



РОССИЙСКИЙ ФОРУМ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА
10 ЛЕТ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ
ТЕРРИТОРИЯ
«СИРИУС»



24-27
сентября 2024

10 лет
вместе!

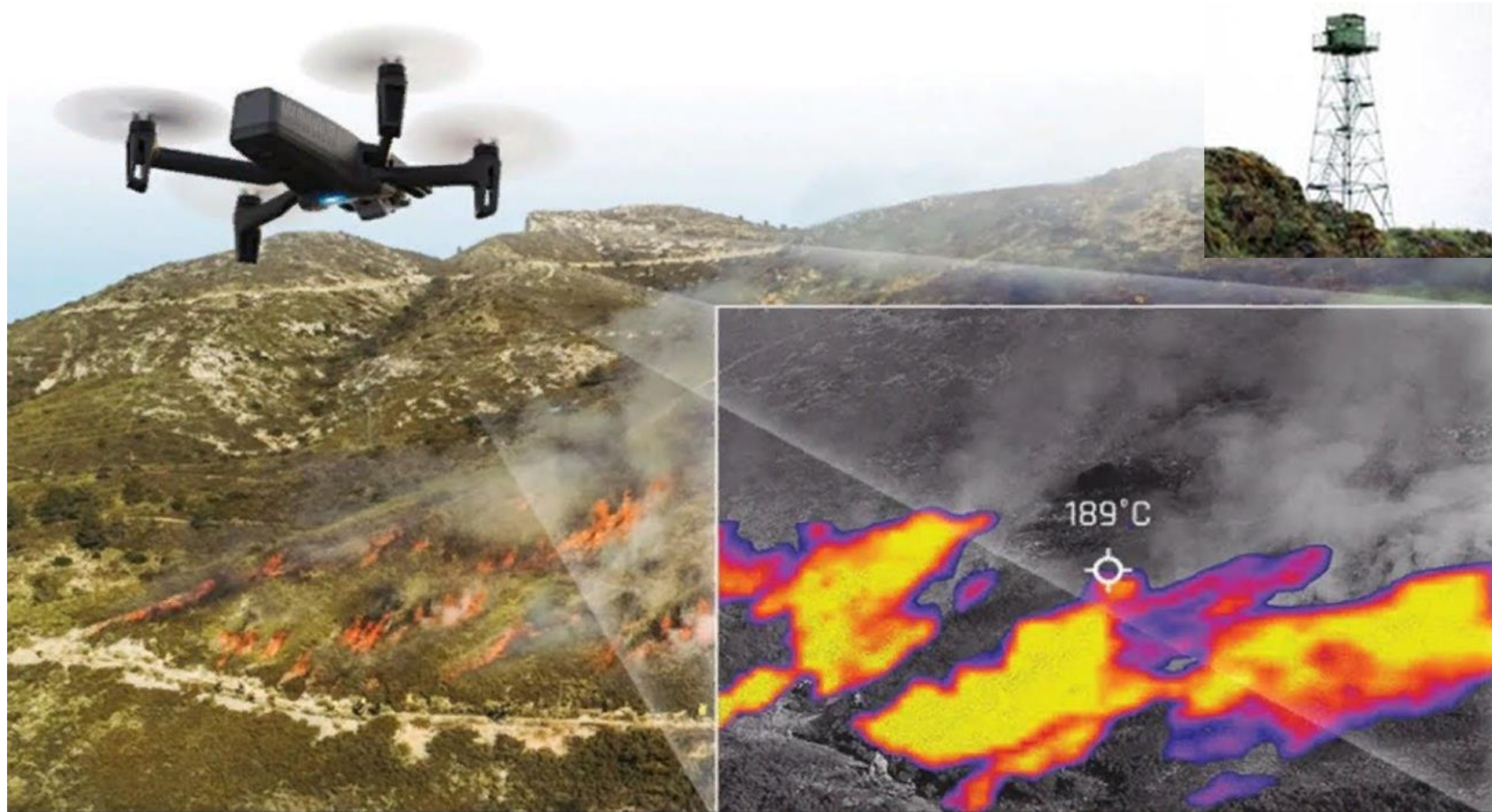
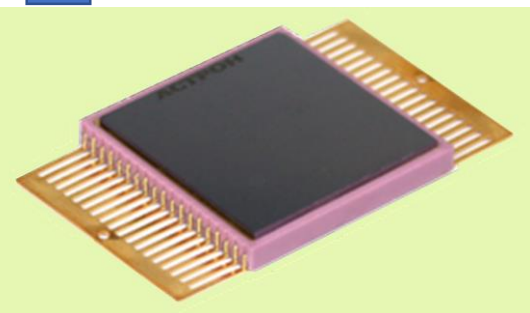
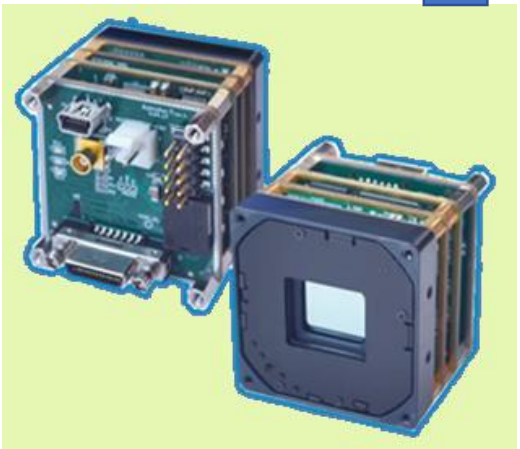
Тема доклада: «Отработка в АО «ОКБ «Астрон» технологии корпусирования перспективных крупноформатных матричных микроболометрических приемников ИК-излучения»

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



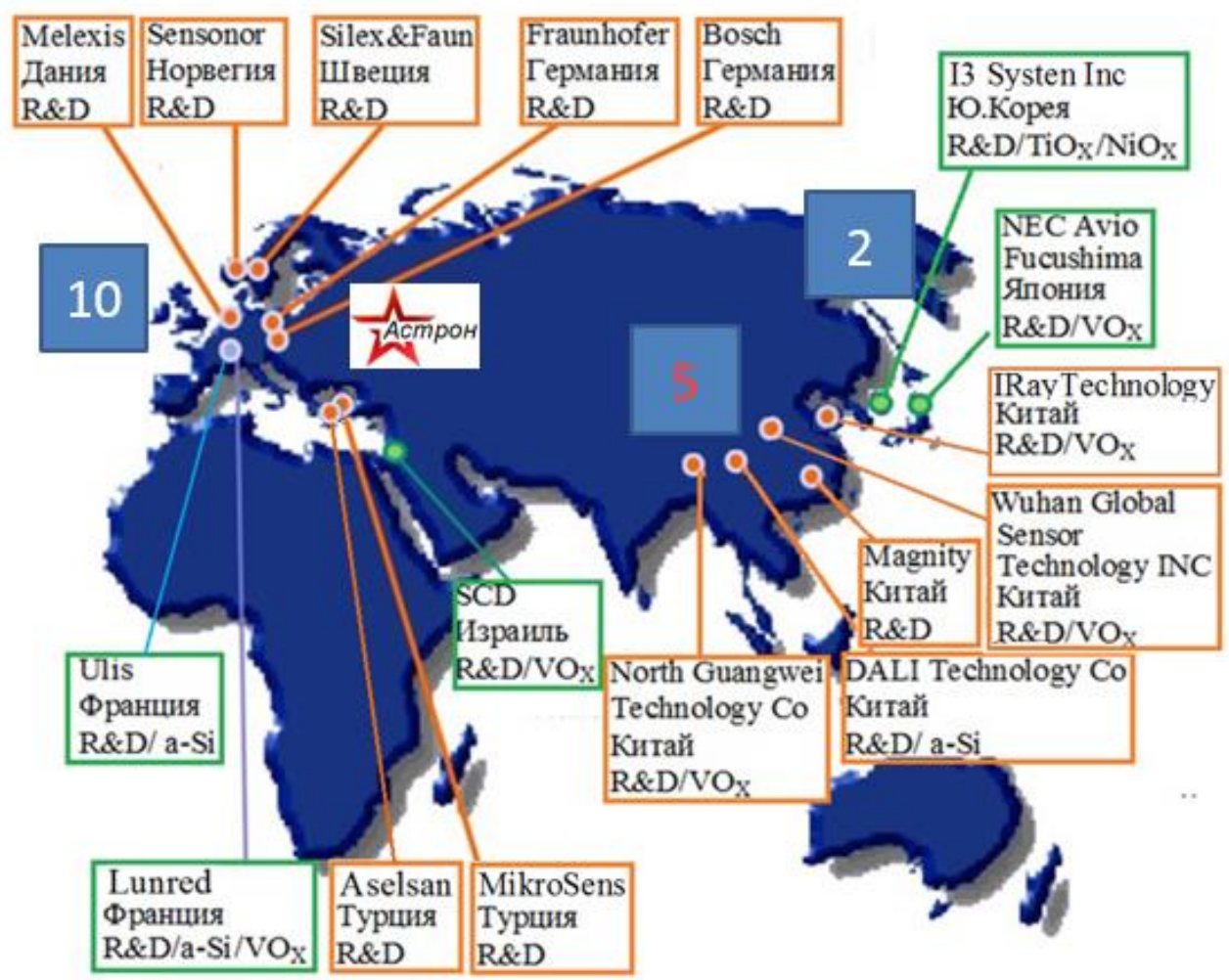
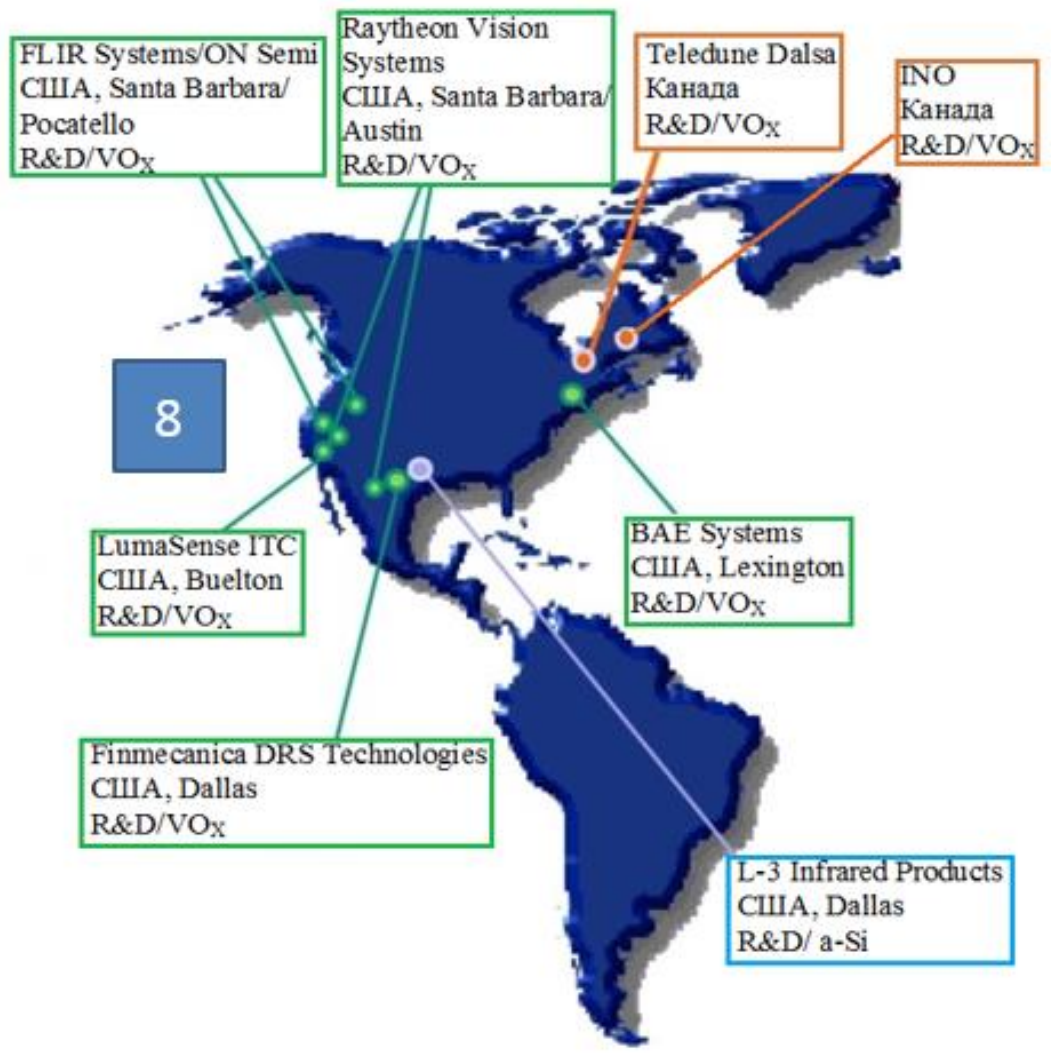
Назначение и области применения матричных микроболометрических приемников (ММБП) ИК-излучения

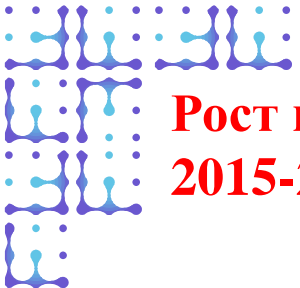


Источники иллюстраций: фото в свободном доступе в сети Internet

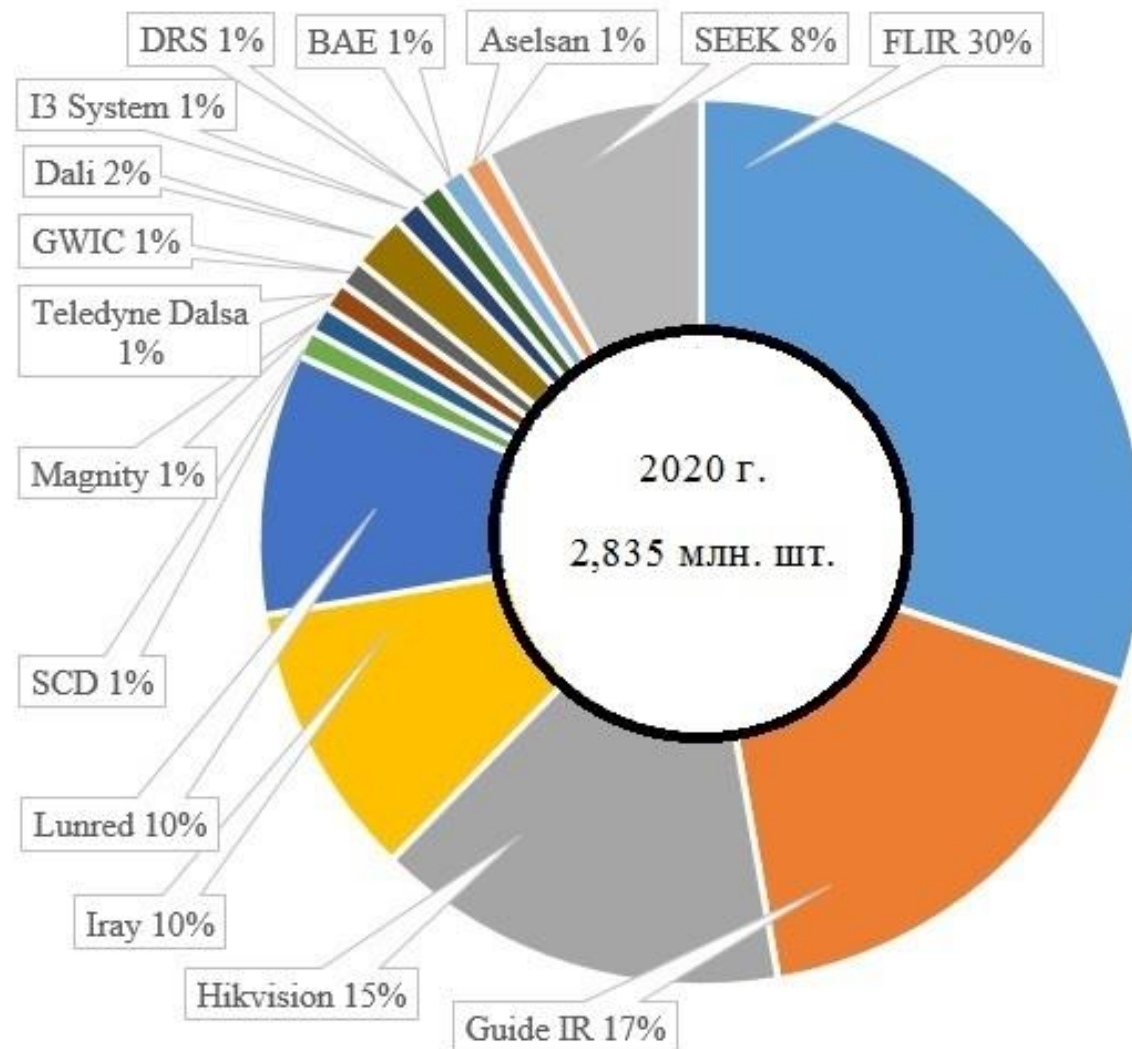
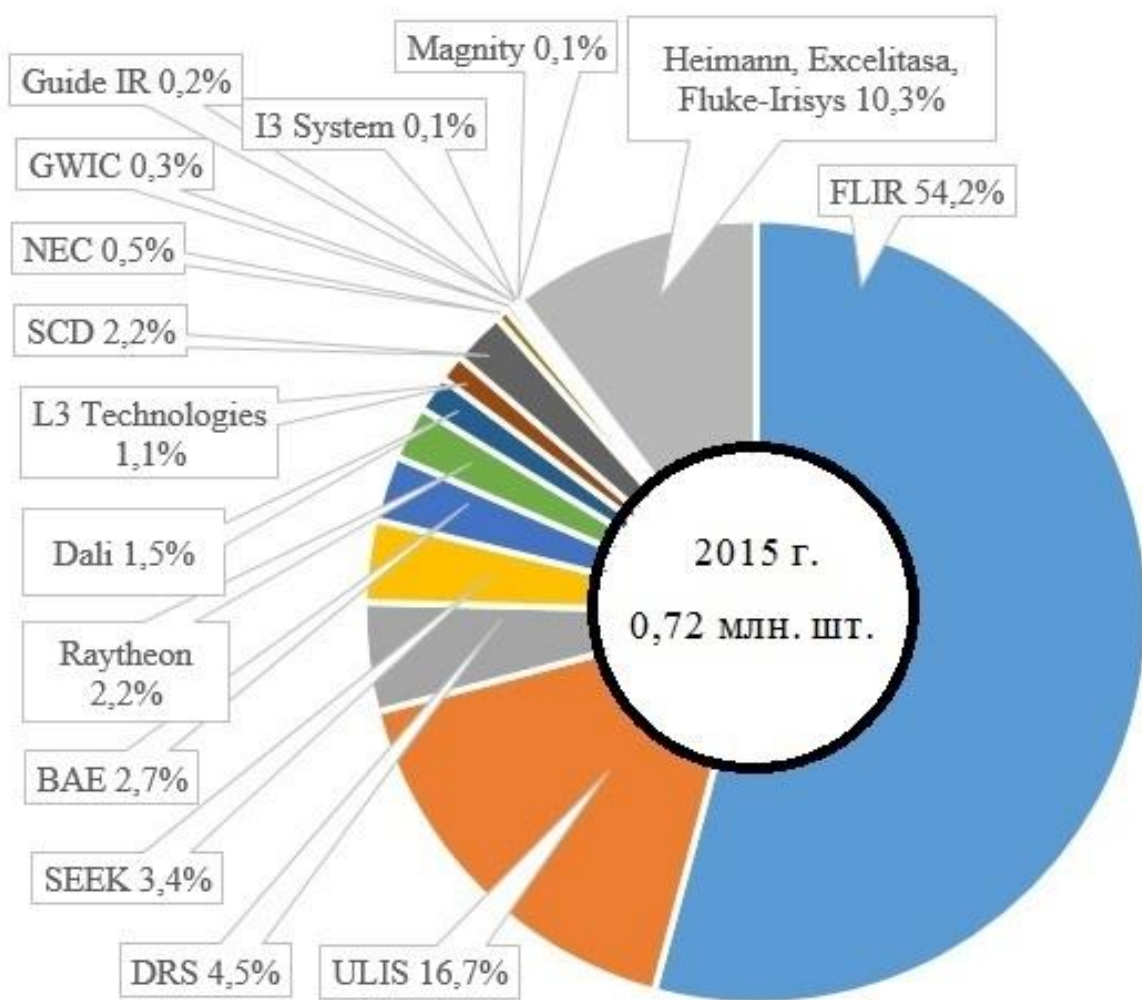


Предприятия (фирмы) – разработчики ММБП ИК-излучения в различных странах мира





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



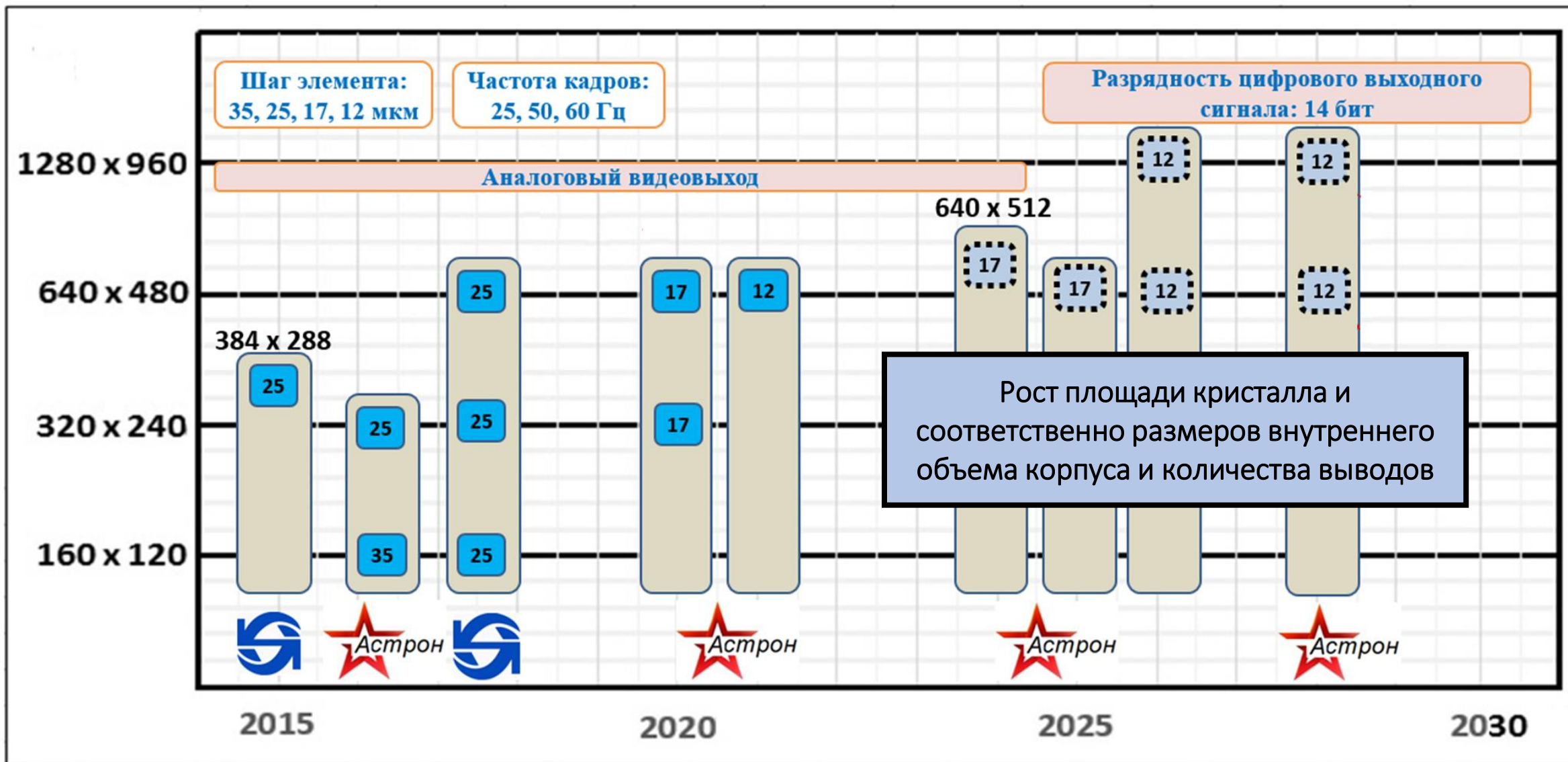
Источник: обзоры фирмы YOLE developpement (Франция).



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

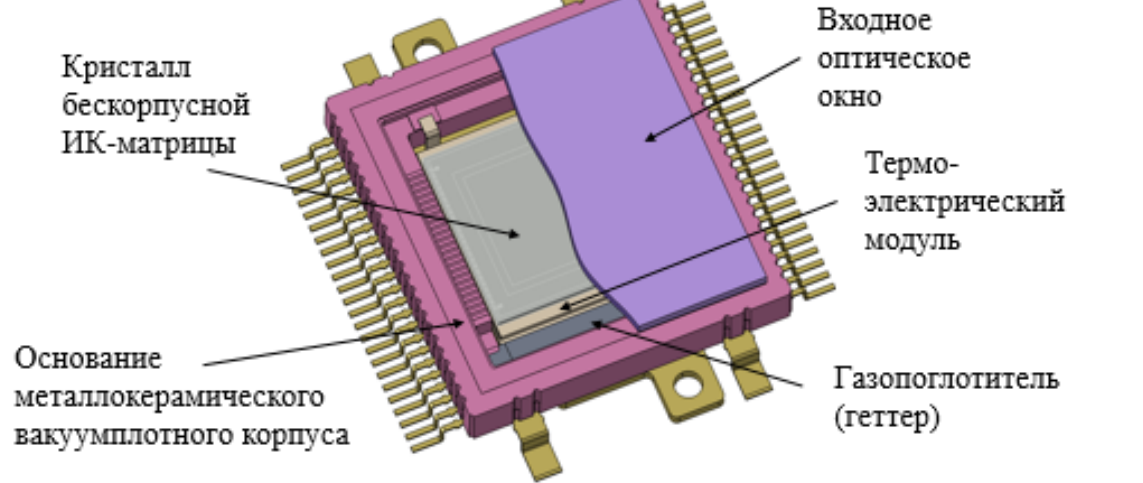
Размещение кристалла с чувствительными элементами во внутреннем объеме корпуса

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

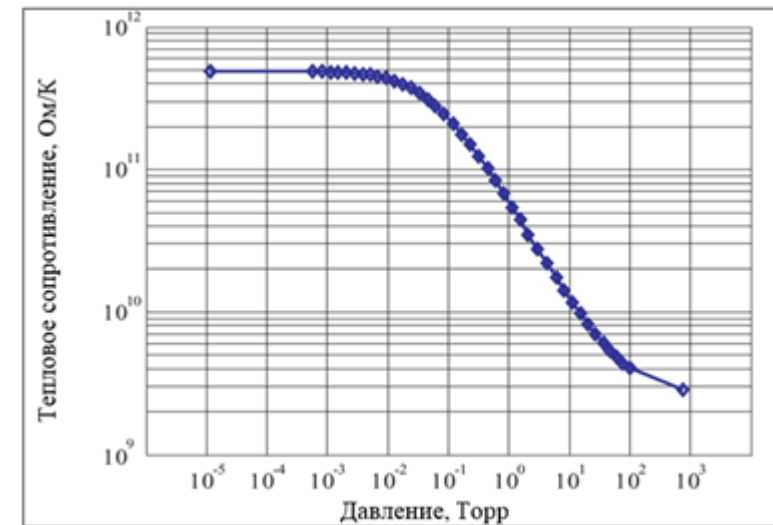
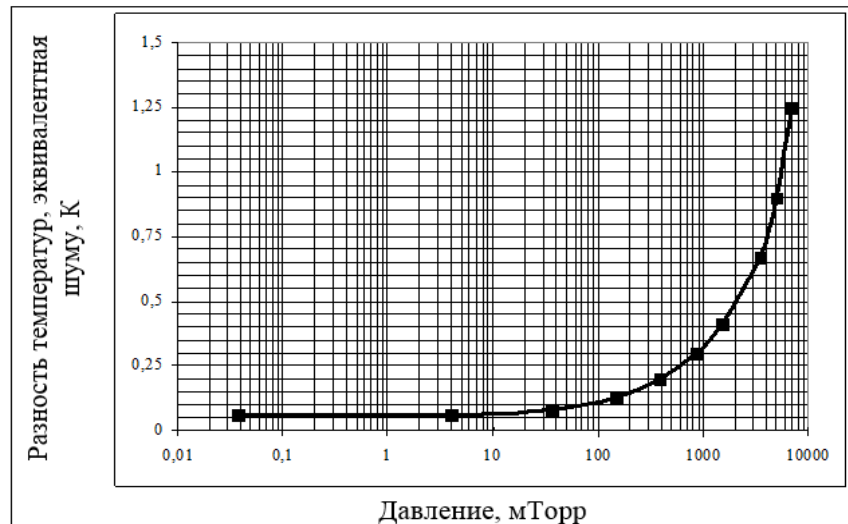
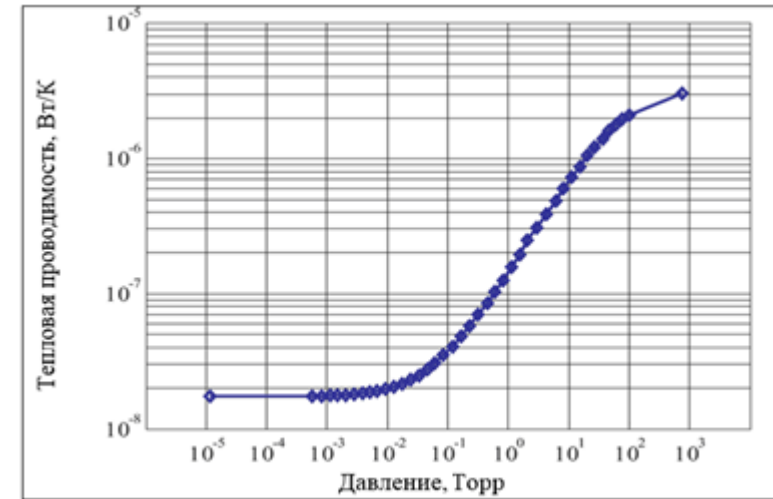
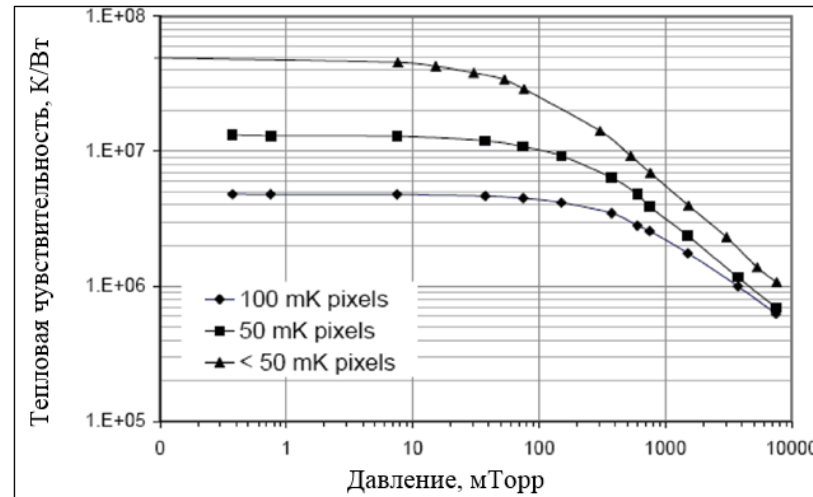
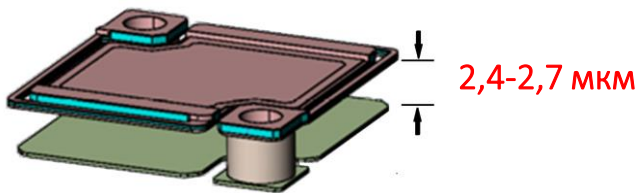
Обеспечение наработки, сохраняемости и долговечности



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



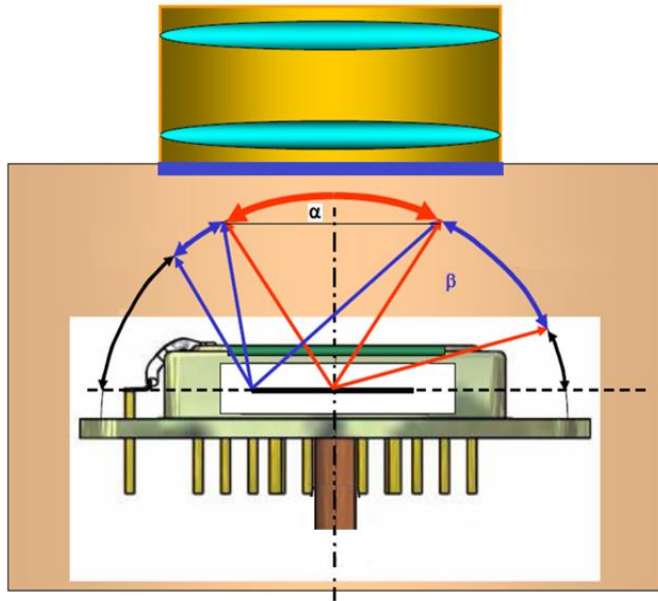
Обеспечение тепловой изоляции мембраны с чувствительным слоем от подложки за счет сверхнизкой теплопроводности вакуумного зазора



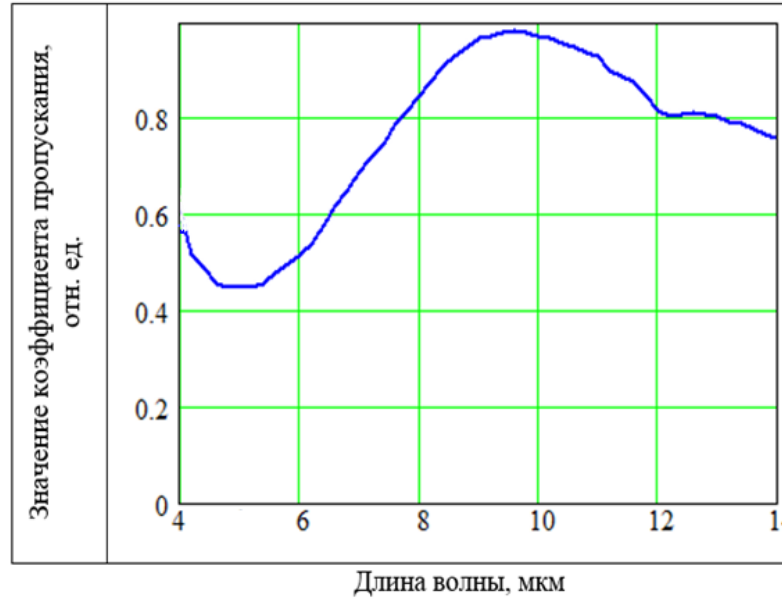
Источник: «Pressure sensing in vacuum hermetic micropackaging for MOEMS-MEMS»/
M. M. Sisto, S. Garcia Blanco, L. Le Noc, B. Tremblay, Y. Desroches, J.-S. Caron, F. Provencal, F. Picard
J. Micro/Nanolith. MEMS MOEMS, 9, 041109, 2010



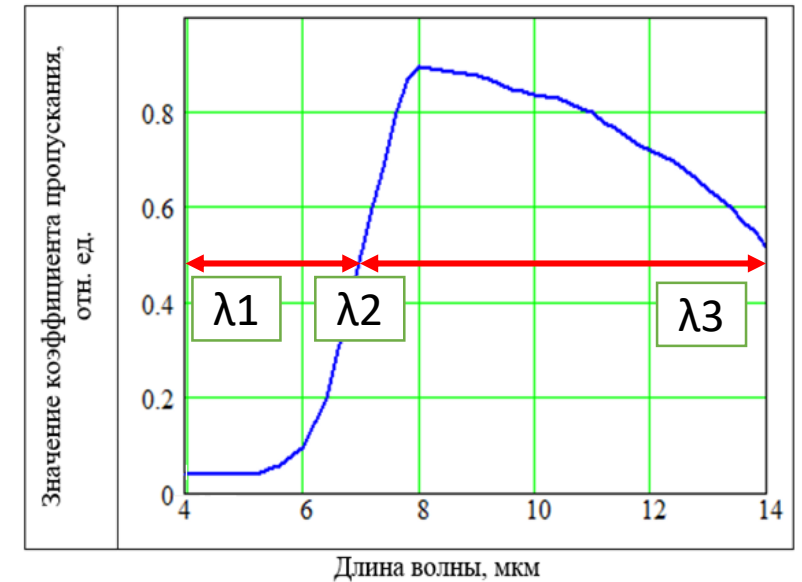
Обеспечение требуемых оптических параметров входного окна вакуумплотного корпуса ММБП ИК-излучения



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

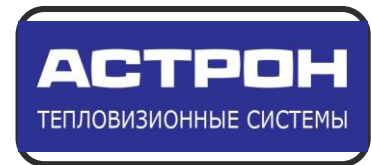


1	Количество выводов	шт.
2	Количество контактных площадок	шт.
3	Шаг выводов	мм
4	Размер выводов	мм
5	Габаритные размеры тела корпуса	мм
6	Размер монтажной площадки корпуса	мм
7	Масса корпуса (основание и крышка с окном/окно)	г
8	Сопротивление выводов	Ом
9	Сопротивление изоляции между изолированными токопроводящими 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	

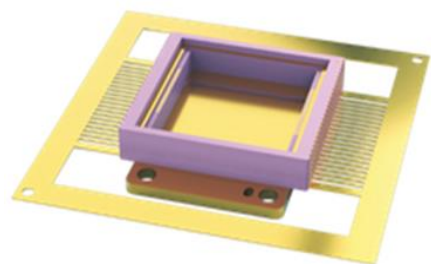
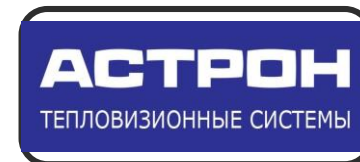
4

Корпус – WLP, выводы по типу LCC

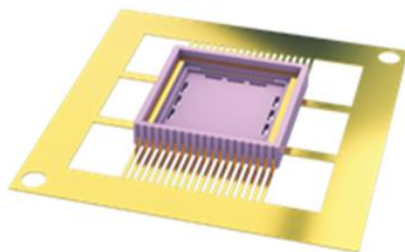
DRS Technologies, США, U3600LCC 320x240/17 мкм, 40 мК, VO _x		DRS Technologies, США, U8000LCC 1024x768/17 мкм, 40 мК, VO _x	
ULIS, Франция, Pico384 384x288/25 мкм, 60 мК, a-Si		i3system Inc, Ю.Корея DB384-17C-A 384x288/17 мкм, 50 мК, VO _x	



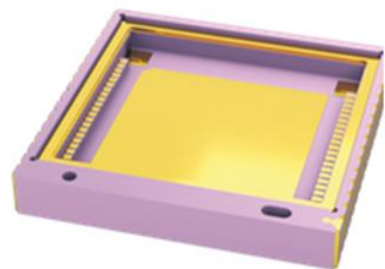
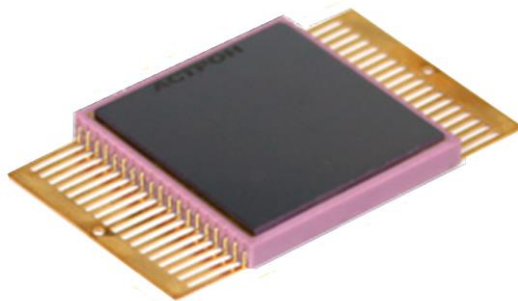
Примеры вакуумплотных корпусов, применяемых для обеспечения требуемых рабочих условий в отечественных ММБП ИК-излучения (период 2014-2024 г.г.)



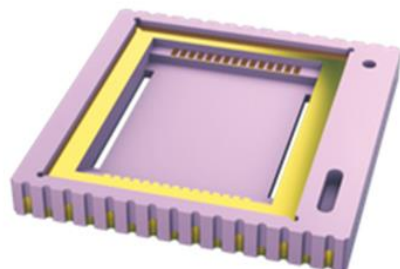
Основание ИДЯУ.431433.046



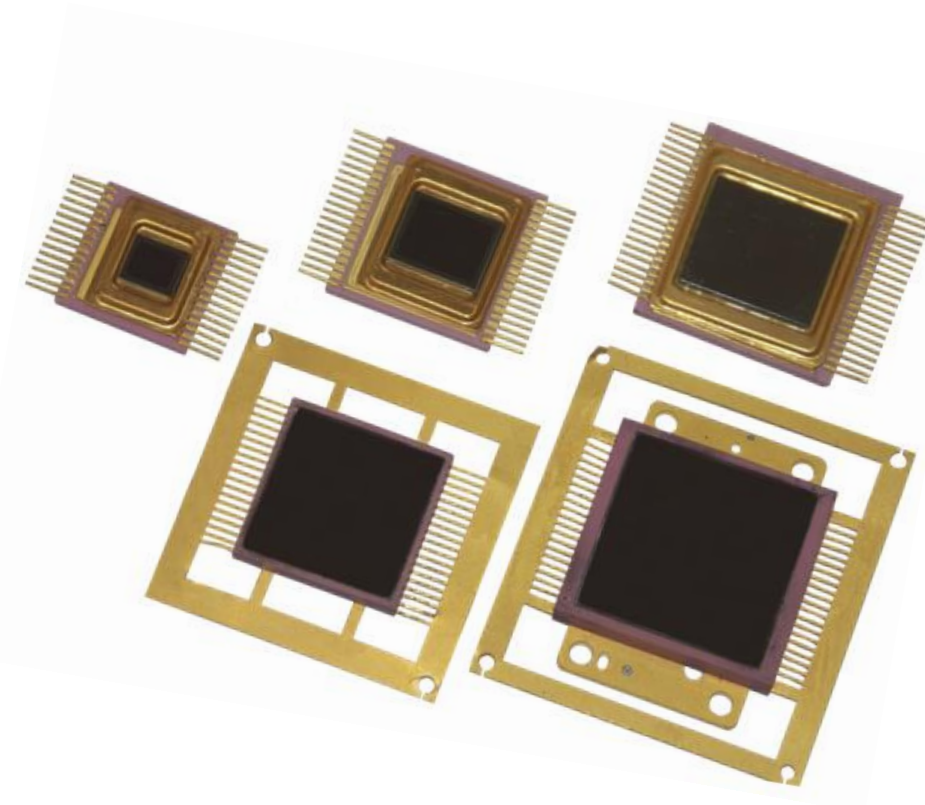
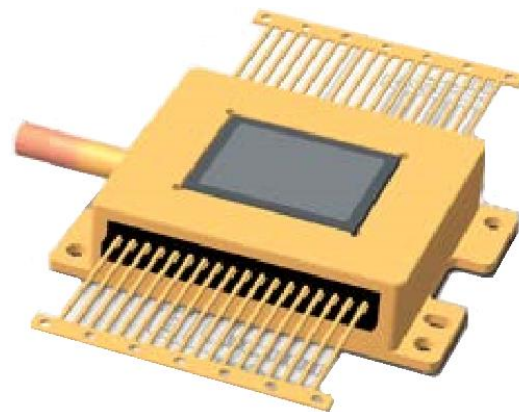
Основание ИДЯУ.431433.045



Основание АДСГ.431433.032



Основание ЖИАЮ.711172.031



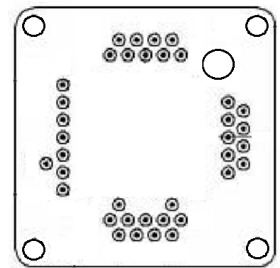
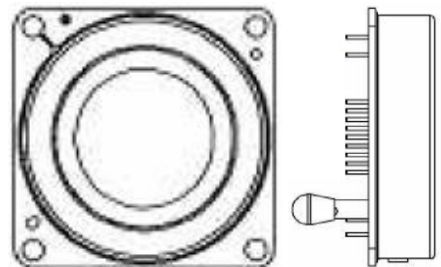
Разработчики и изготовители корпусов для ММБП ИК-излучения в РФ:

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

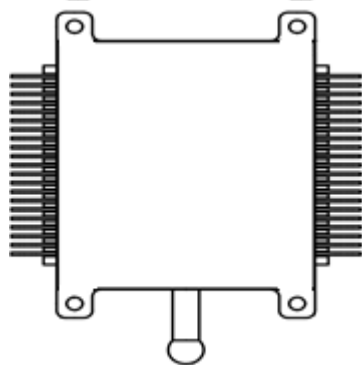
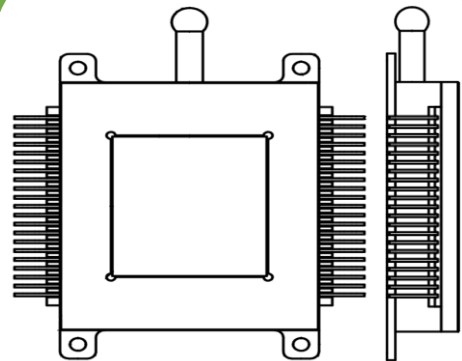
Источники иллюстраций: фото в свободном доступе в сети Internet



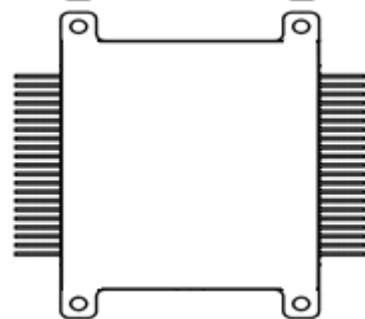
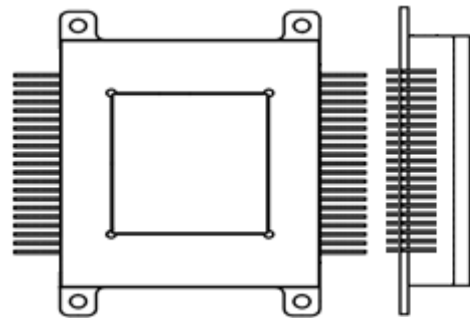
Варианты конструкций вакуумплотных корпусов, применяемых для обеспечения требуемых рабочих условий для ММБП ИК-излучения зарубежного производства



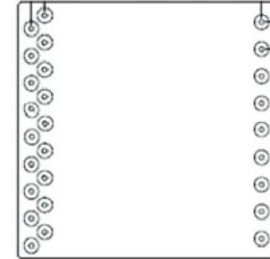
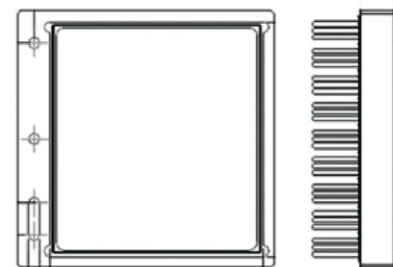
1



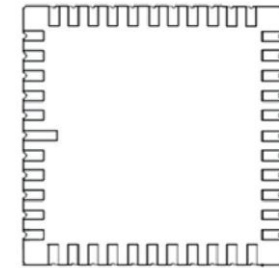
2



3



4



5

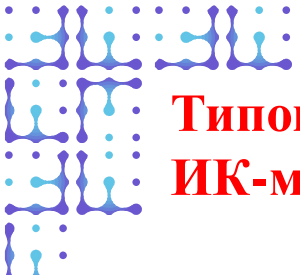
Металлический корпус

Металлокерамический/керамический корпус

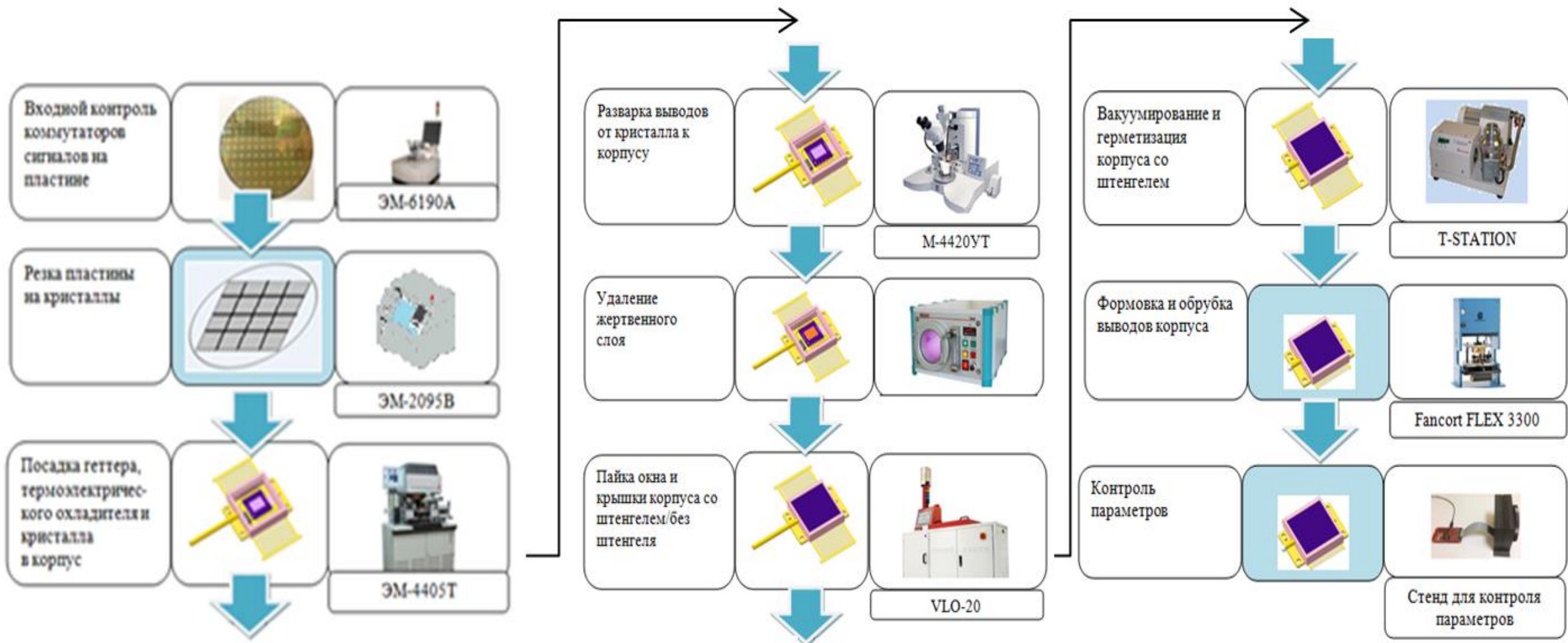


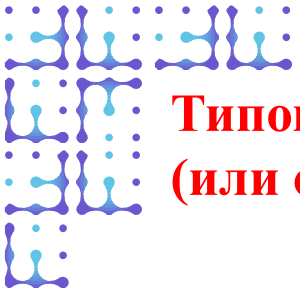
Варианты конструкций вакуумплотных корпусов для ММБП ИК-излучения и основные технологии (технологические операции), применяемые для реализации процесса изготовления





Типовой технологический маршрут сборки бескорпусной ИК-матрицы в вакуумплотный корпус

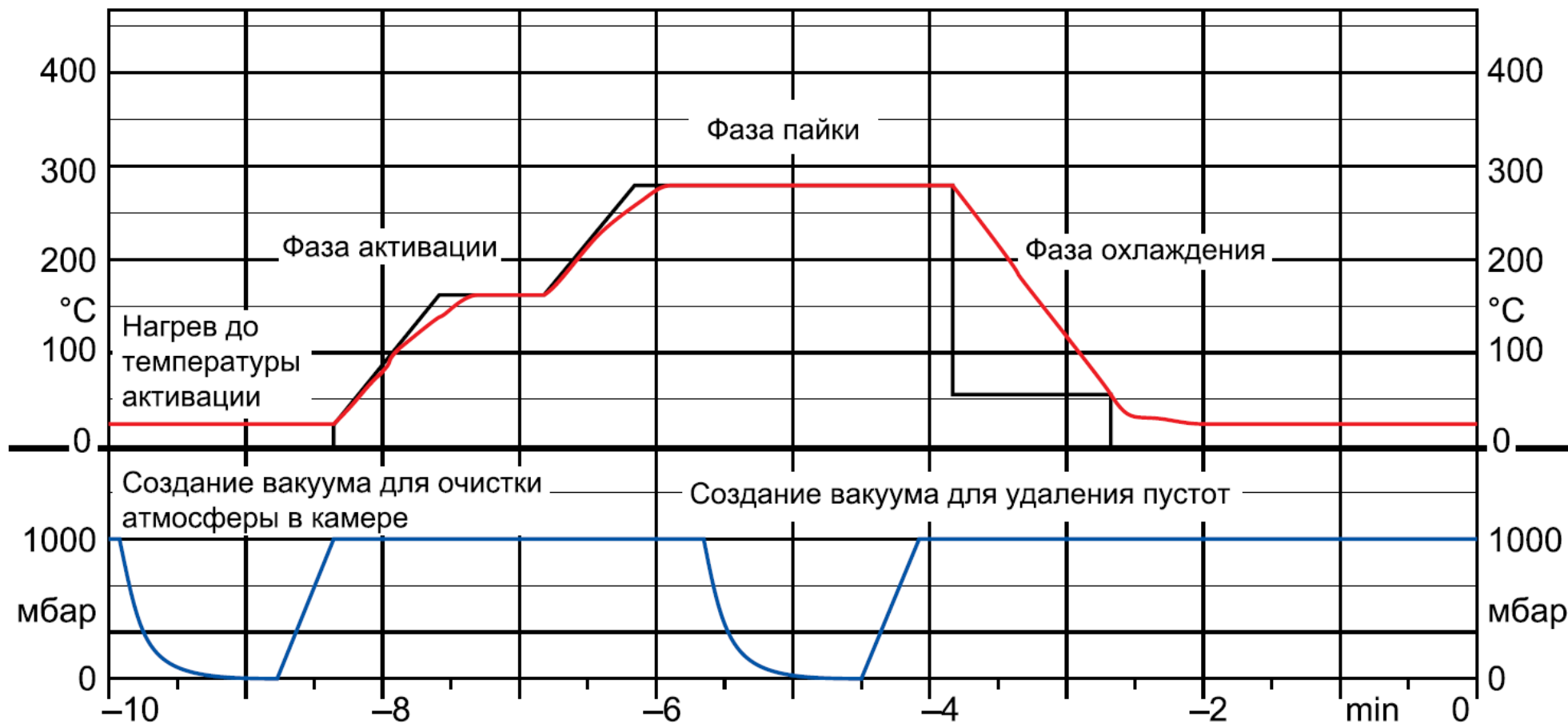




Типовая таймограмма процесса вакуумной пайки крышки с окном (или окна в варианте без крышки) к основанию корпуса



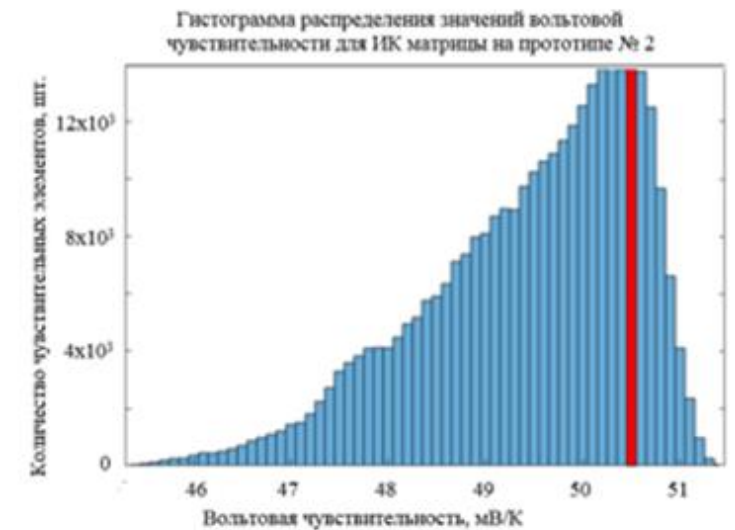
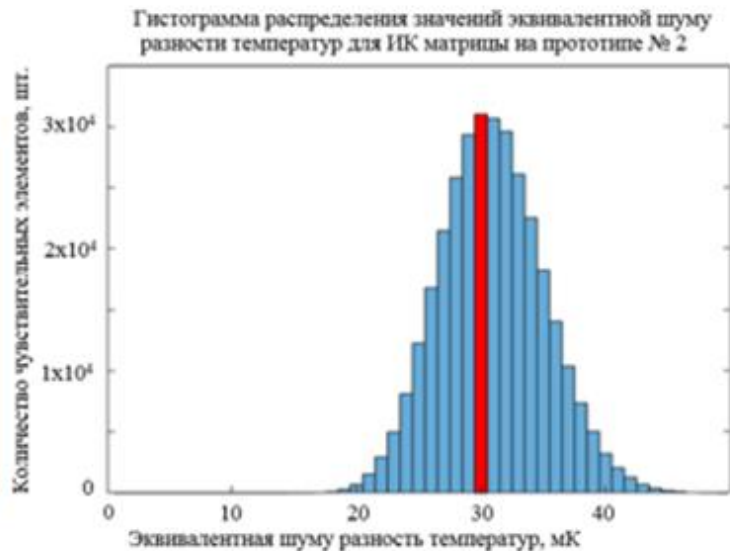
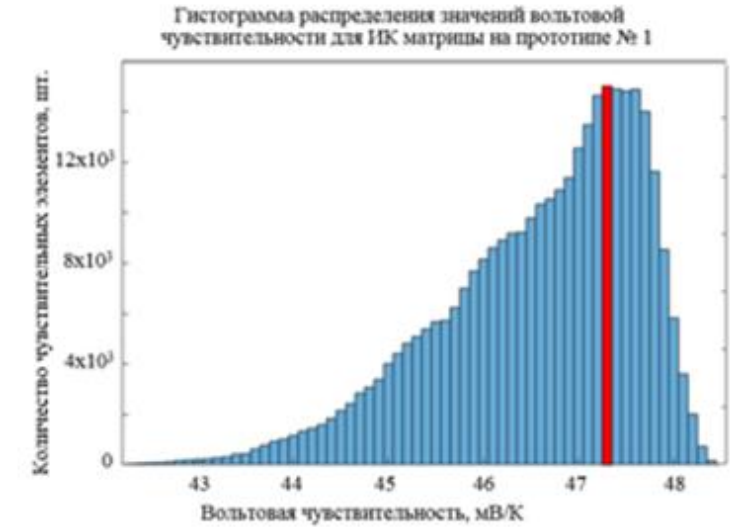
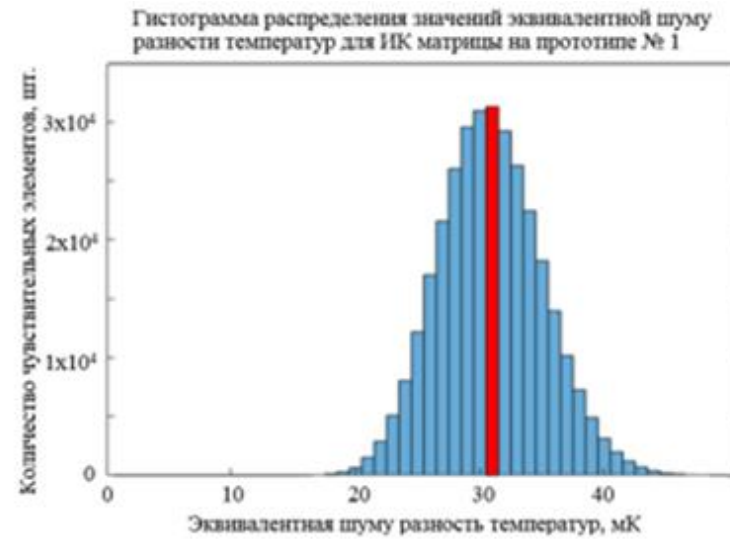
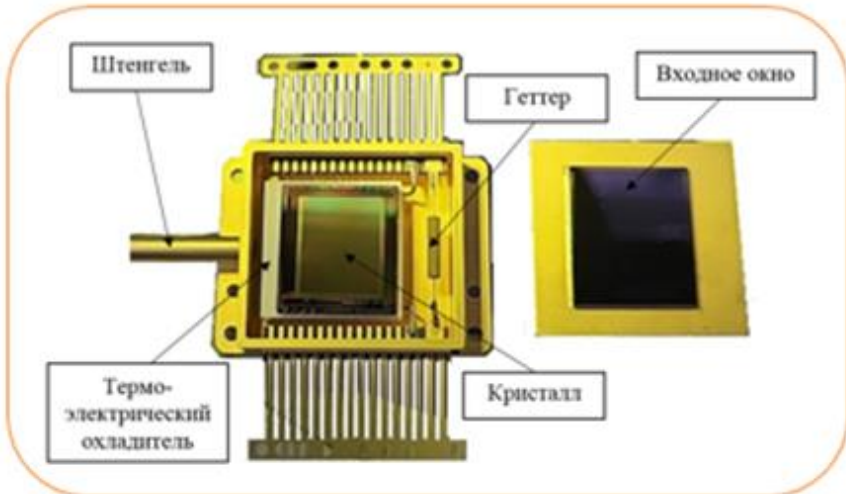
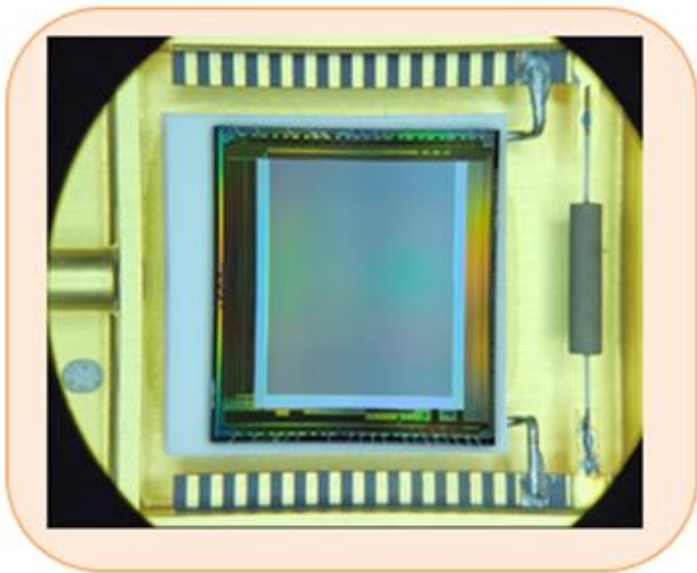
VLO-20



Источники иллюстраций: фото в свободном доступе в сети Internet

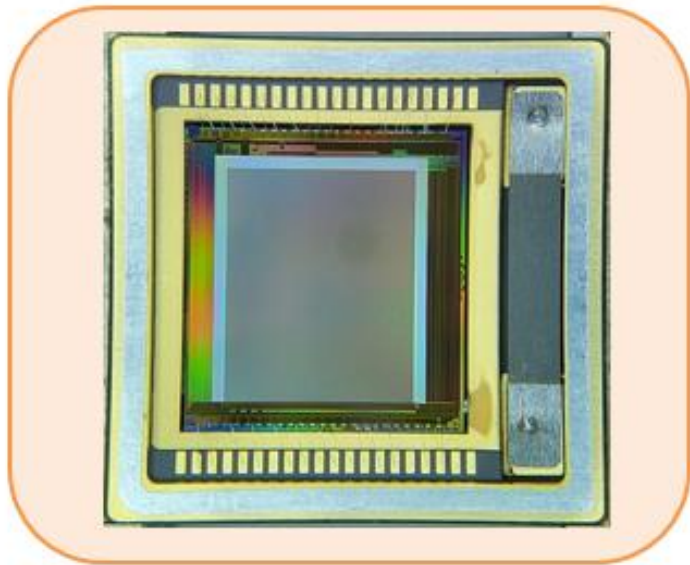


Результаты тестовых сборок вакуумплотных металлических корпусов с использованием прототипов ММБП ИК-излучения

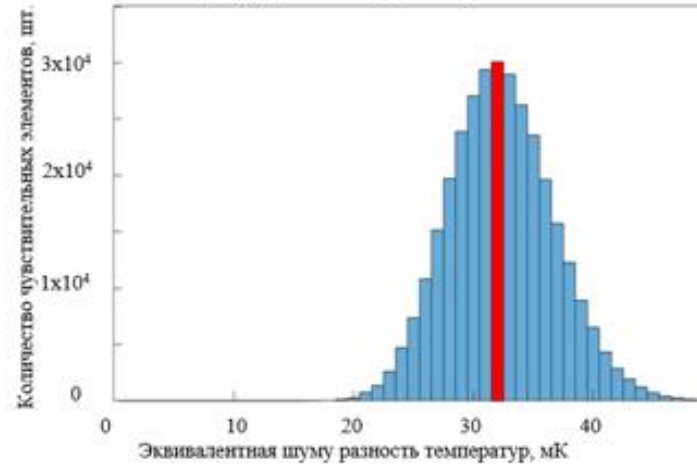




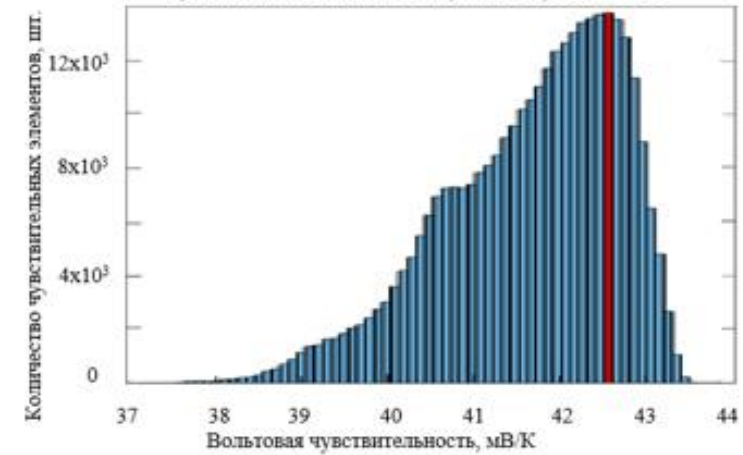
Результаты тестовыхборок вакуумплотных керамических корпусов с использованием прототипов ММБП ИК-излучения



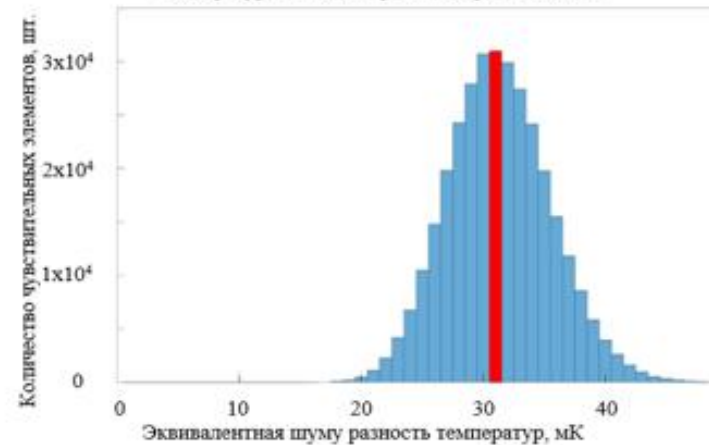
Гистограмма распределения значений эквивалентной шуму разности температур для ИК матрицы на прототипе № 3



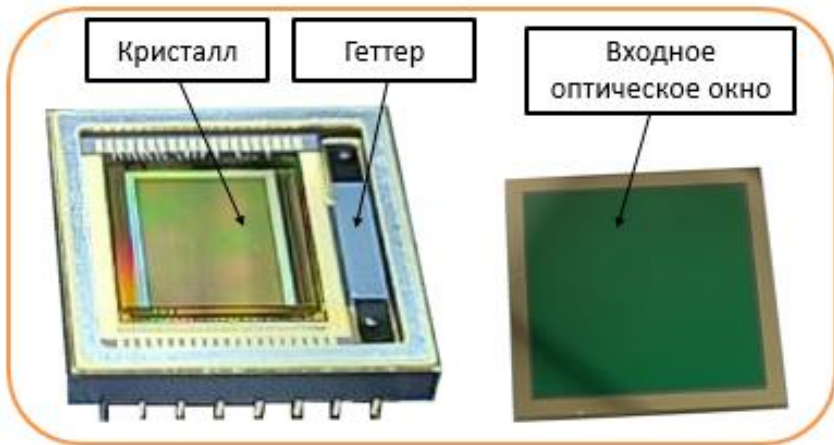
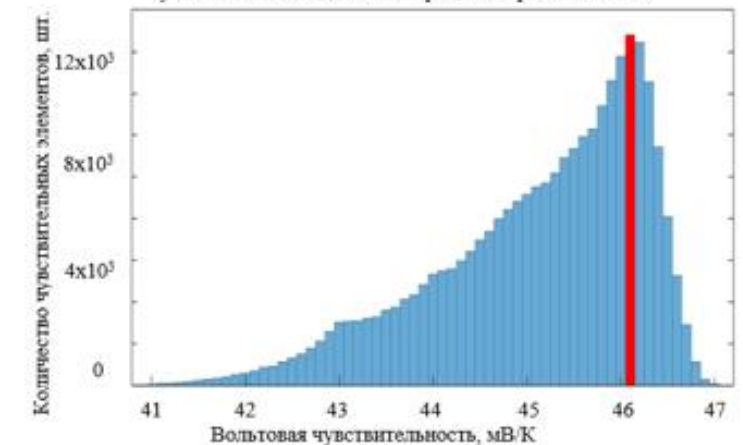
Гистограмма распределения значений вольтовой чувствительности для ИК матрицы на прототипе № 3



Гистограмма распределения значений эквивалентной шуму разности температур для ИК матрицы на прототипе № 4



Гистограмма распределения значений вольтовой чувствительности для ИК матрицы на прототипе № 4

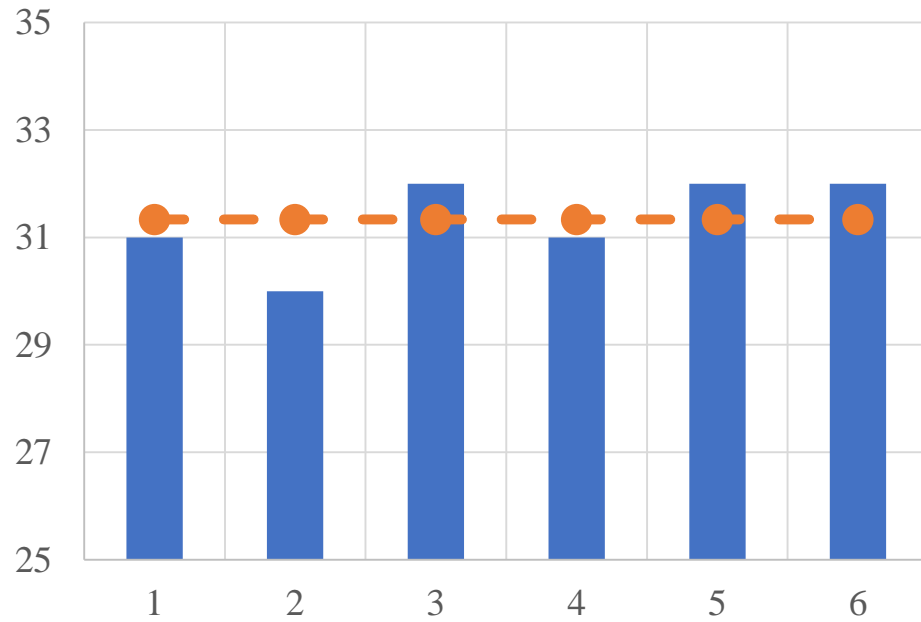




Результаты оценки стабильности процесса тестовых сборок вакуумплотных корпусов с использованием прототипов ММБП ИК-излучения

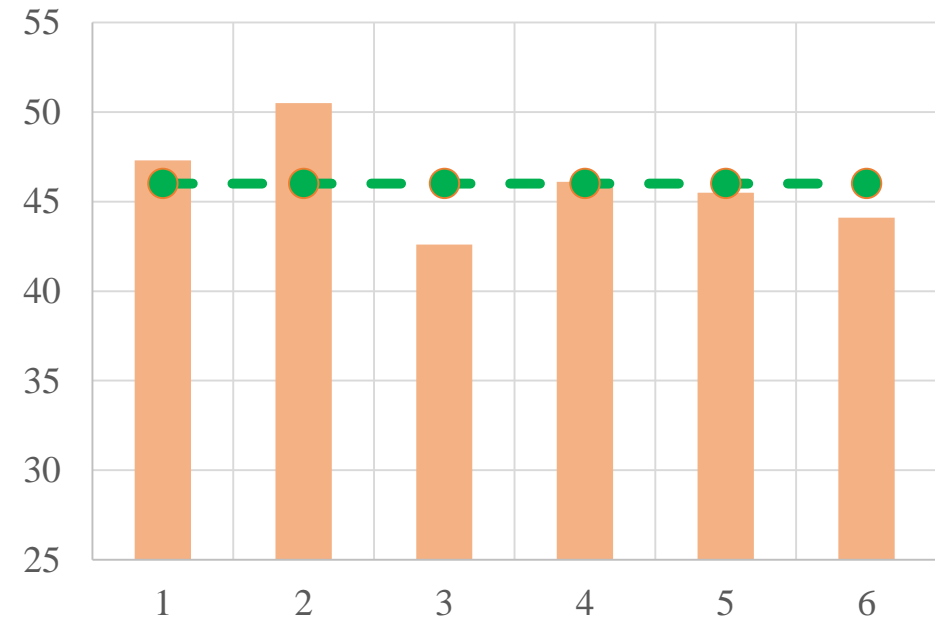


Значения средней $\Delta T_{эш}$ по образцам, мК



Порядковый номер образца в партии

Значения средней S_v по образцам, mV/K



Порядковый номер образца в партии

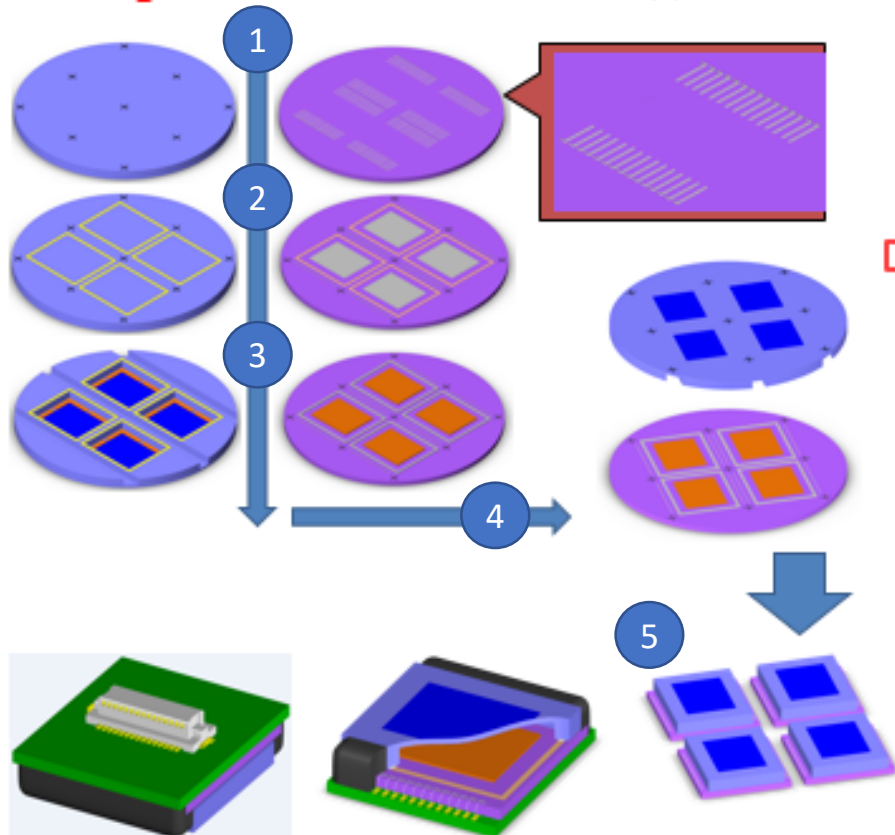


Варианты вакуумплотного корпусирования ММБП ИК-излучения на уровне пластины и основные технологии (технологические операции), применяемые для реализации процесса изготовления



Варианты корпусирования ММБП на уровне пластины

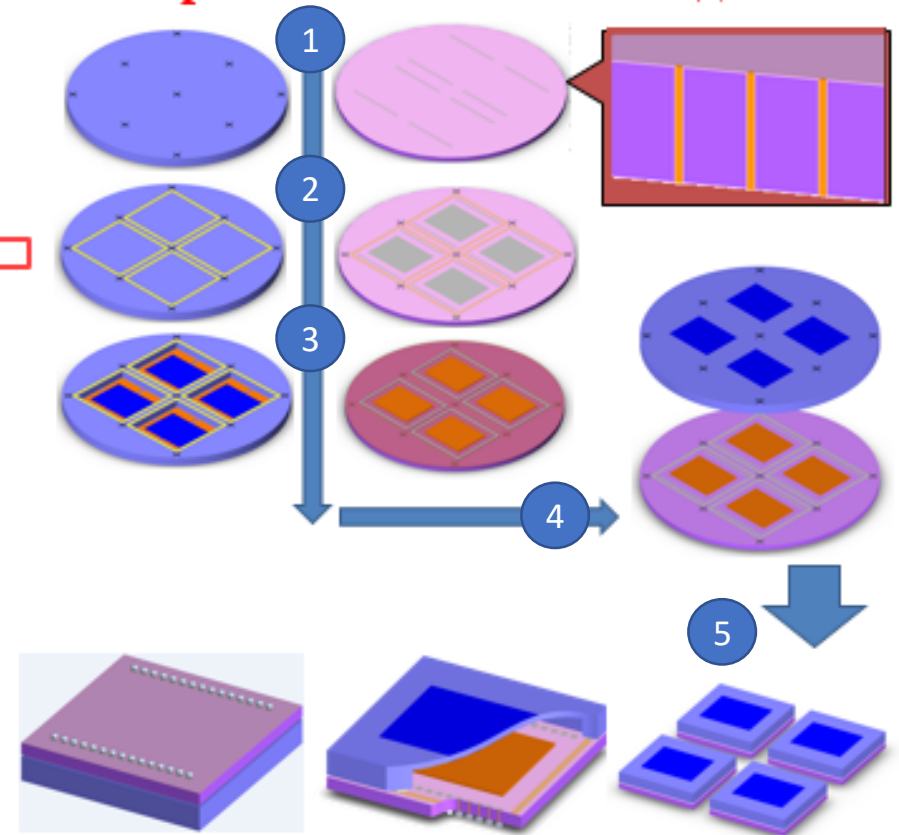
Корпусирование с горизонтальным расположением выводов

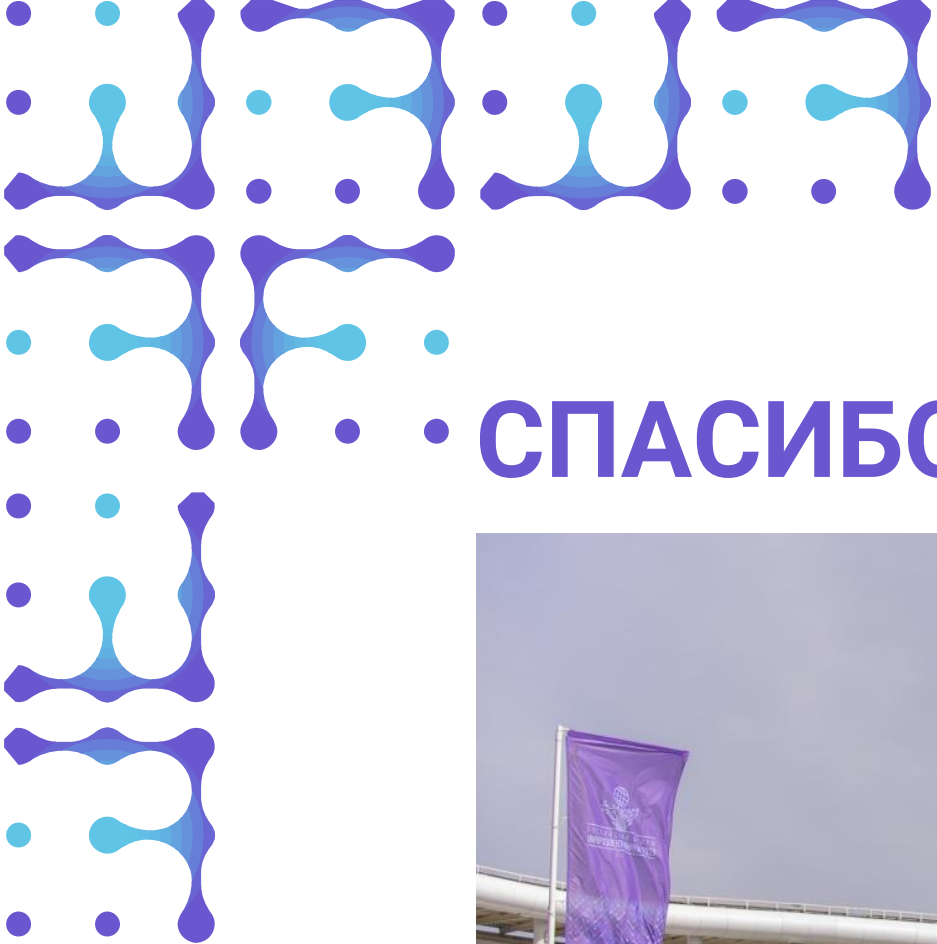


Технологии

- 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





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



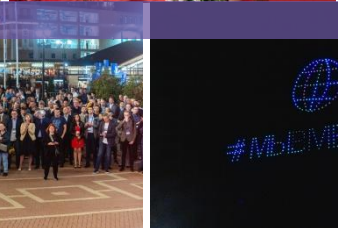
2017 Алушта



2018 Алушта



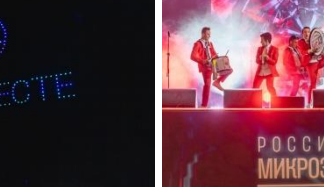
2019 Алушта



2020 Ялта



2022 Роза Хутор



2023 Федеральная территория «Сириус»



23–28
сентября 2024

Сириус

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ФОРУМ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2024
10 лет вместе!