

Высокие технологии в Красноярске.

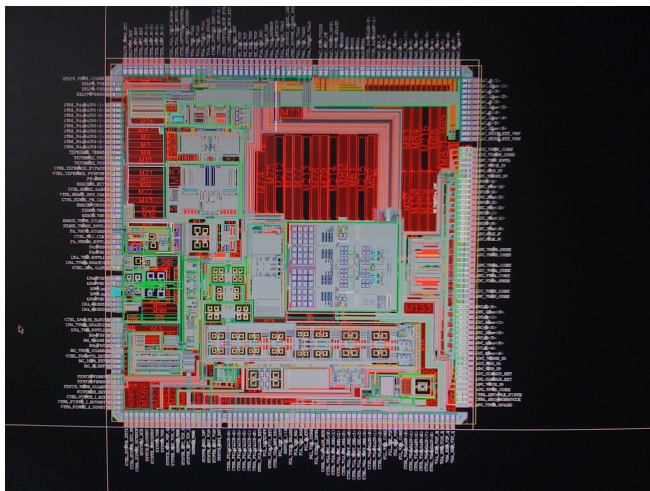
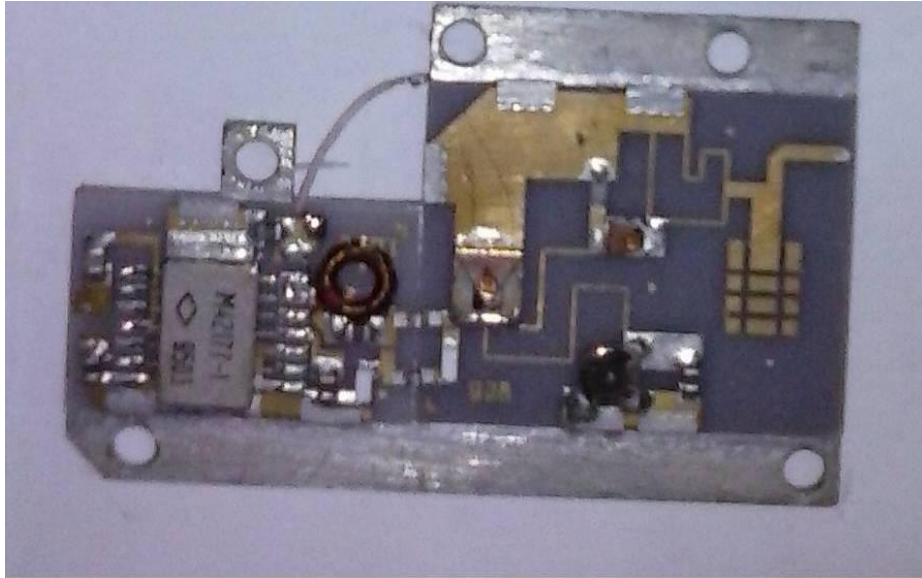
Лекция 1. Как построить Нанолaborаторию

Зам. главного технолога по
микроэлектронике
АО «НПП» Радиосвязь»,
Научный сотрудник лаборатории РСЭ
ИФ СО РАН

Ф.А. Барон, PhD
16 ноября 2016



1. Зачем

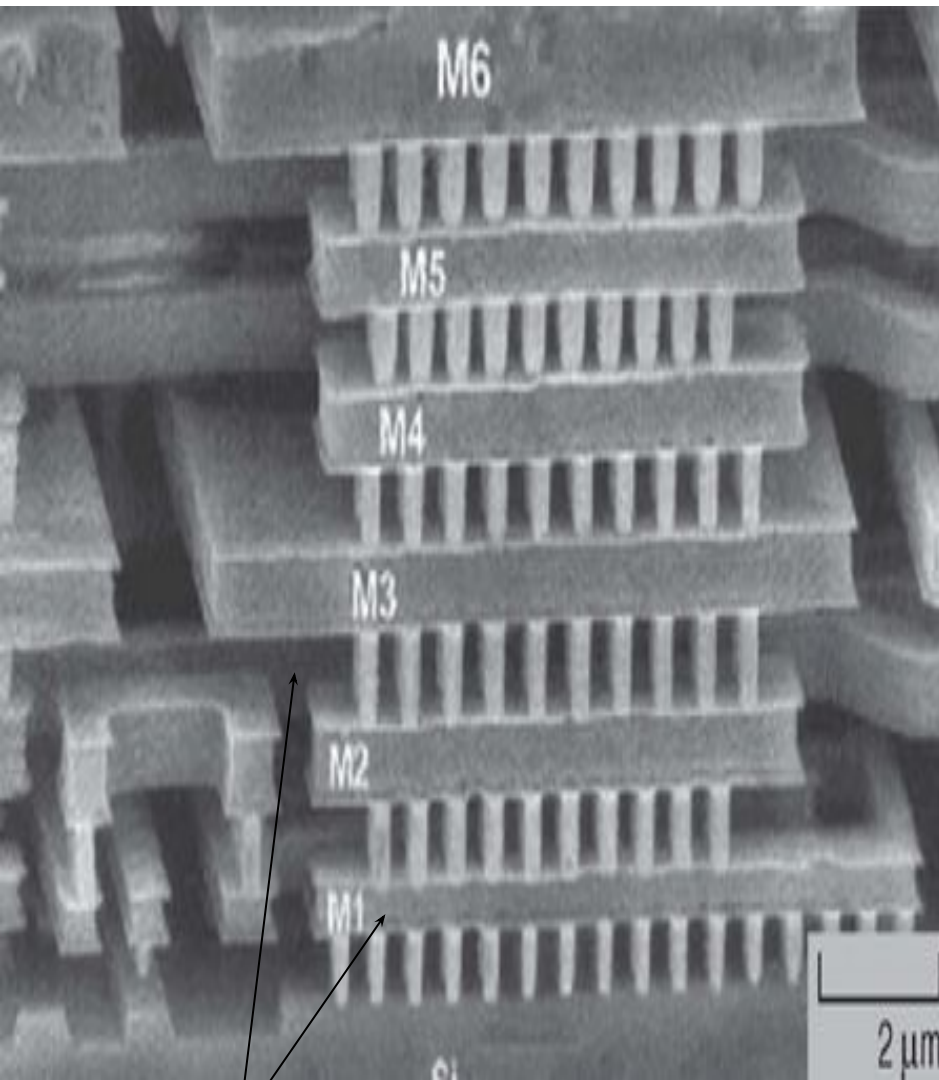


Проблема №1: Пыль

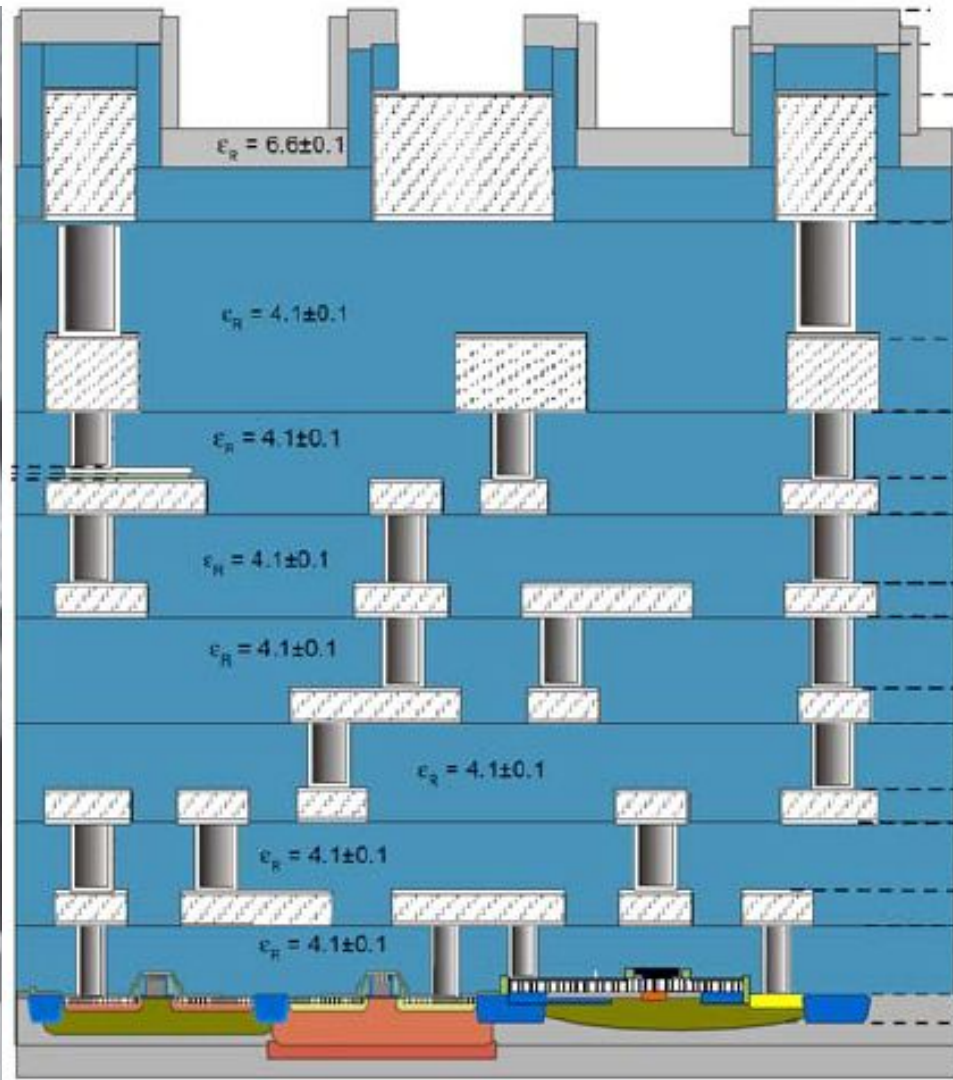


Частицы размером менее 50 микрон не падают вниз!

Поперечное сечение чипа

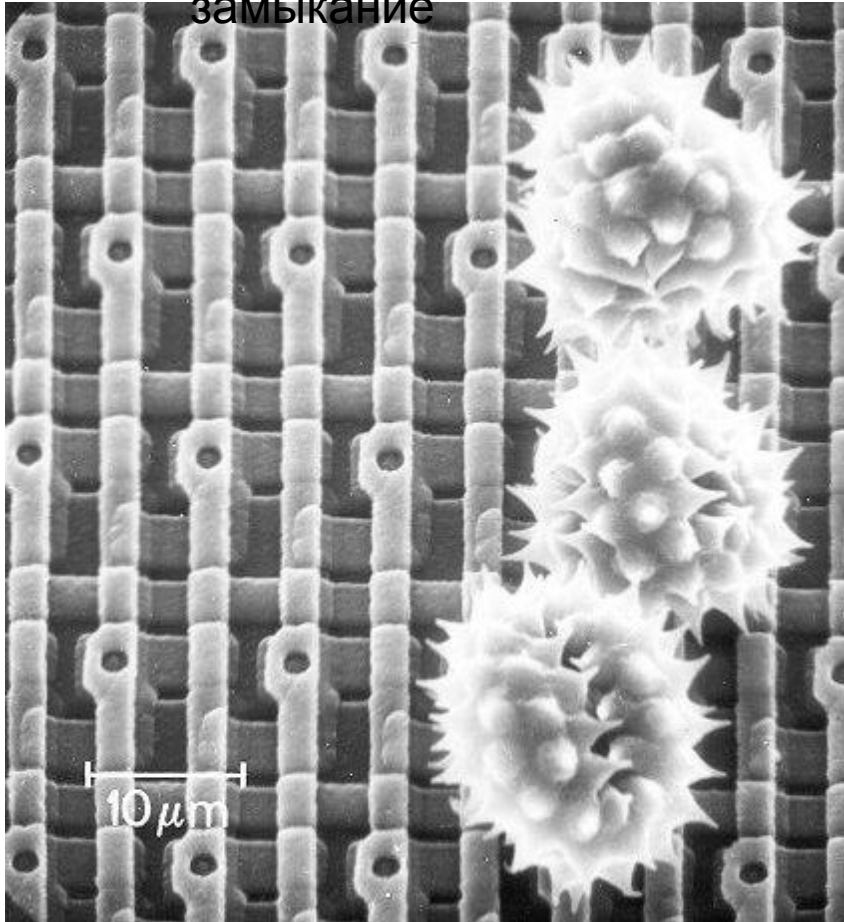


Тонкие
пленки

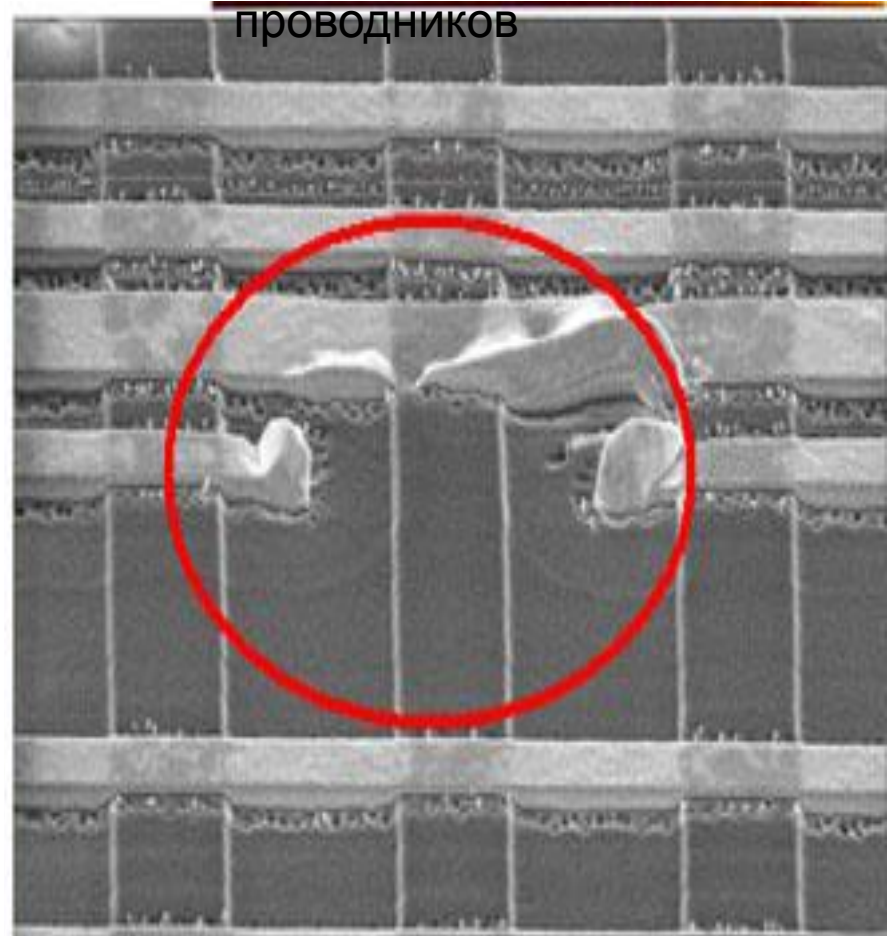


Пылинки-убийцы

Короткое замыкание



Разрыв проводников



Класс чистоты помещения

The US FED STD standards is [United States standards](#).

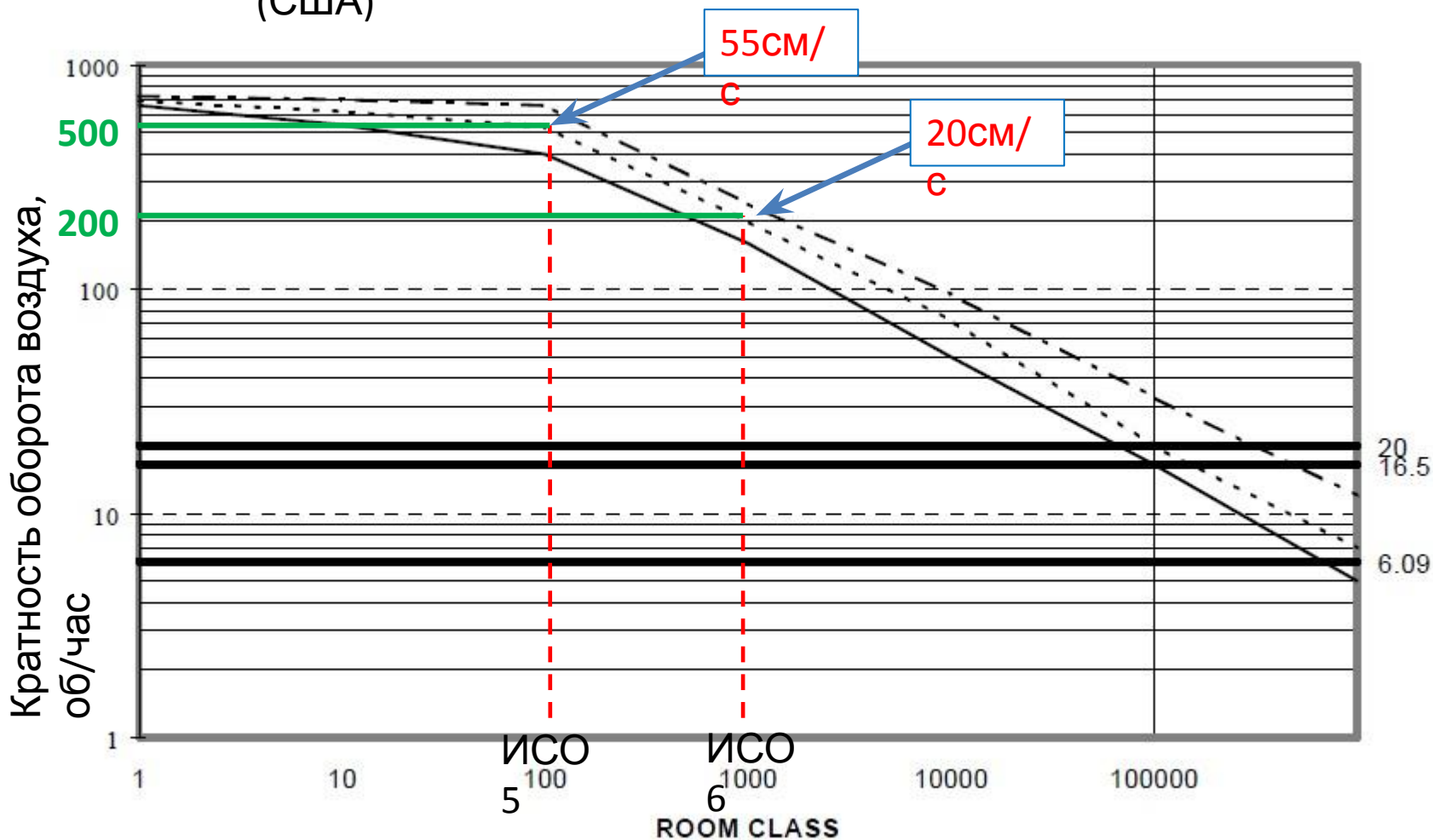
Class	maximum particles/ft ³					ISO equivalent
	≥0.1 μm	≥0.2 μm	≥0.3 μm	≥0.5 μm	≥5 μm	
1	35	7.5	3	1	0.007	ISO 3
10	350	75	30	10	0.07	ISO 4
100	3,500	750	300	100	0.7	ISO 5
1,000	35,000	7,500	3000	1,000	7	ISO 6
10,000	350,000	75,000	30,000	10,000	70	ISO 7
100,000	3.5 × 10 ⁶	750,000	300,000	100,000	700	ISO 8

Классификация чистых помещений по ГОСТ ИСО 14644-1

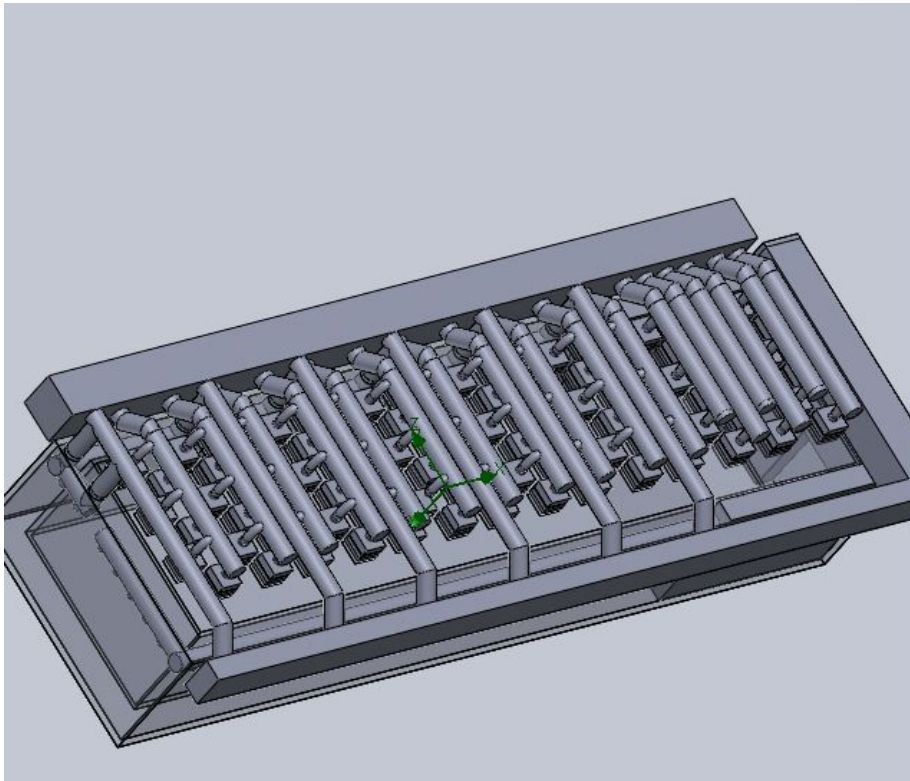
Класс чистоты	Предельно допустимое число частиц в 1 м ³ воздуха с размерами, равными или превышающими, мкм					
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	5,0
1 ИСО	10	2				
2 ИСО	100	24	10	4		
3 ИСО	1000	237	102	35	8	
4 ИСО	10000	2370	1020	352	83	
5 ИСО	100000	23700	10200	3520	832	29
6 ИСО	1000000	237000	102000	35200	8320	293
7 ИСО				352000	83200	2930
8 ИСО				3252000	832000	29300
9 ИСО				35200000	8320000	293000

2. Строительство нанолаборатории

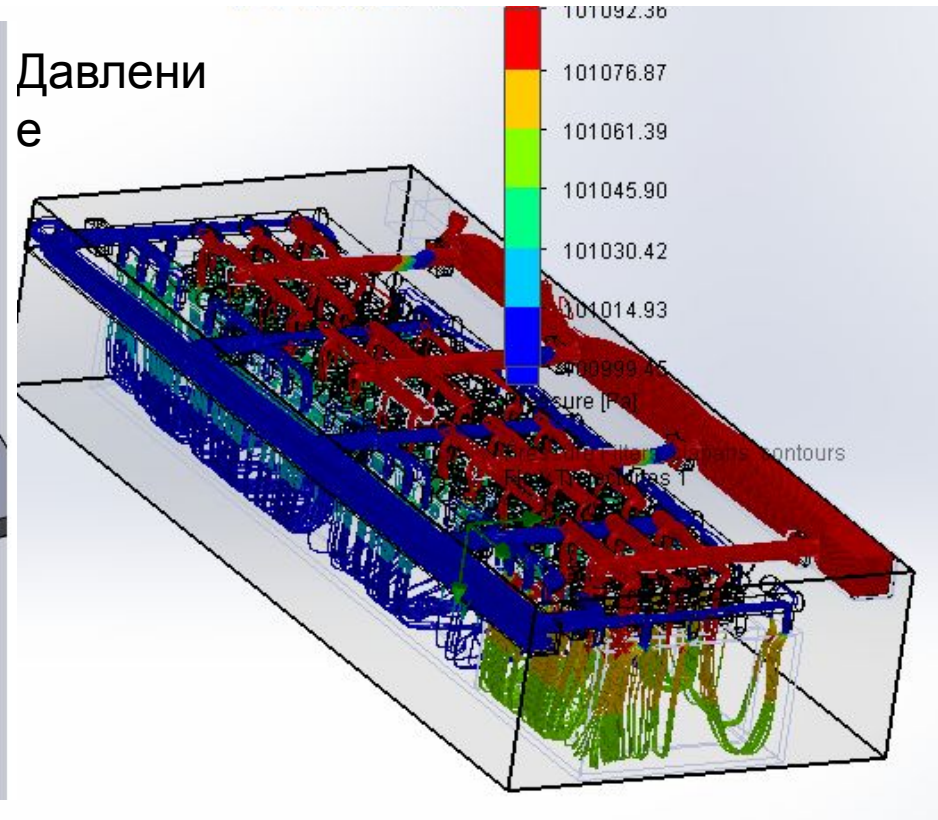
Федеральный стандарт чистых помещений 209D
(США)



Расчеты воздушных потоков системы



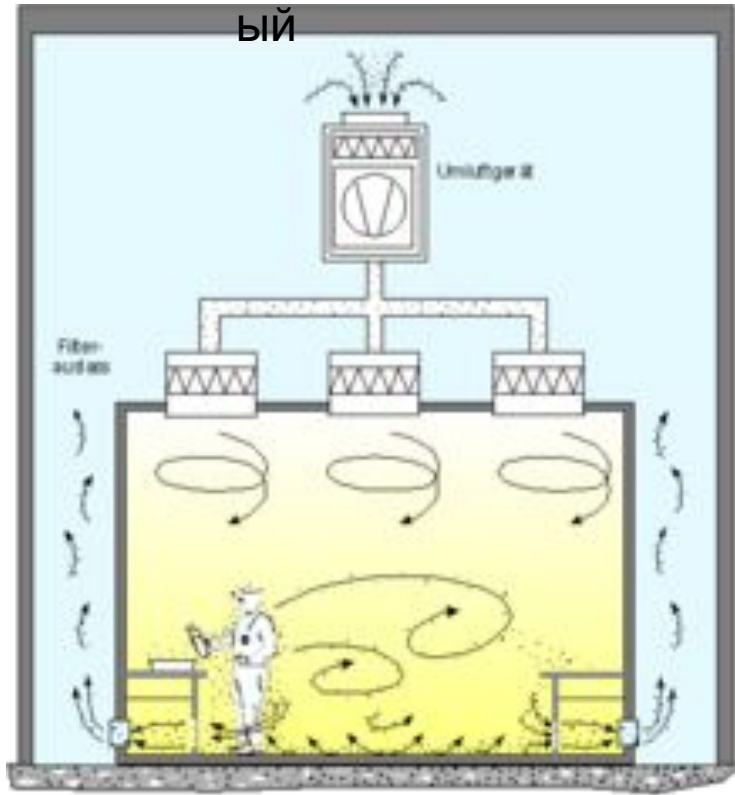
Давление



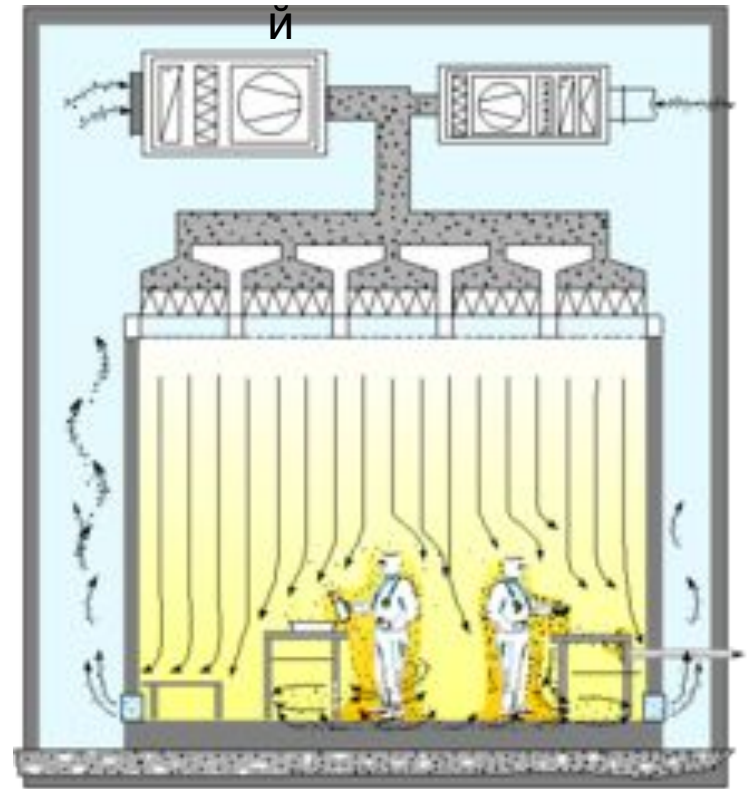
Ограничение: скорость воздуха в трубах < 6м/с

Отличие турбулентного от ламинарного потока

Турбулентный

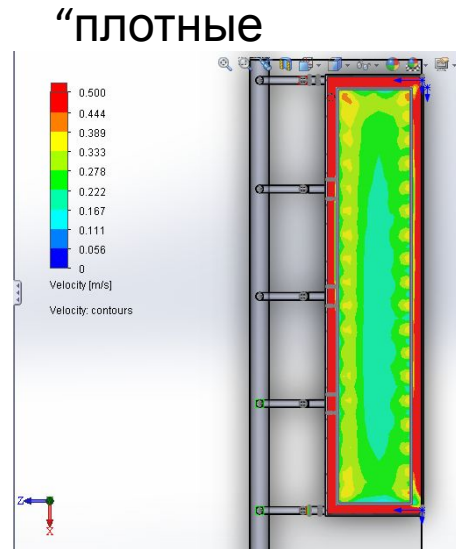
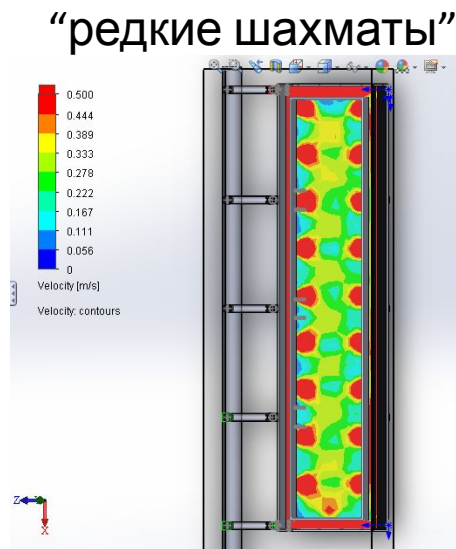
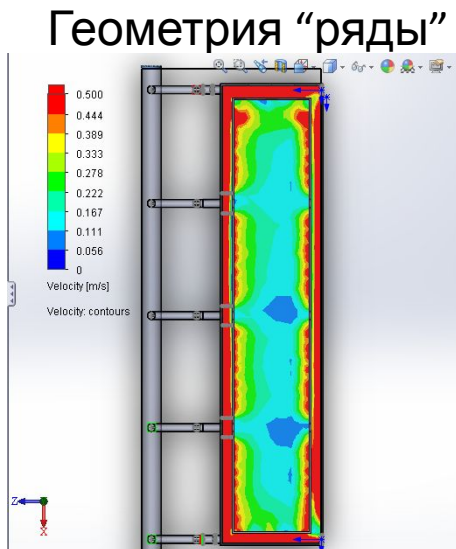


Ламинарный

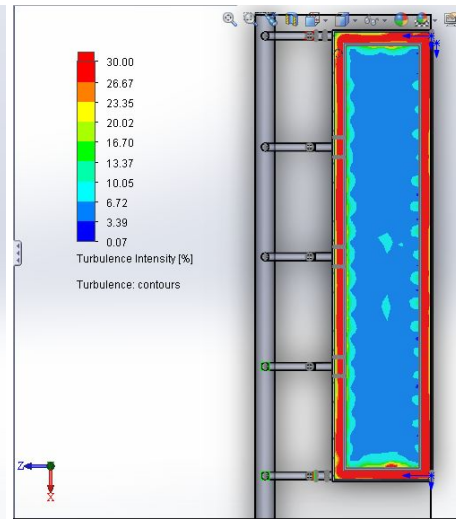
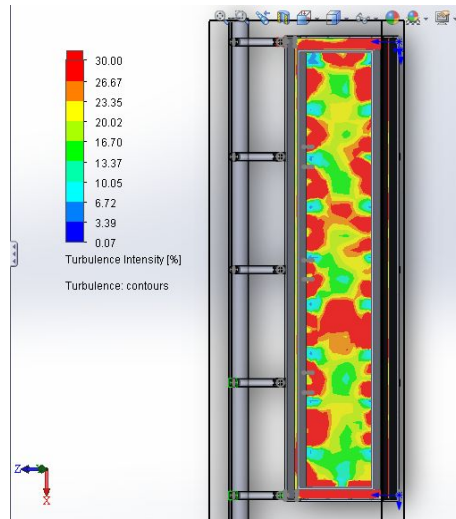
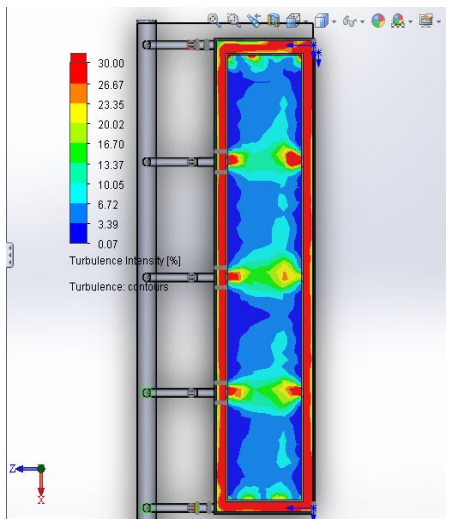


Расчеты и сравнение различных геометрий раскладок потолочных фильтров наноцефа

По скорости*:



По турбулентности:



*на высоте 1.5м от

Этапы стройки. Этап 1: зачистка.



Этап 3: сварка-монтаж каркаса.



Этап 4: фильтровальные модули.



Этап 5: монтаж воздуховодов и светодиодных светильников



Заливка антистатического
пола

Этап 6: Монтаж стен и кондиционера.



Цифровой кондиционер

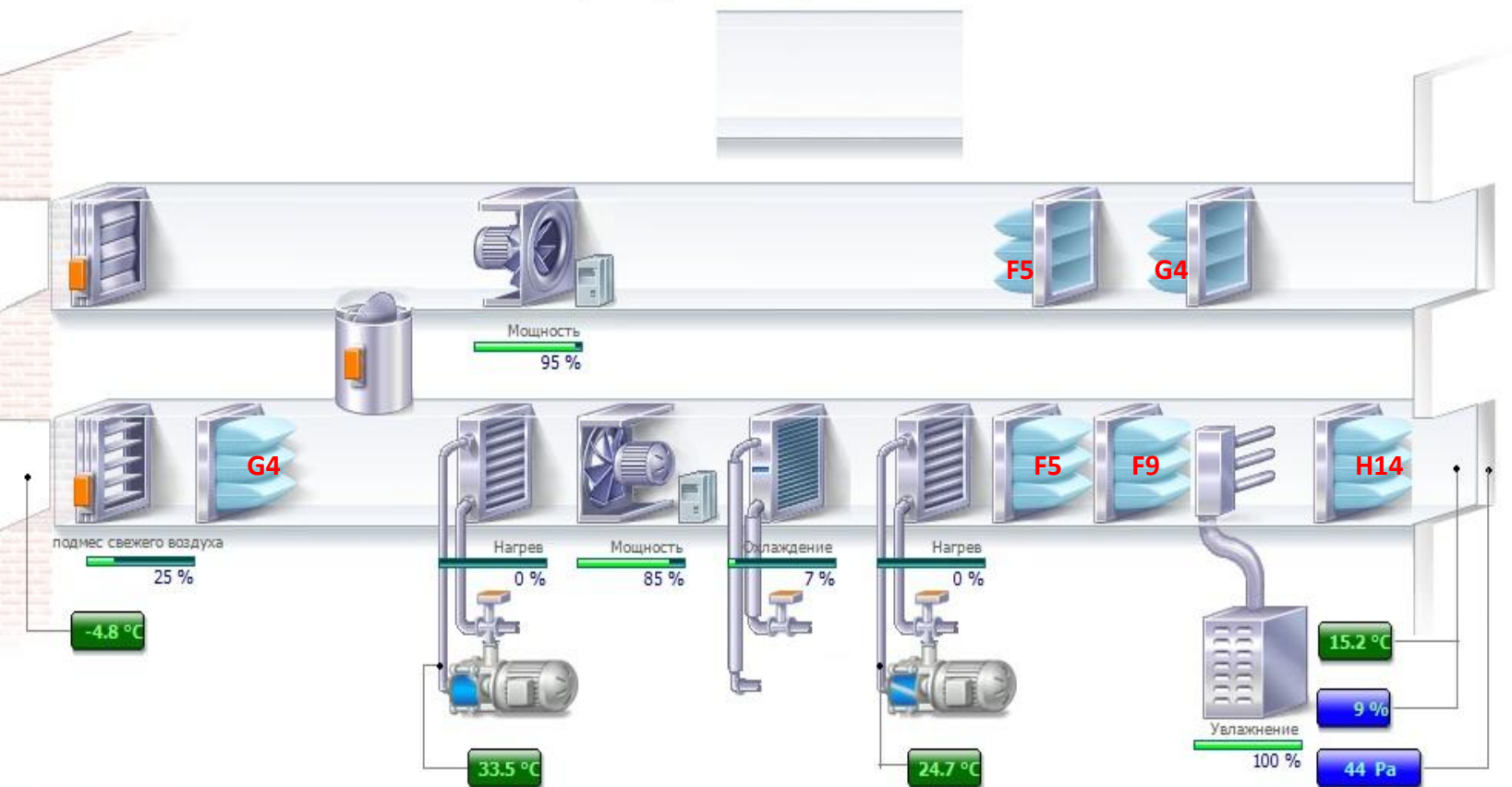
Схема

Графики работы

Журналы

Управление

Вентиляция административного этажа



Помещение 1

T1: 21.2 °C

h1: 10 %

PDE1: 40 Pa

Помещение 2

T2: 20.3 °C

h2: 8 %

PDE2: 4 Pa

Помещение 3

T3: 21.4 °C

h3: 10 %

PDE3: 48 Pa

Управление



Выключить управление

Заблокировать

Сброс аварии

Информация

Статус: **Работа**

Время года: ❄️

Этап 7: Газовая обвязка, вода, азот.



19Ш
Т



4атм.,
120л/мин



Азот:
99.99% - 120л/мин
99.999% - 60л/мин

Цифровое управление кондиционированием и продувкой воздуха газовых комнат

Вытяжка



Приток



Чистые комнаты класса ИСО-6/5



Установка оборудования



Подключение системы подачи газов для роста, травления и отжига тонких пленок

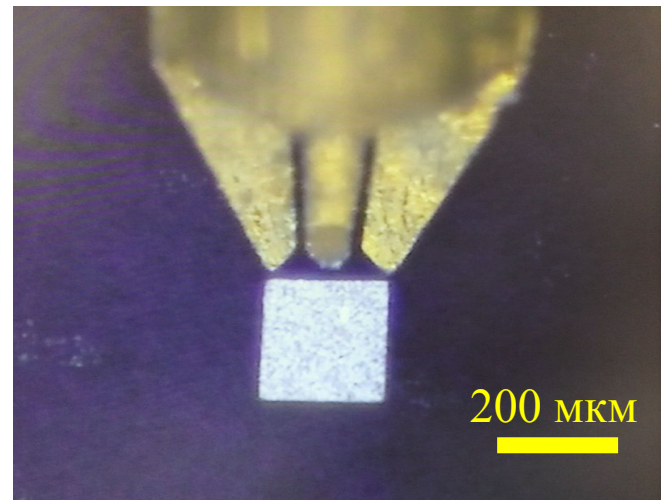
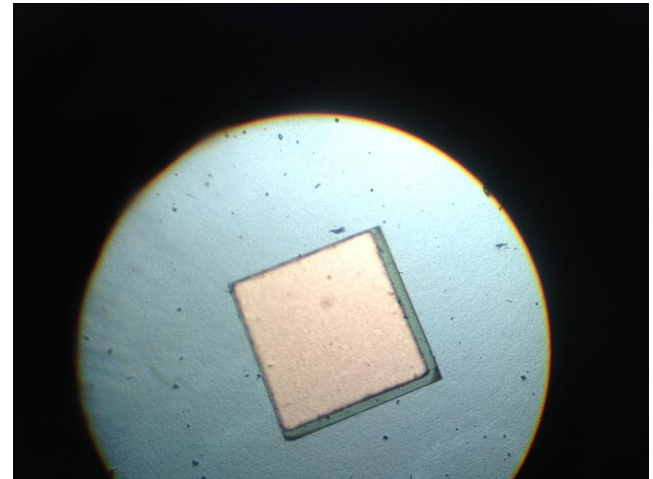
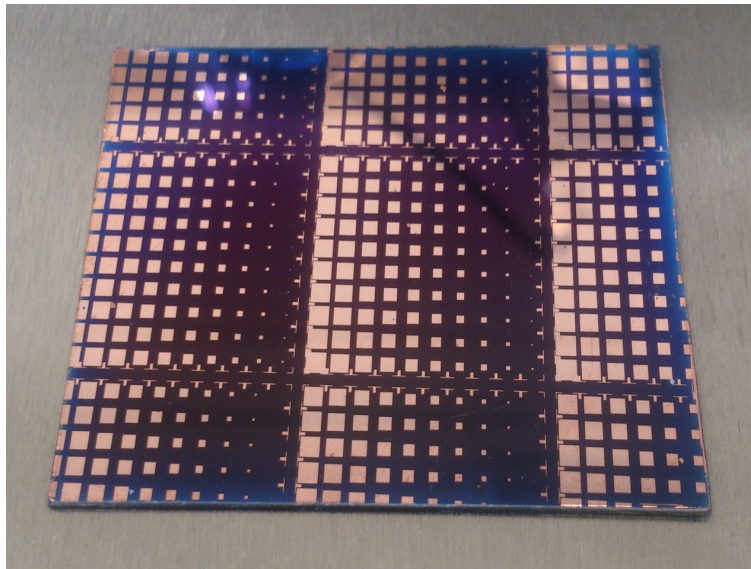


Нанолаборатория готова к работе

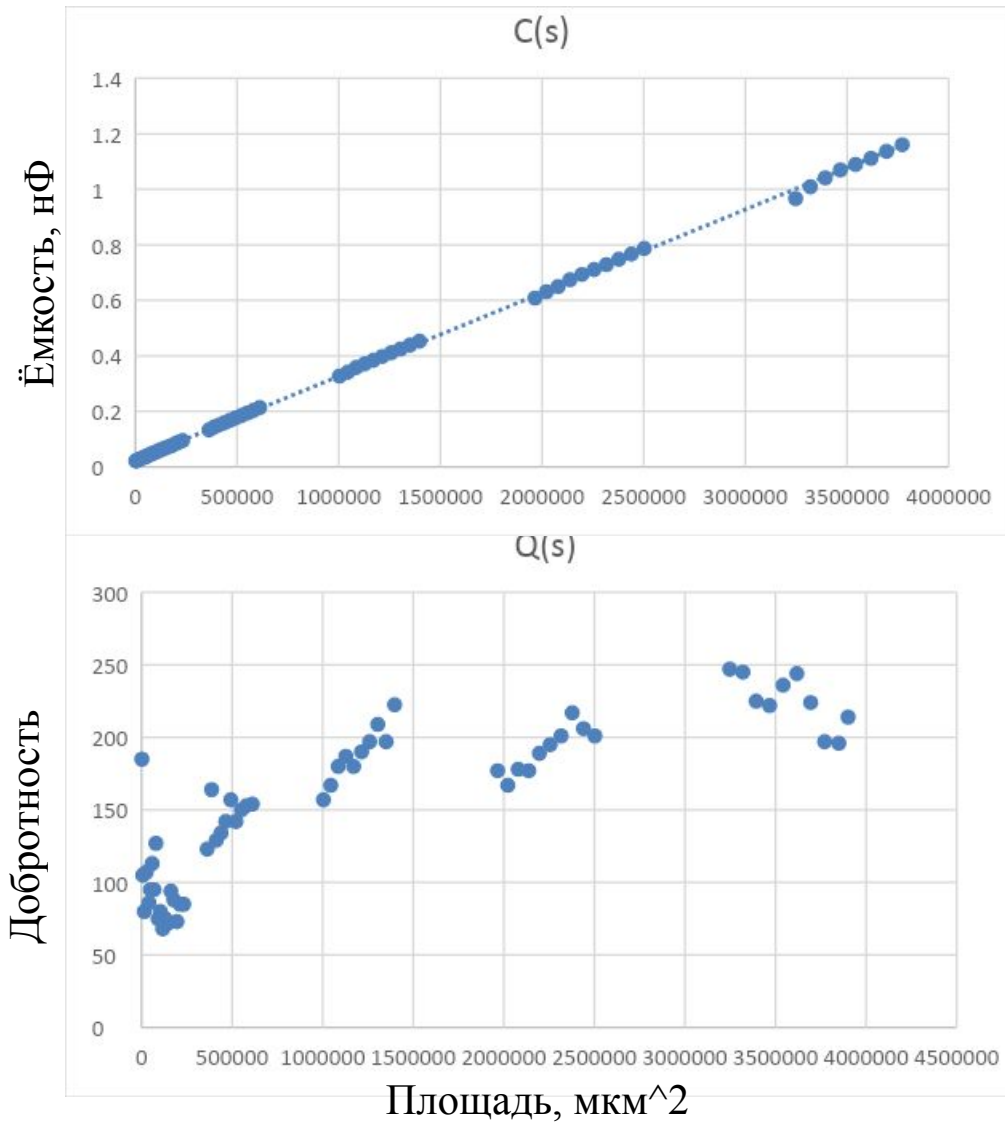


3. Опытные изделия нанолaborатории

Изготовлены опытные образцы конденсаторов с тонкоплёночными диэлектриками:
44нм Al_2O_3 и HfO_2 на кремнии

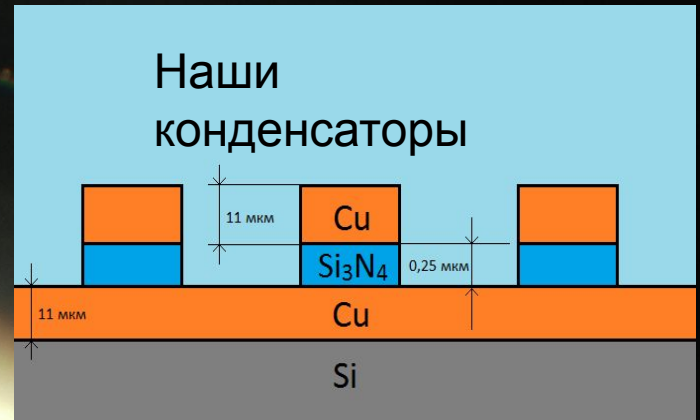
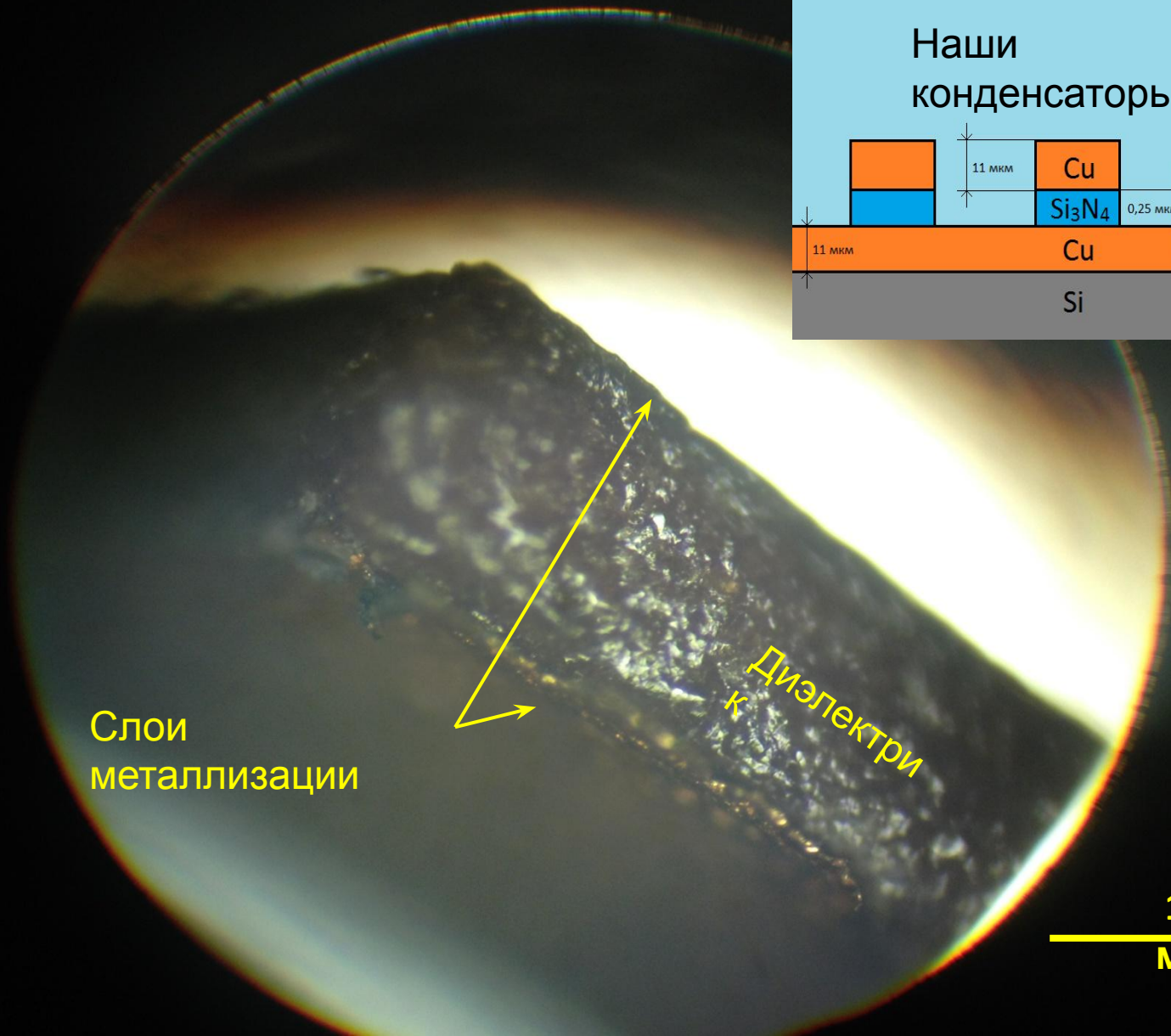


Типовые значения конденсаторов

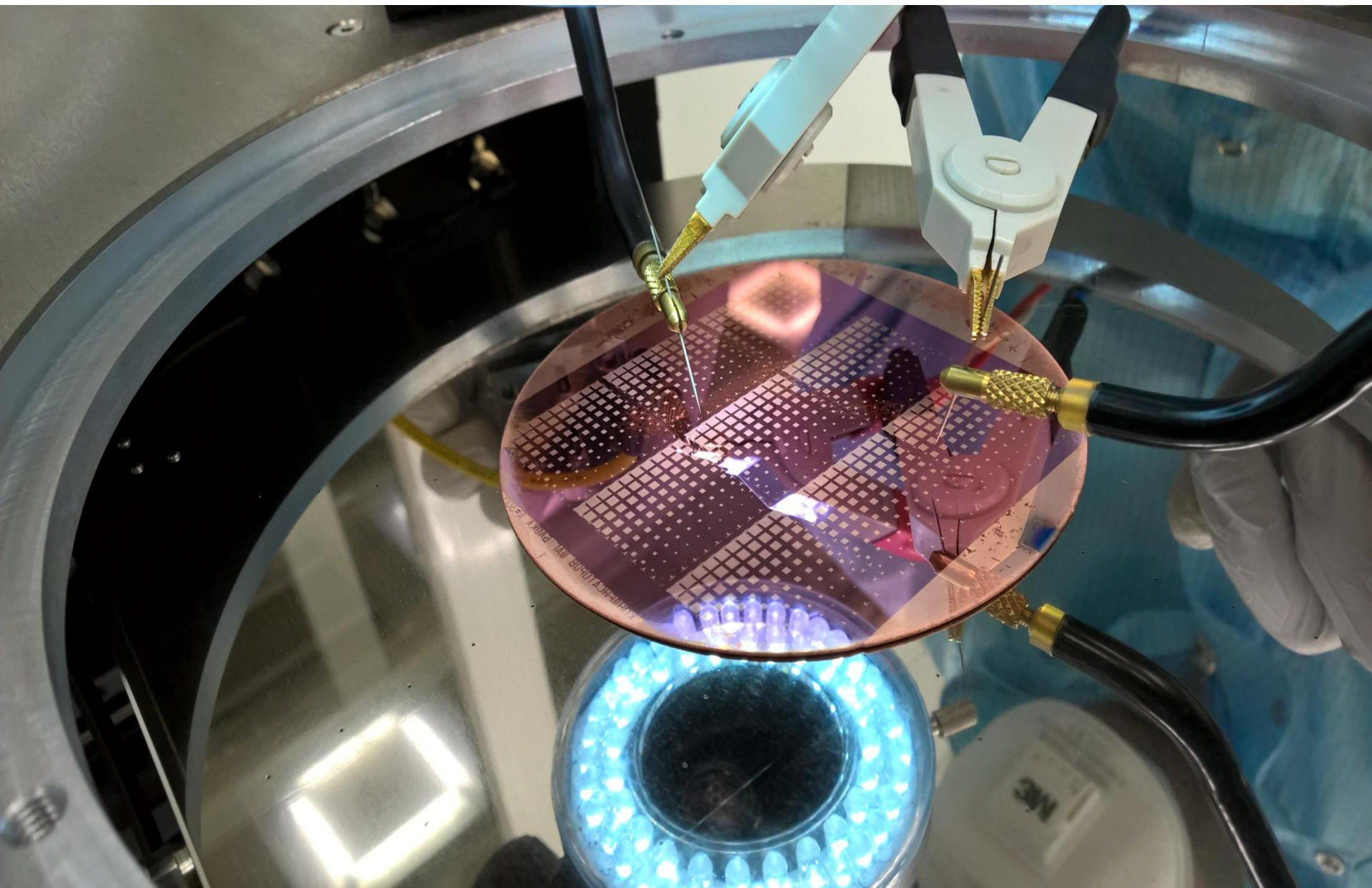


Отличие от импортных

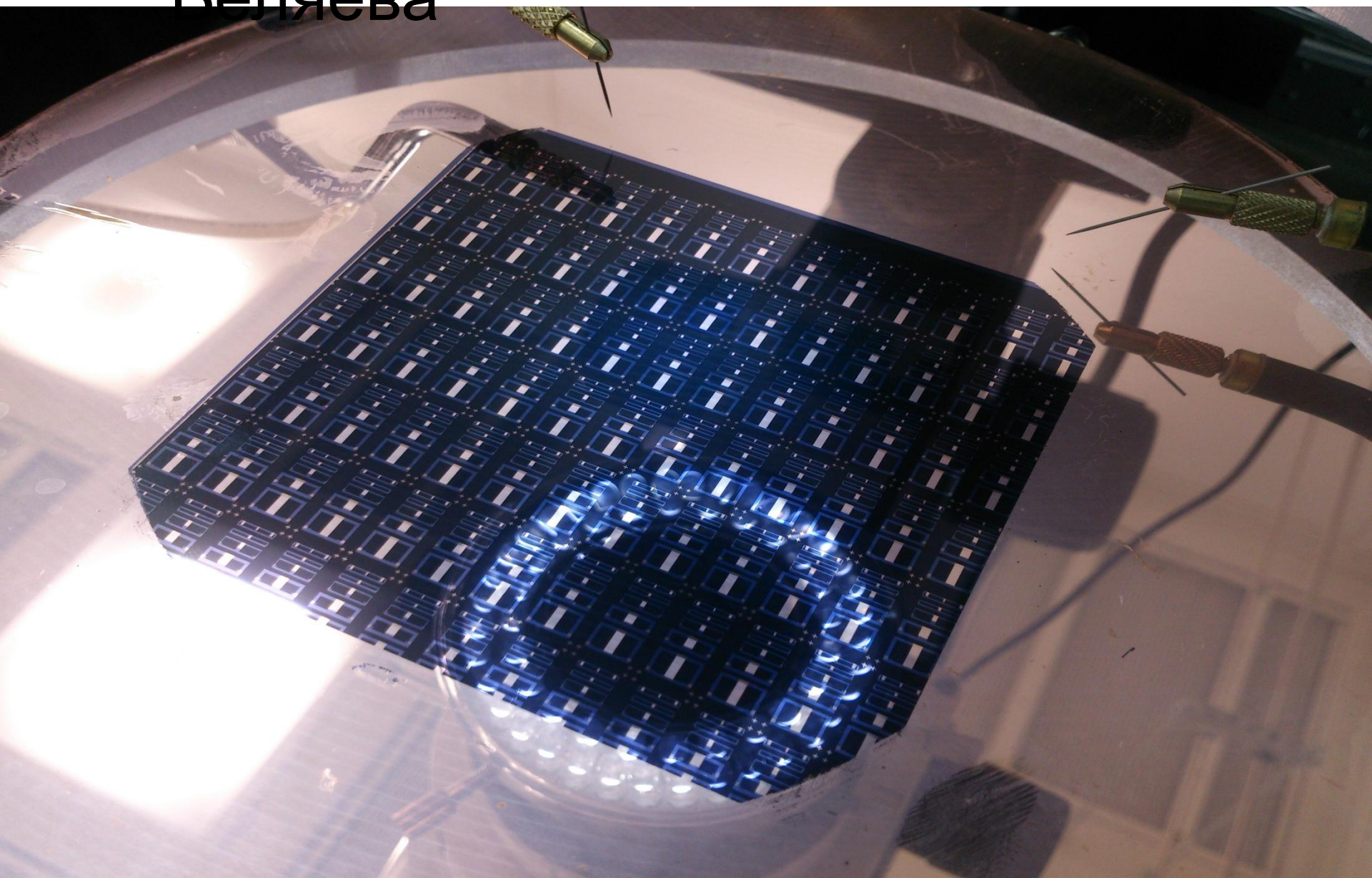
конденсаторов



Новый тип конденсаторов - на медной подложке

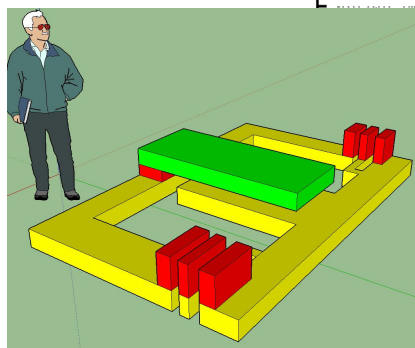
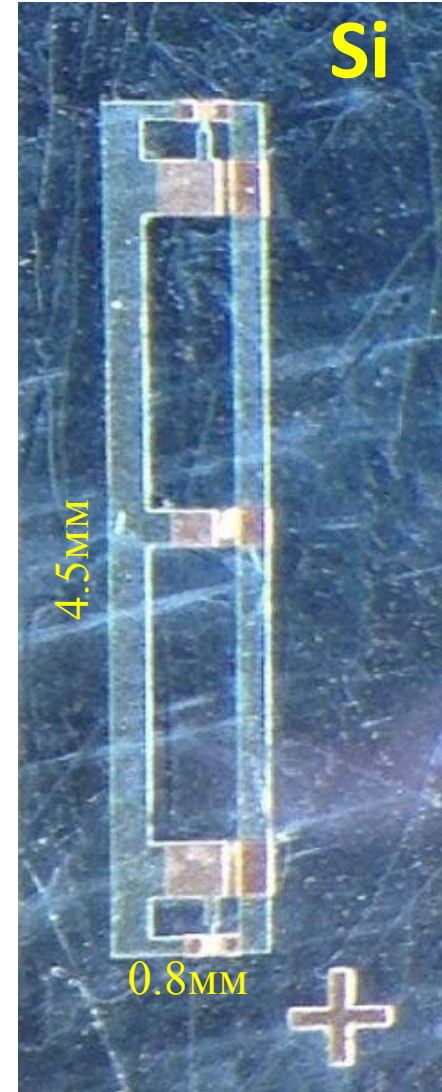
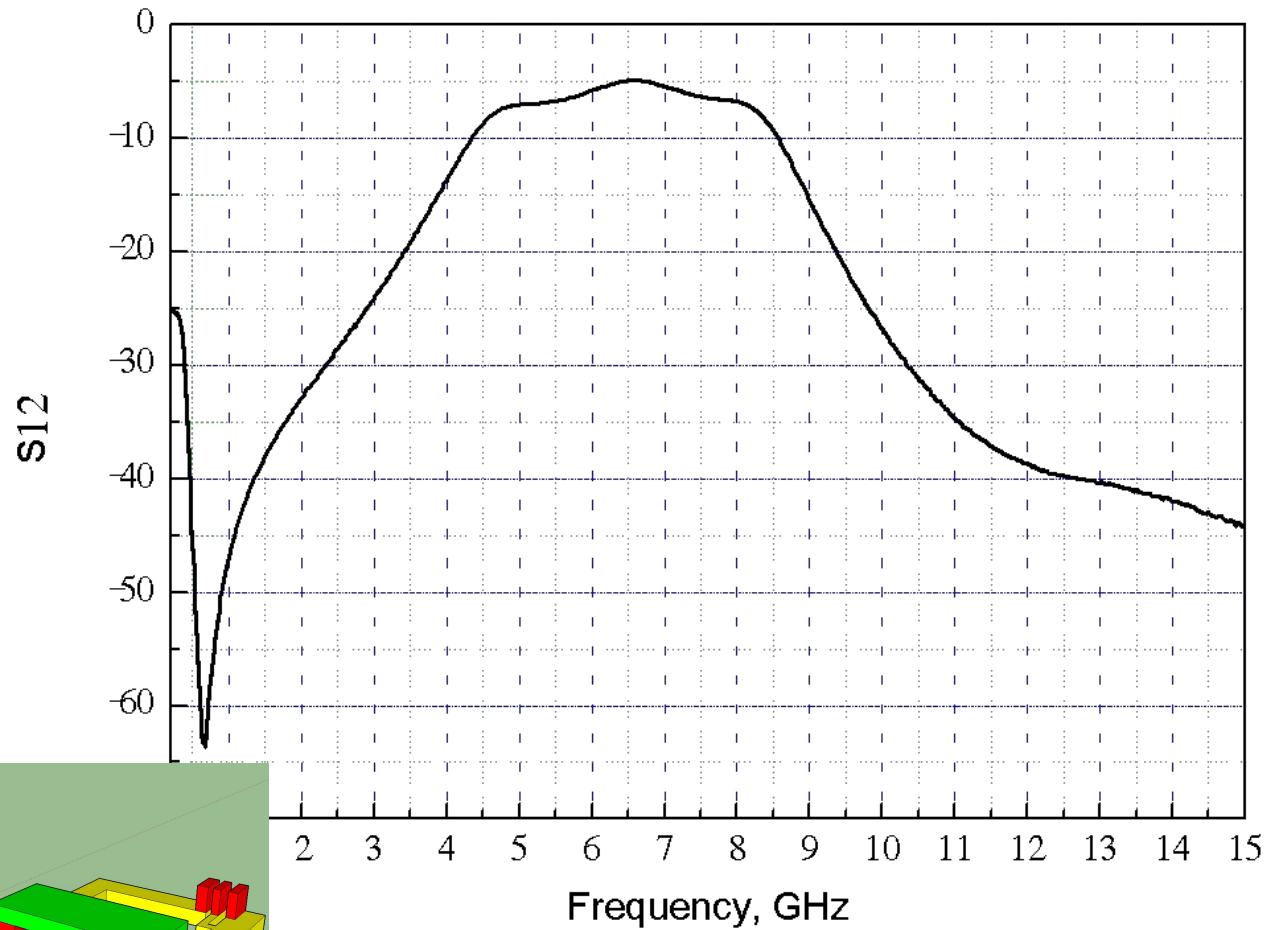


2-слойные СВЧ фильтры Б.А. Белыева



Характеристики кремниевого фильтра

2-layer Belyaev filter 16.09.16



Спасибо за внимание!

