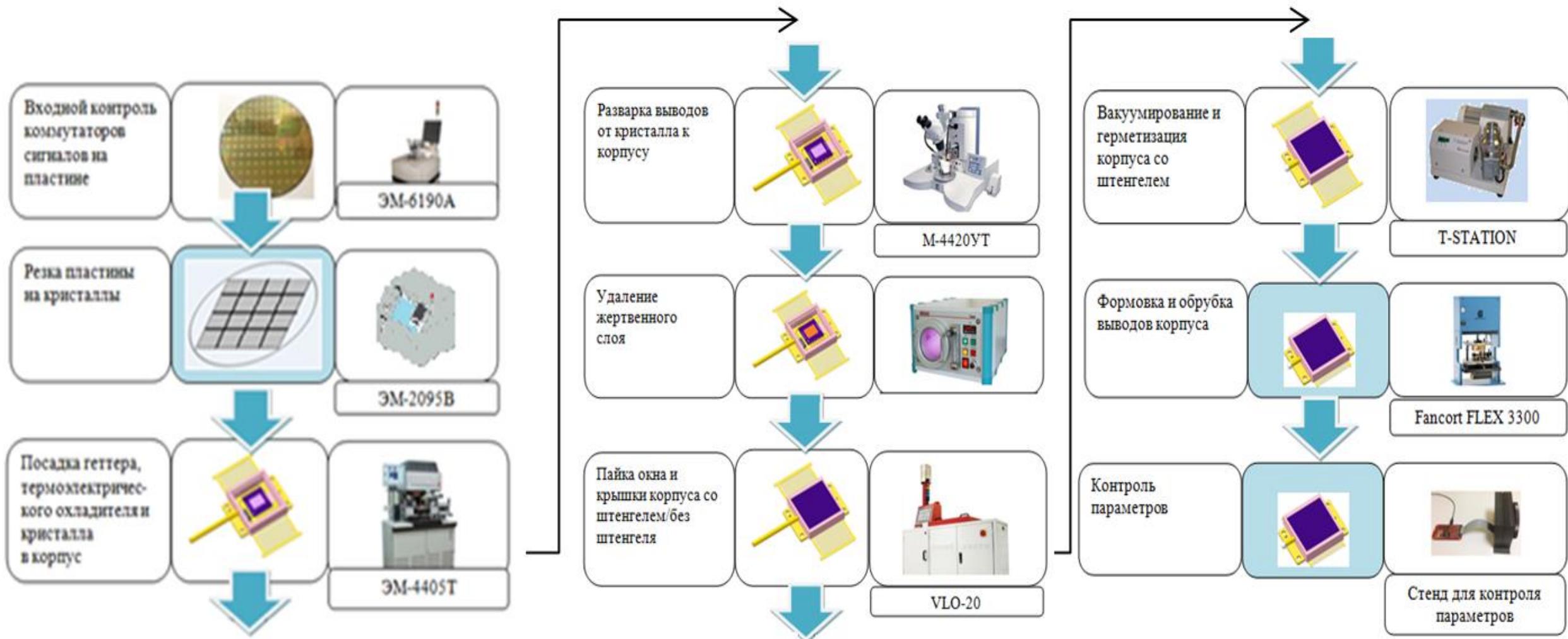


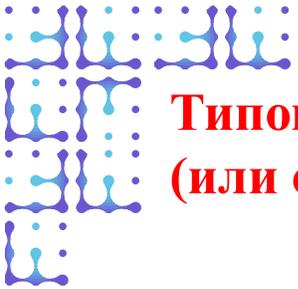
Варианты конструкций вакуумплотных корпусов для ММБП ИК-излучения и основные технологии (технологические операции), применяемые для реализации процесса изготовления





Типовой технологический маршрут сборки бескорпусной ИК-матрицы в вакуумплотный корпус

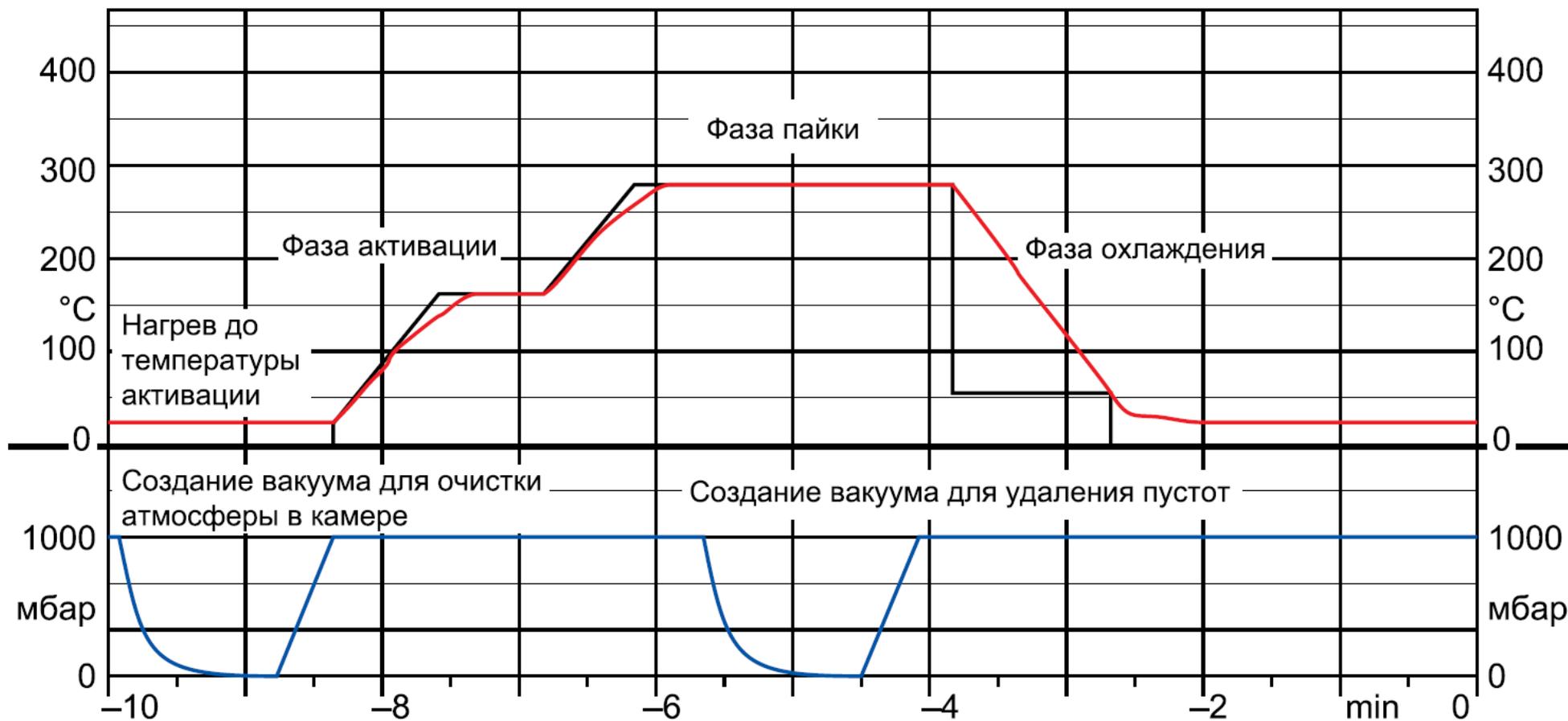




Типовая таймограмма процесса вакуумной пайки крышки с окном (или окна в варианте без крышки) к основанию корпуса



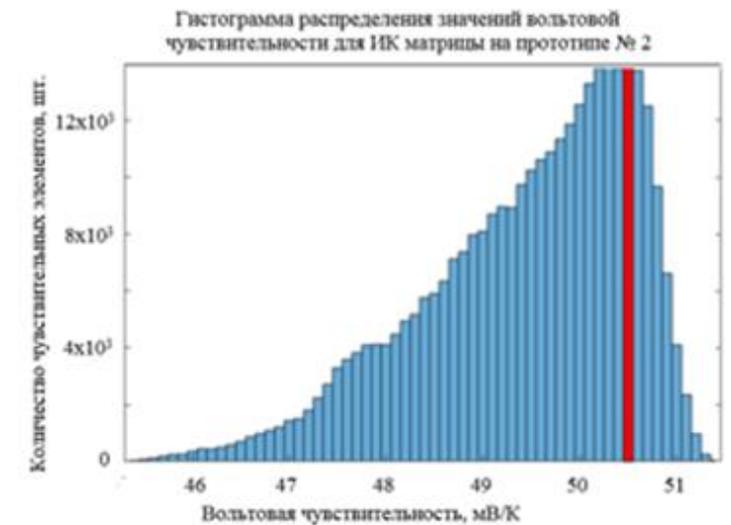
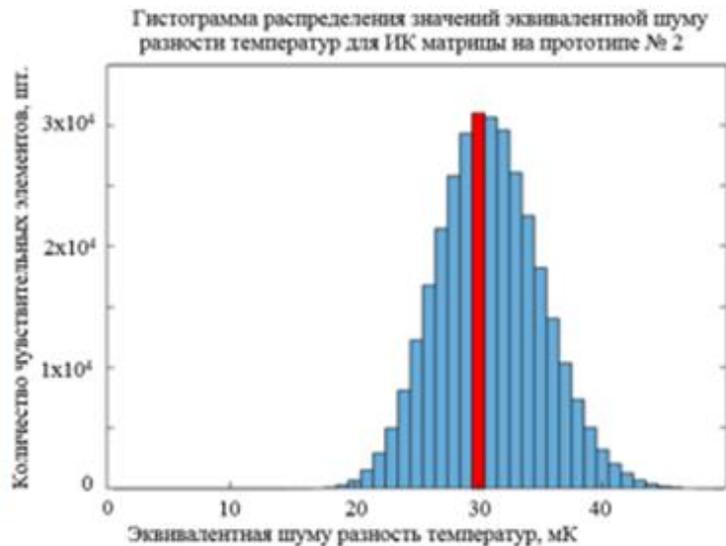
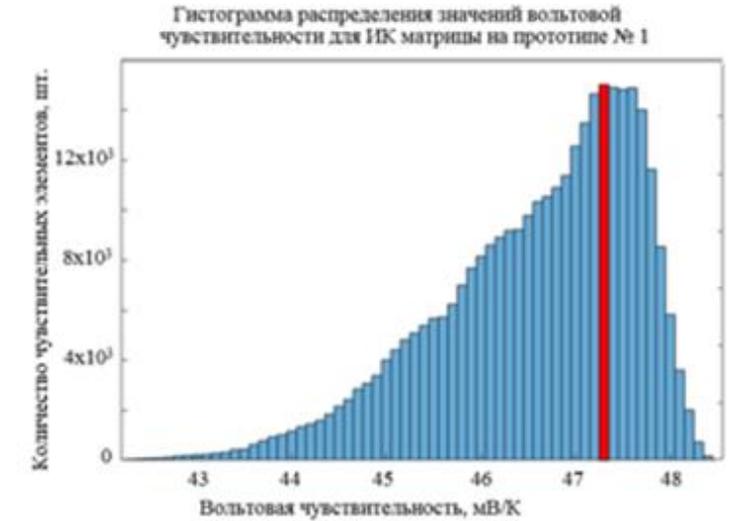
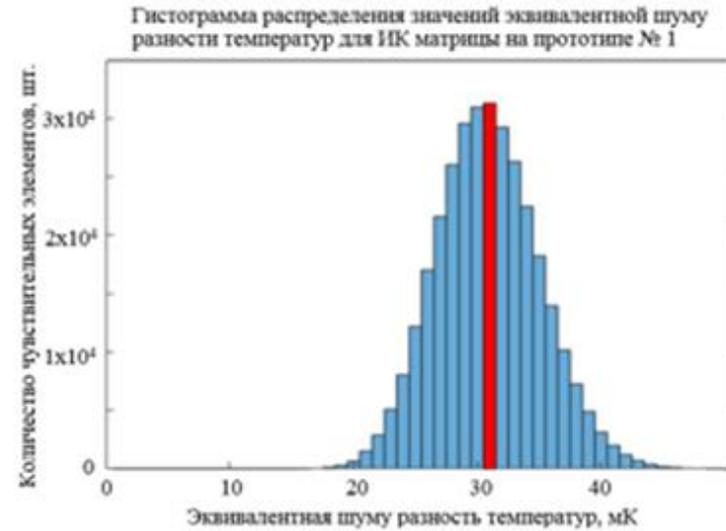
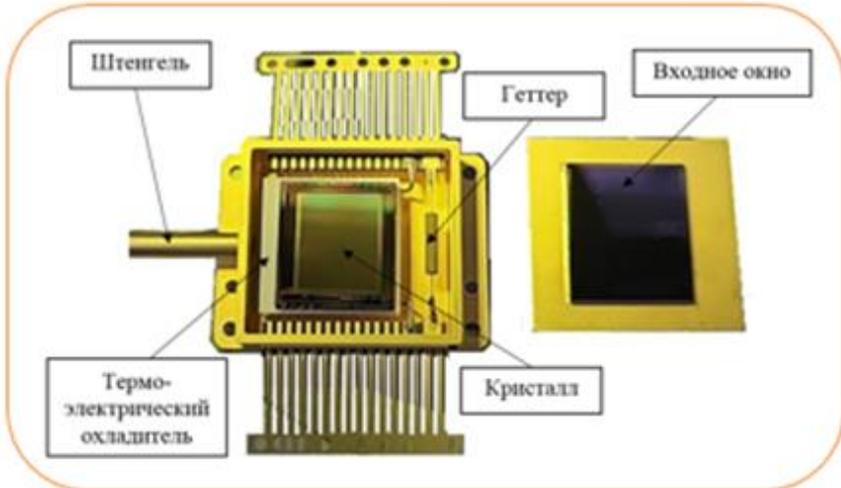
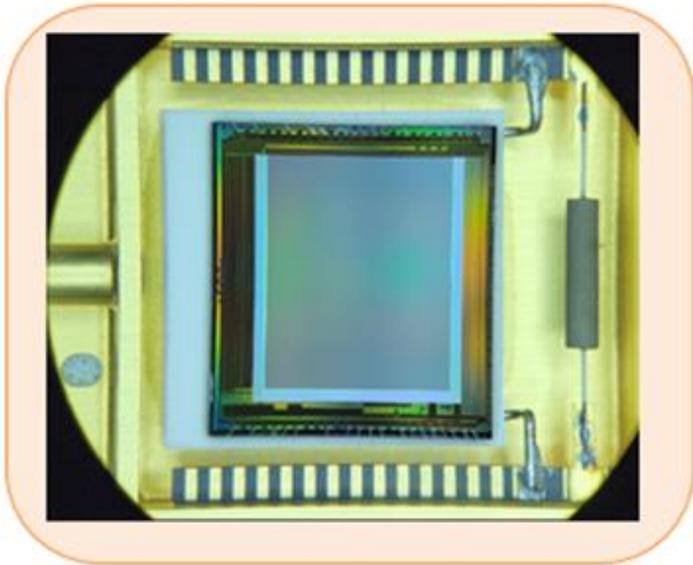
VLO-20



Источники иллюстраций: фото в свободном доступе в сети Internet

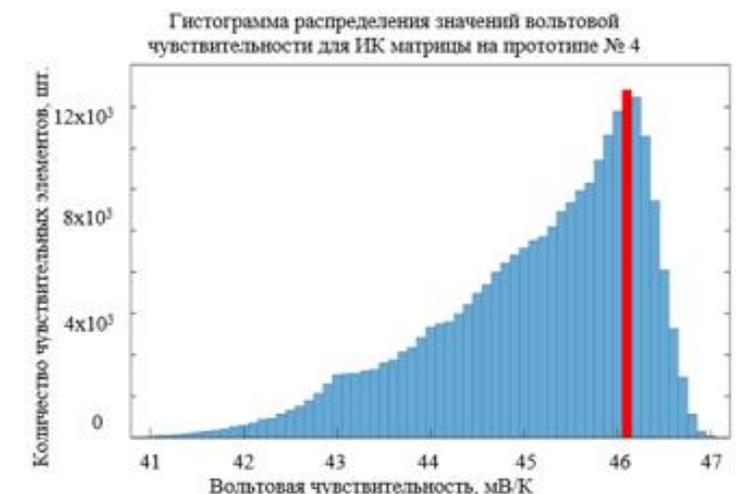
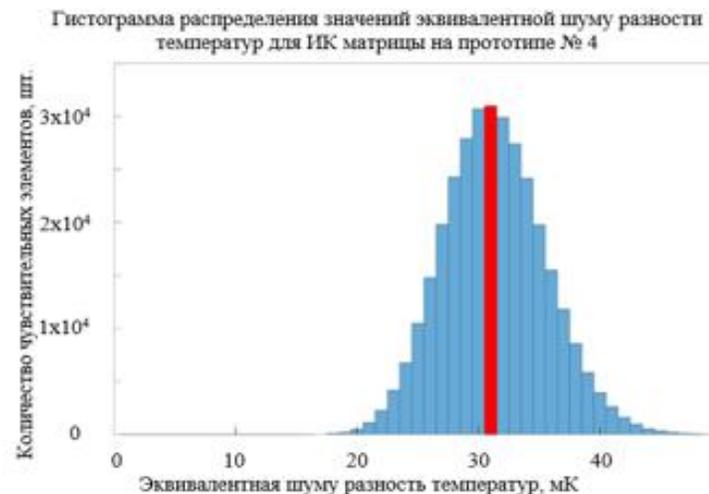
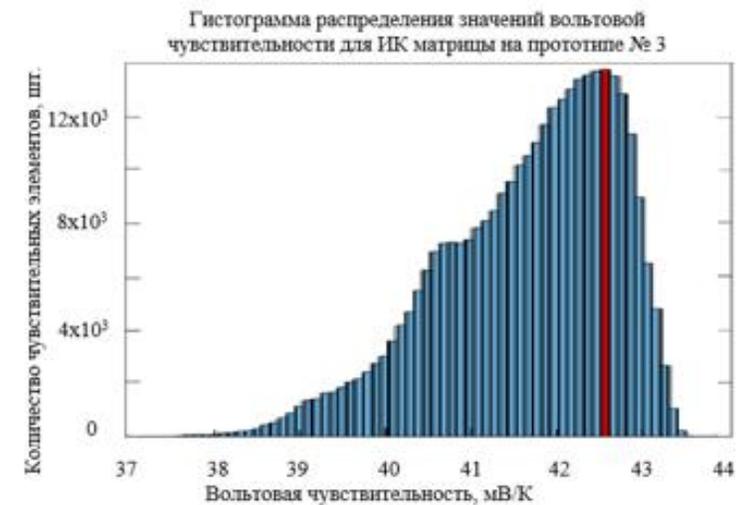
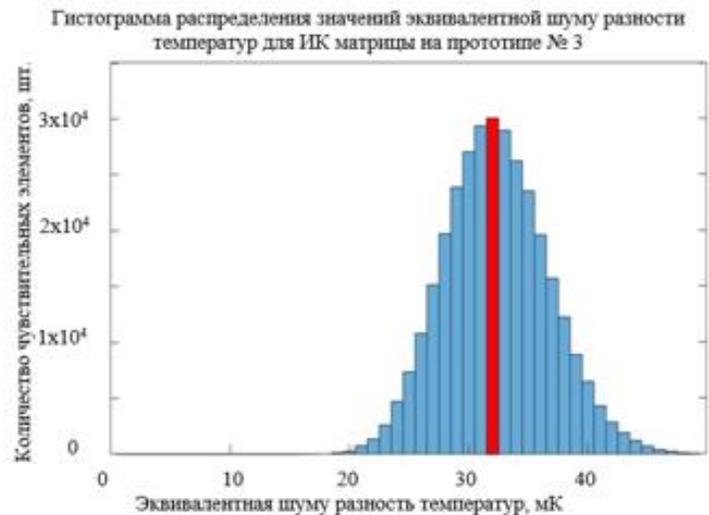
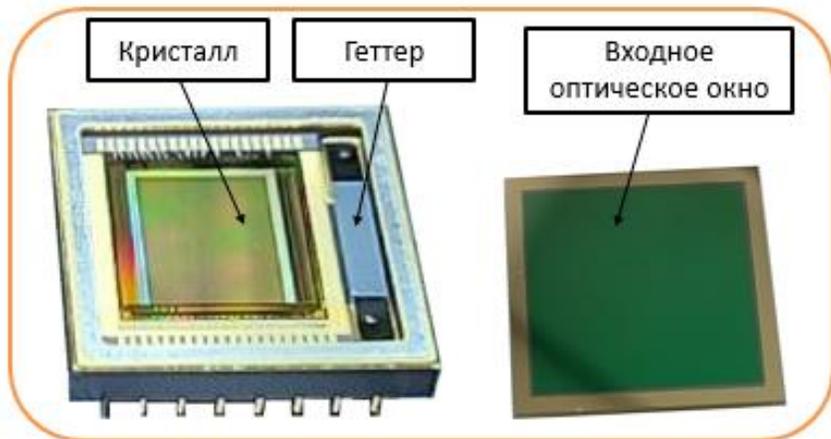
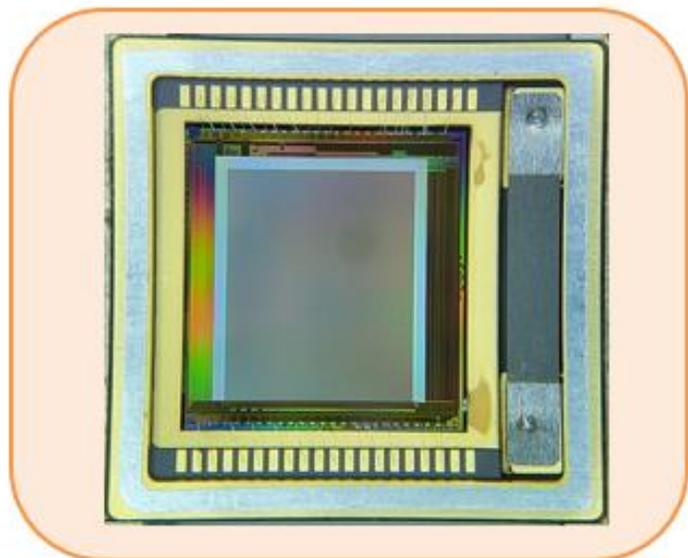


Результаты тестовых сборок вакуумплотных металлических корпусов с использованием прототипов ММБП ИК-излучения





Результаты тестовыхборок вакуумплотных керамических корпусов с использованием прототипов ММБП ИК-излучения

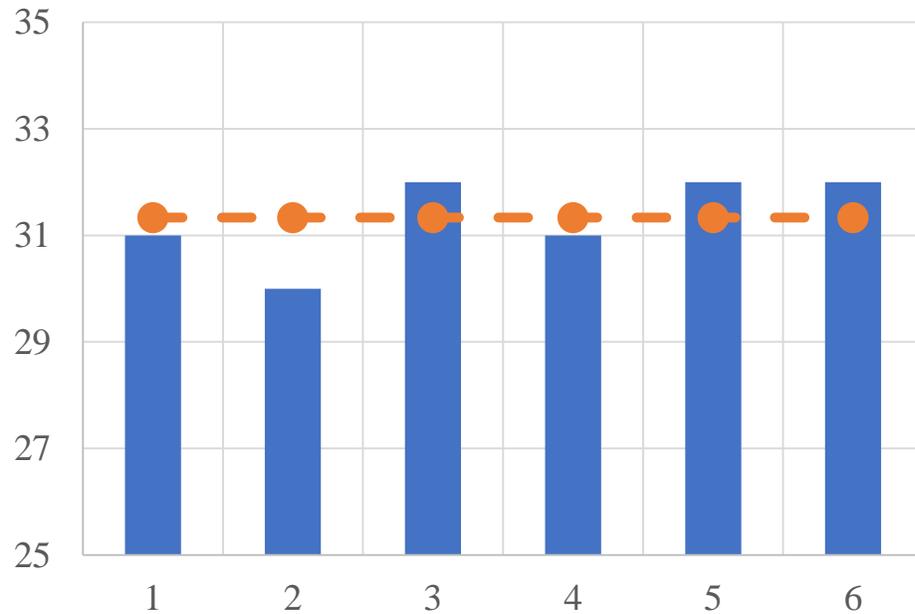




Результаты оценки стабильности процесса тестовых сборок вакуумплотных корпусов с использованием прототипов ММБП ИК-излучения

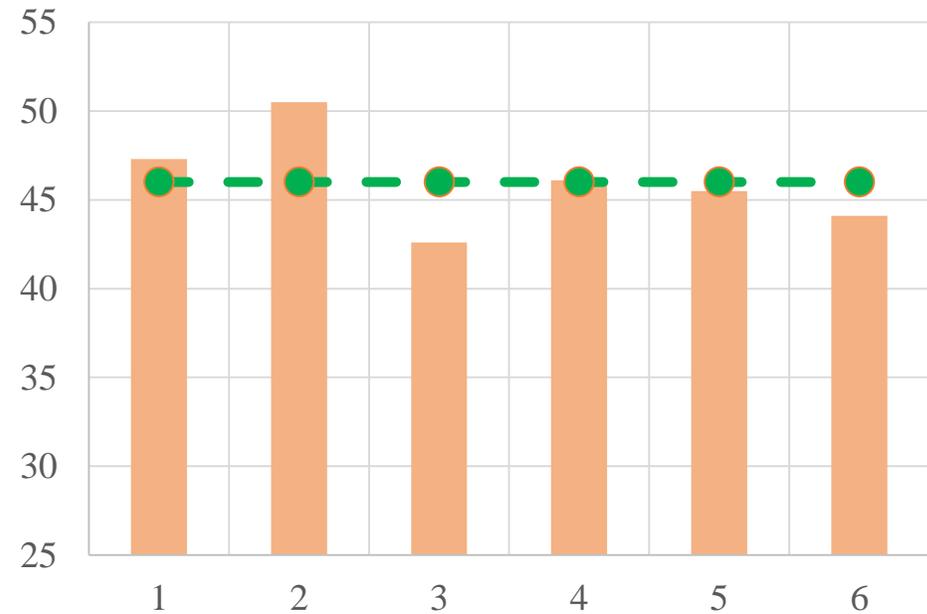


Значения средней $\Delta T_{эш}$ по образцам, мК



Порядковый номер образца в партии

Значения средней S_v по образцам, mV/K



Порядковый номер образца в партии

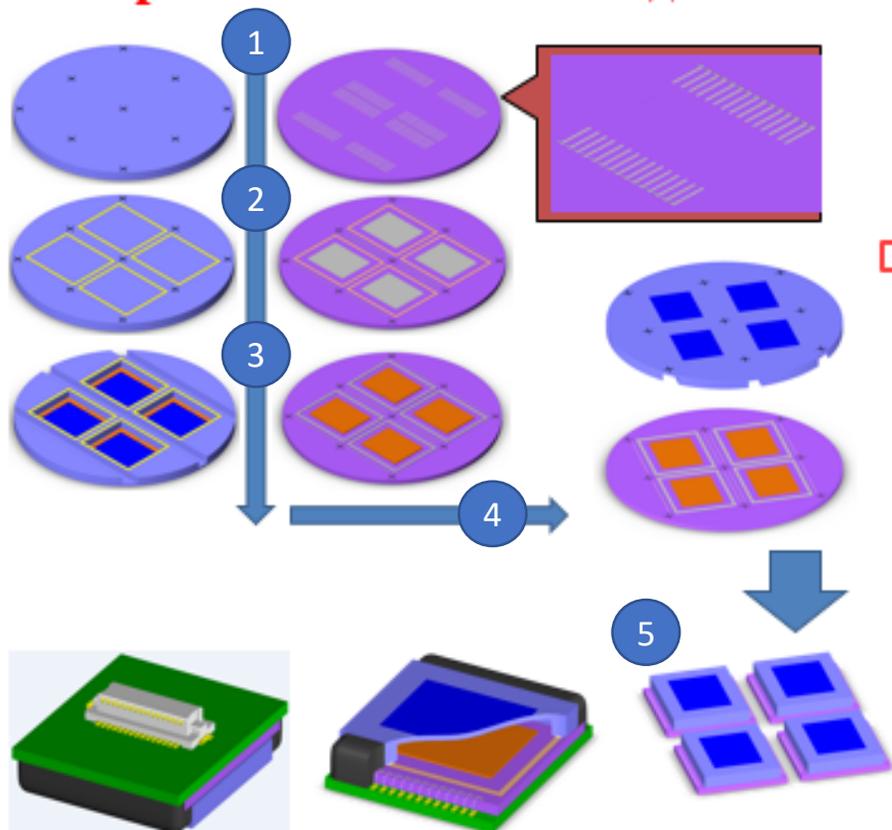


Варианты вакуумплотного корпусирования ММБП ИК-излучения на уровне пластины и основные технологии (технологические операции), применяемые для реализации процесса изготовления



Варианты корпусирования ММБП на уровне пластины

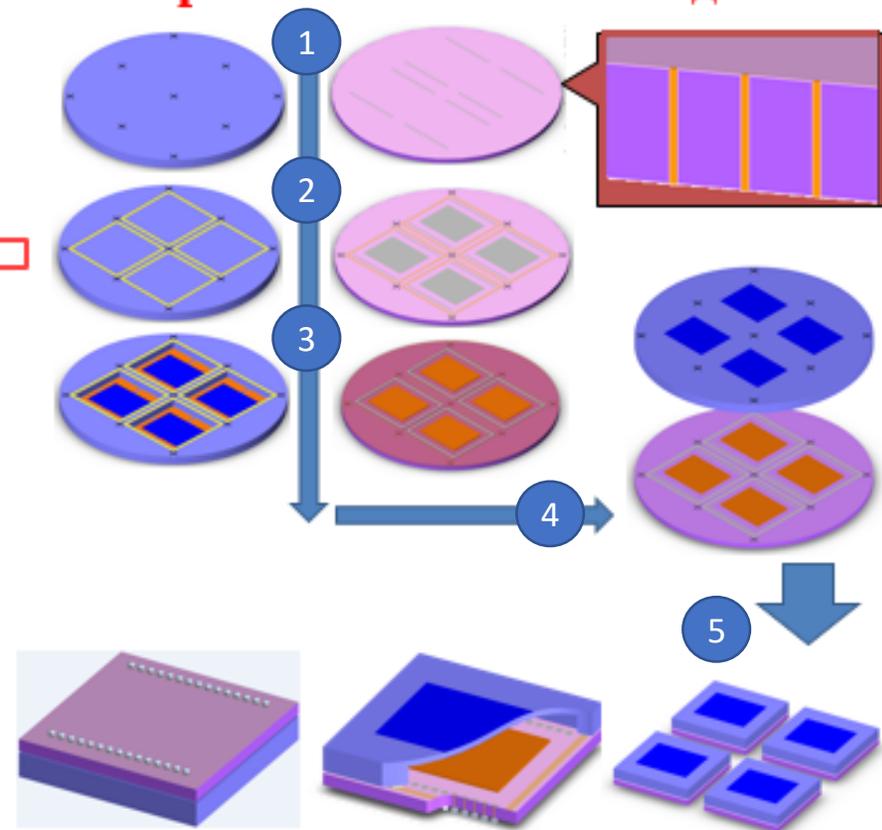
Корпусирование с горизонтальным расположением выводов



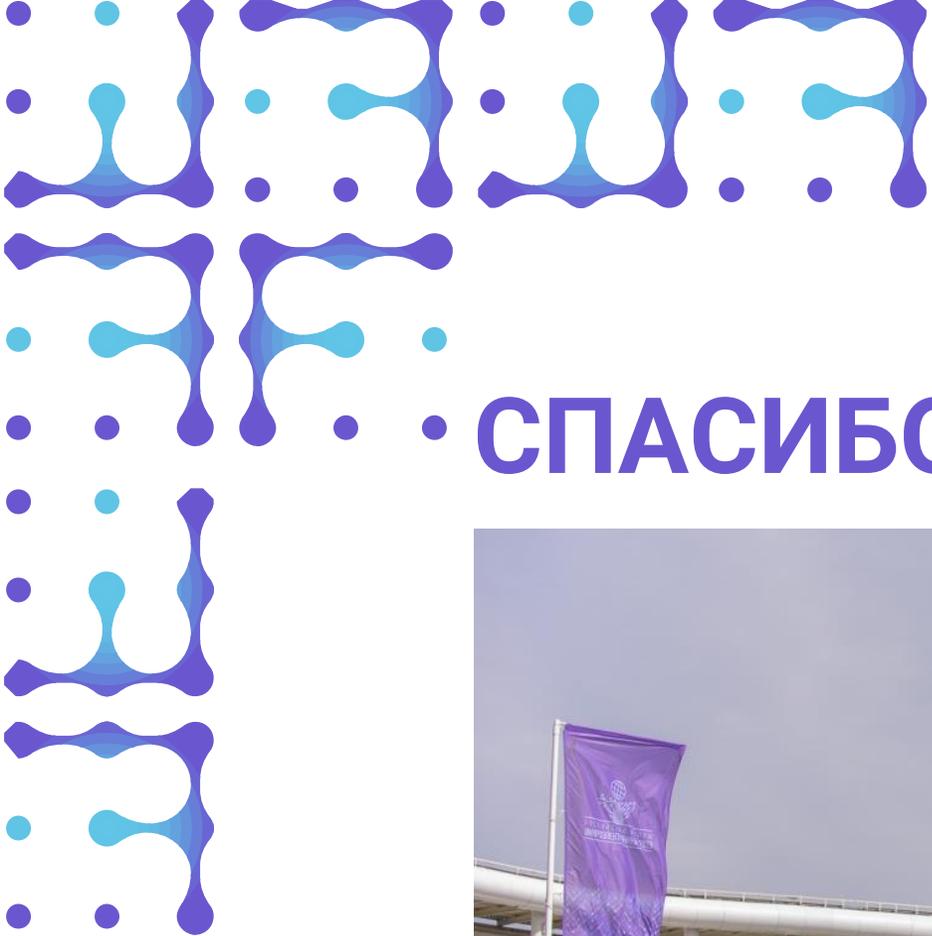
Технологии

- Нанесение кольцевого уплотнения
- Напыление просветляющего покрытия и геттера
- Напыление металлов для пайки
- Формирование выводов к МКМС: **планарных** или **вертикальных**
- Нанесение металлов основания и припоя кольцевого уплотнения
- Формирование МКМС, ММБП
- Разварка выводов кристалла на внутренние выводы корпуса
- Формирование и снятие жертвенного слоя
- Откачка воздуха из вакуумной камеры пайки
- Активация геттера температурная
- Пайка пластины с окнами и пластины с ММБП

Корпусирование с вертикальным расположением выводов



Разработчик 3-D моделей: Берников Б.О.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



РОССИЙСКИЙ ФОРУМ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА
10 ЛЕТ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ
ТЕРРИТОРИЯ
«СИРИУС»



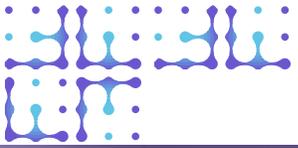
23-28
сентября 2024



microelectronica.pro



Подписывайтесь на нас
в телеграм-канале
и будьте в курсе всех
последних новостей!



10 ЛЕТ – КАК ОДИН МИГ

2015 Алушта



2016 Алушта



2017 Алушта



2018 Алушта



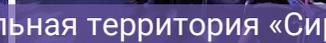
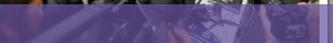
2019 Алушта



2020 Ялта



2022 Роза Хутор



2023 Федеральная территория «Сириус»

