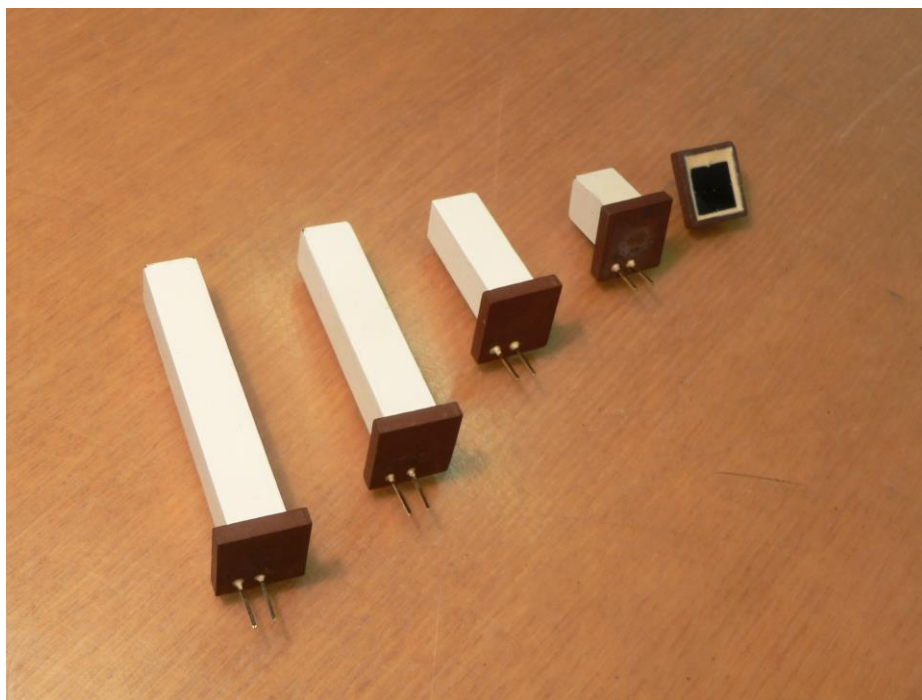


**КРЕМНИЕВЫЕ P-I-N ФОТОДИОДЫ БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ И ДЕТЕКТОРЫ ИОНИЗИРУЮЩИХ
ИЗЛУЧЕНИЙ НА ИХ ОСНОВЕ.
ДЕТЕКТОРЫ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ СБОРКИ
КРЕМНИЕВЫЙ ФОТОДИОД-СЦИНТИЛЛЯТОР.**

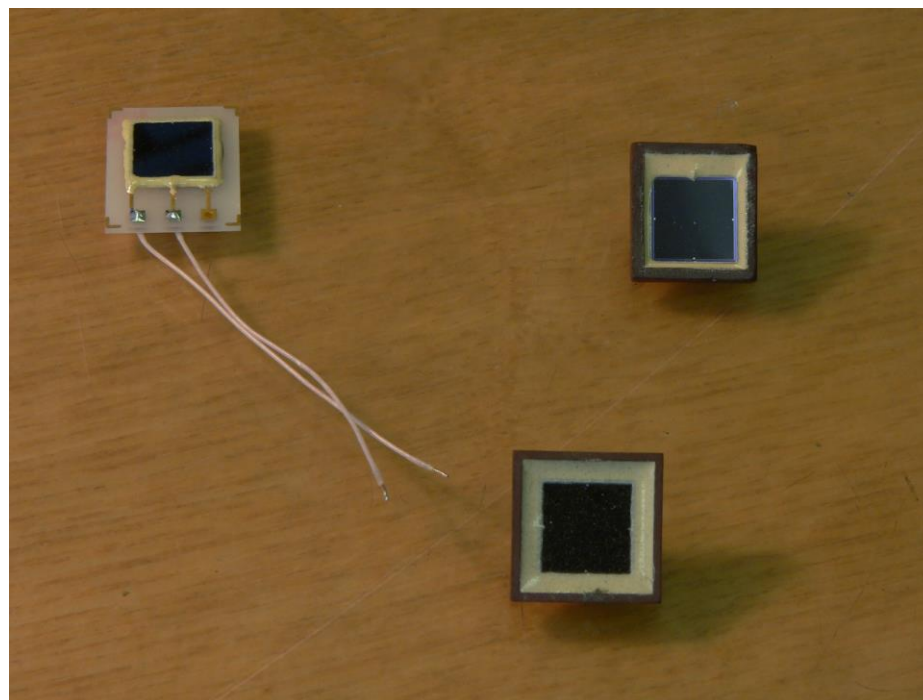
ФГУП «НПП «Пульсар» разрабатывает и выпускает кремниевые p-i-n фотодиоды большой площади. Созданы приборы с активной площадью 1,0 см², 2,0 см², 4,0 см², а также изготавливаются малыми сериями заказные фотодиоды по спецификациям Заказчиков. Приборы имеют следующие отличительные особенности:

- ◆ Большая активная площадь (1,0*1,0 см (S=1,0 см²), 1,45*1,45 см (S=2,0 см²), 2,0*2,0 см (S=4,0 см²))
- ◆ Приборы изготовлены из высокоомного особоочистого кремния n-типа (типичные значения $\rho=2..3$ и $4..5$ КОм*см) с высоким временем жизни неосновных носителей заряда (более 3 мс)
- ◆ Работа в фотовольтаическом либо фотопроводящем режиме
- ◆ Минимальные темновые токи, низкие шумы
- ◆ Высокая стабильность по времени
- ◆ Высокая чувствительность фотодиодов во всем спектральном диапазоне $\lambda=380..1100$ нм ($\eta=80\%$, $\lambda=450$ нм)
- ◆ Активная поверхность может быть защищена прозрачным покрытием, либо оставлена открытой для α -детектирования.
- ◆ Для детекторов рентгеновского и гамма излучений возможна сборка со сцинтилляторами CsI, CdWO₄, PbWO₄, ZnWO₄, BGO.
- ◆ Может быть изготовлен закрытый от света детектор ионизирующих излучений

P-I-N фотодиоды площадью 1 см²



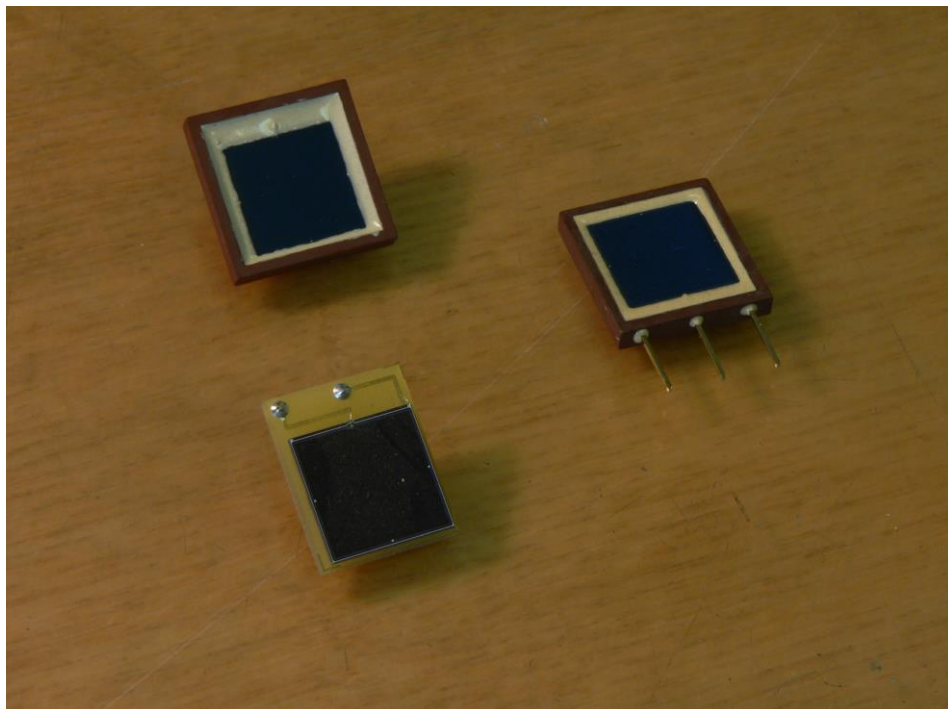
Сборка p-i-n фотодиодов площадью 1 см² со сцинтилляторами (CsI: Tl) различной высоты



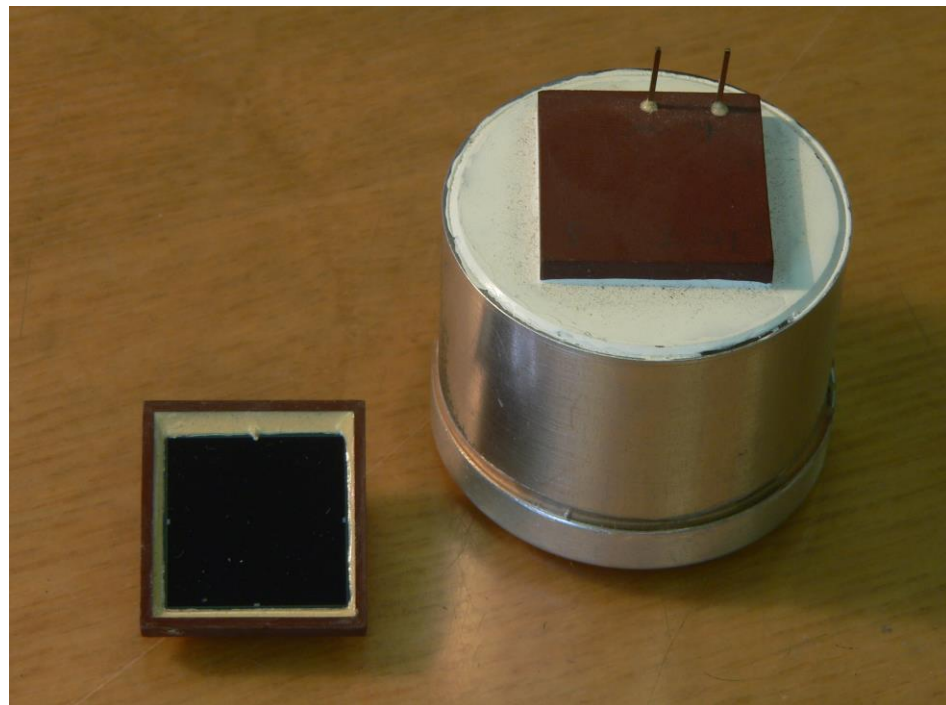
Примеры использования p-i-n фотодиодов площадью 1 см² как фотодиода, детекторов радона и детектора для исследования поляризации альфа излучения

Используются как собственно фотодиоды, так и как датчики излучений, детекторы радона. Приборы могут поставляться в стандартных корпусах, в заказных сборках, отдельных кристаллов с заданными характеристиками. Возможна сборка с различными сцинтилляторами

P-I-N фотодиоды площадью 2 см² и 4 см²

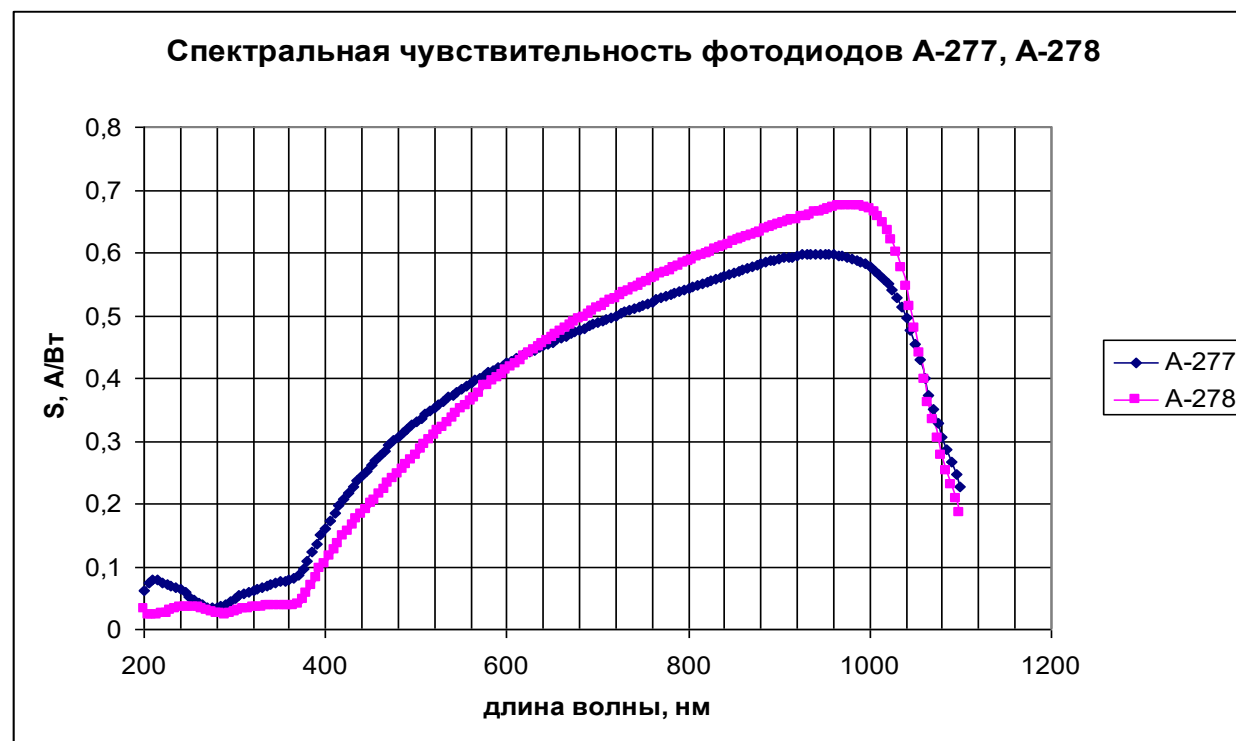


P-i-n фотодиоды площадью 2 см²;
(на стеклотекстолитовой плате - детекторов радона,
который поставляется в сборке с усилителем)



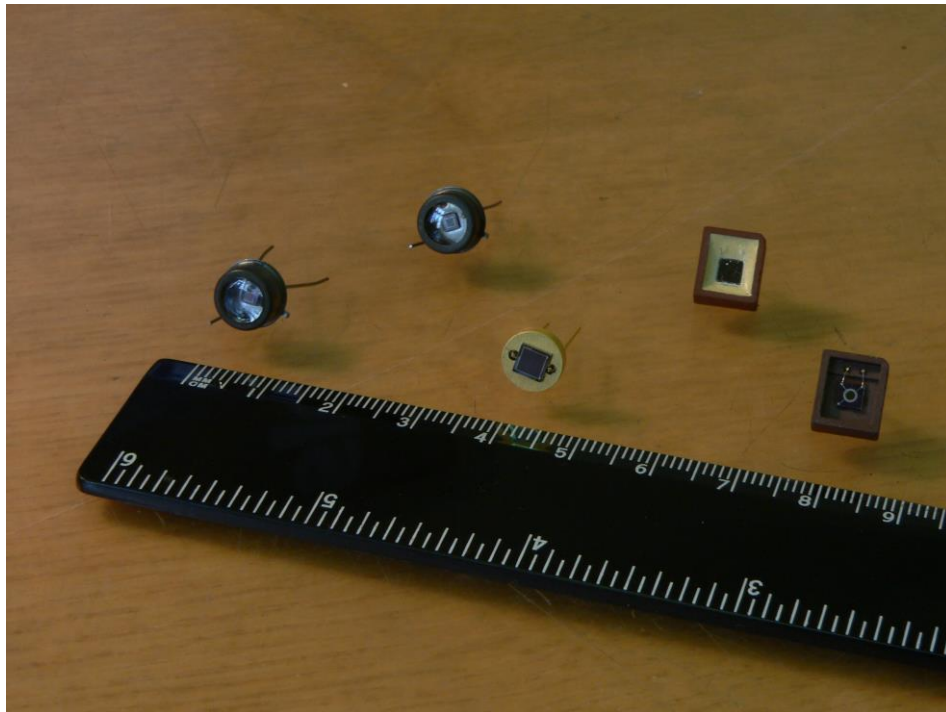
P-i-n фотодиоды площадью 4 см²

	Темновой ток р-і-п фотодиодов с различной площадью активной части, нА		
	1,0 см ²	2,0 см ²	4,0 см ²
Минимум	0,8	2,0	4,0
Типовой	1,5..2,0	3,0..4,0	8,0..15,0
Максимум	5	10,0	20,0
Во всех случаях U=-30 В, T=23 °С			

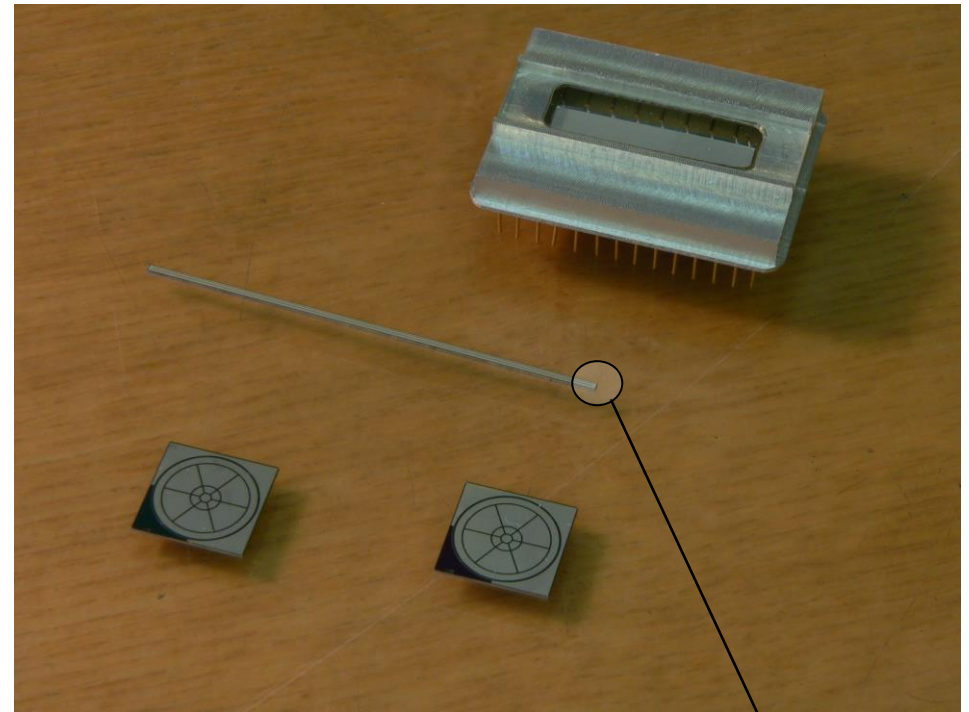


Спектральная зависимость р-і-п фотодиодов, изготовленных по разным технологиям. (А-227 – глубина р-п перехода – 0,27 мкм, толщина SiO₂ – 0,09 мкм, А-228 – глубина р-п перехода – 0,8 мкм, толщина SiO₂ – 0,12 мкм).

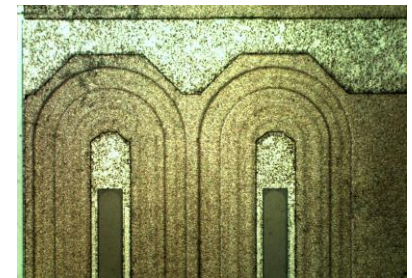
Фотодиоды малой площади и заказные фотодиоды



Фотодиоды малой площади (1*1 мм, D= 1 мм, 4*4 мм, лавинный фотодиод 3*3 мм)



Специализированные заказные приборы (увеличен фрагмент прибора, состоящего из двух близкорасположенных фотодиодов длиной 56 мм(!) и шириной 50 мкм)



Схематическая конструкция специализированного фотодиода

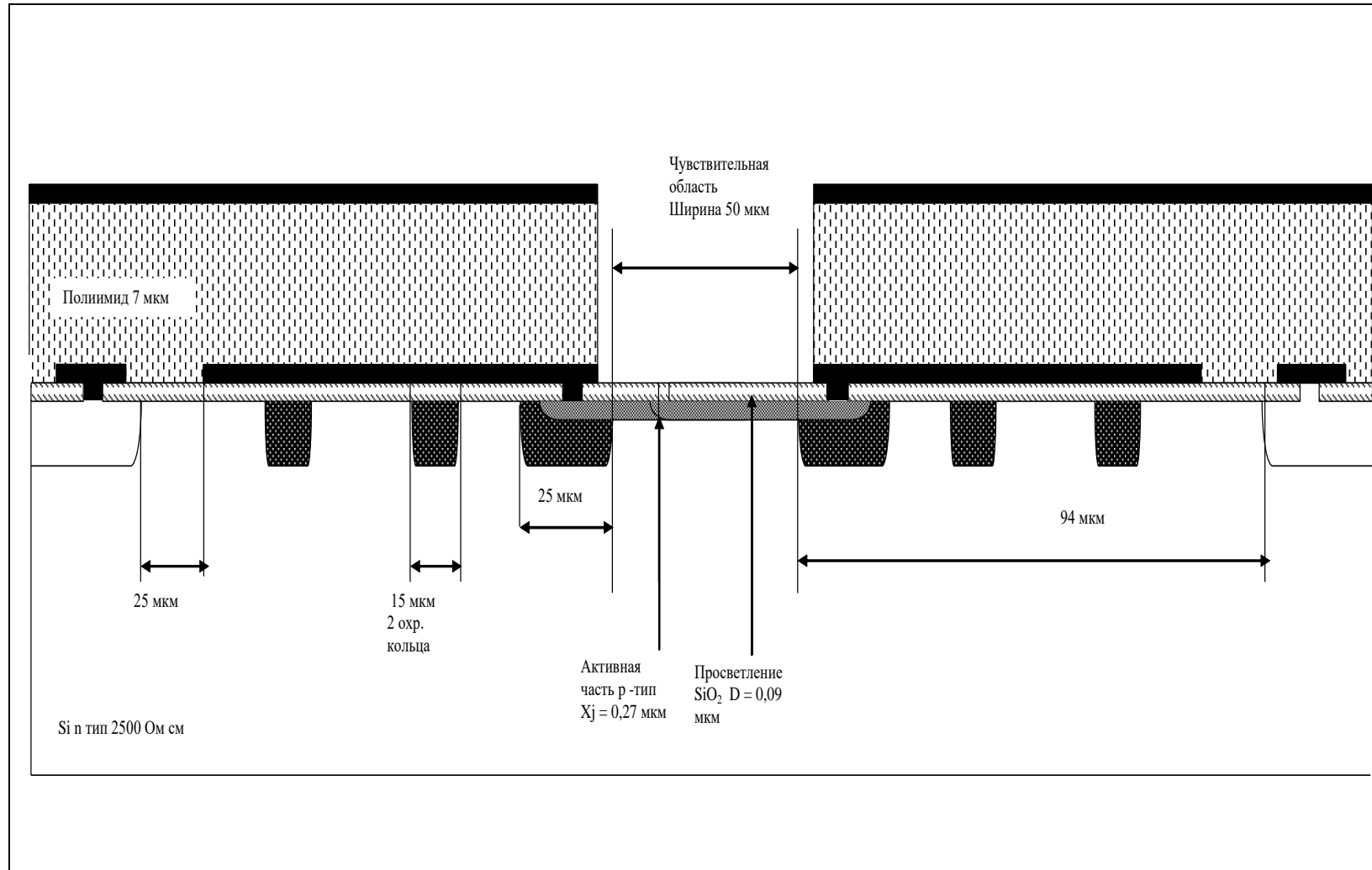
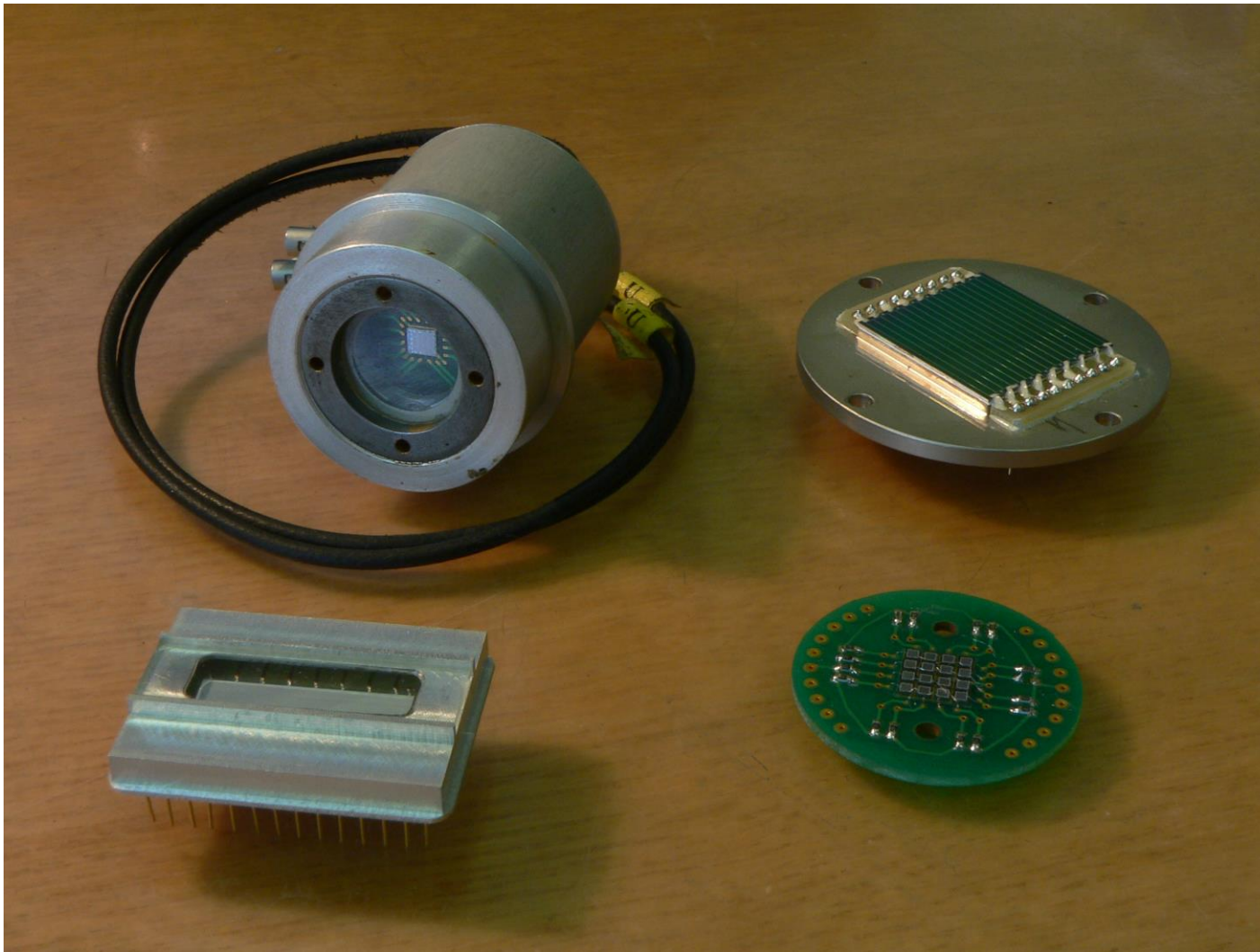


Схема одного канала фотодиода для использования в системах космической стыковки. Длина канала 56 мм (56 000 мкм), ширина 50 мкм. Показаны некоторые геометрические размеры, дополнительный экран на полиимидном слое служит для точного определения фоточувствительных областей и подавления помех.

Сборки фотодиодов с усилителями и оптическими элементами



Фотодиоды могут поставляться с усилителями (гибридная сборка в составе ФПУ), а также с элементами оптических систем (объективы, фильтры)

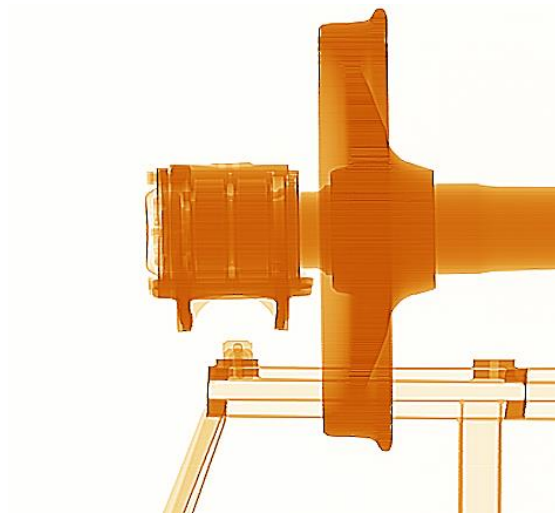
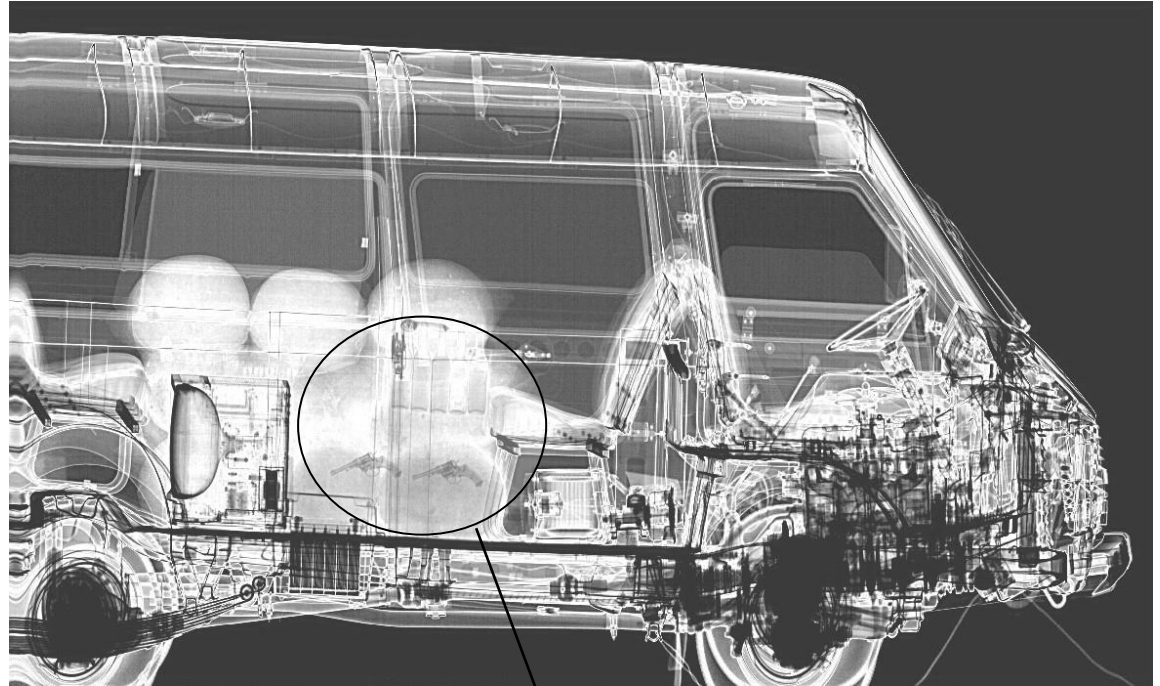
ДЕТЕКТОРЫ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ СБОРКИ КРЕМНИЕВЫЙ ФОТОДИОД-СЦИНТИЛЛЯТОР.

Для использования в досмотровой технике
(таможенный контроль багажа,
«просвечивание» контейнеров),

для неразрушающем контроле в
промышленности,

для прецизионного контроля
геометрических размеров

медицинские исследования



Основные особенности:

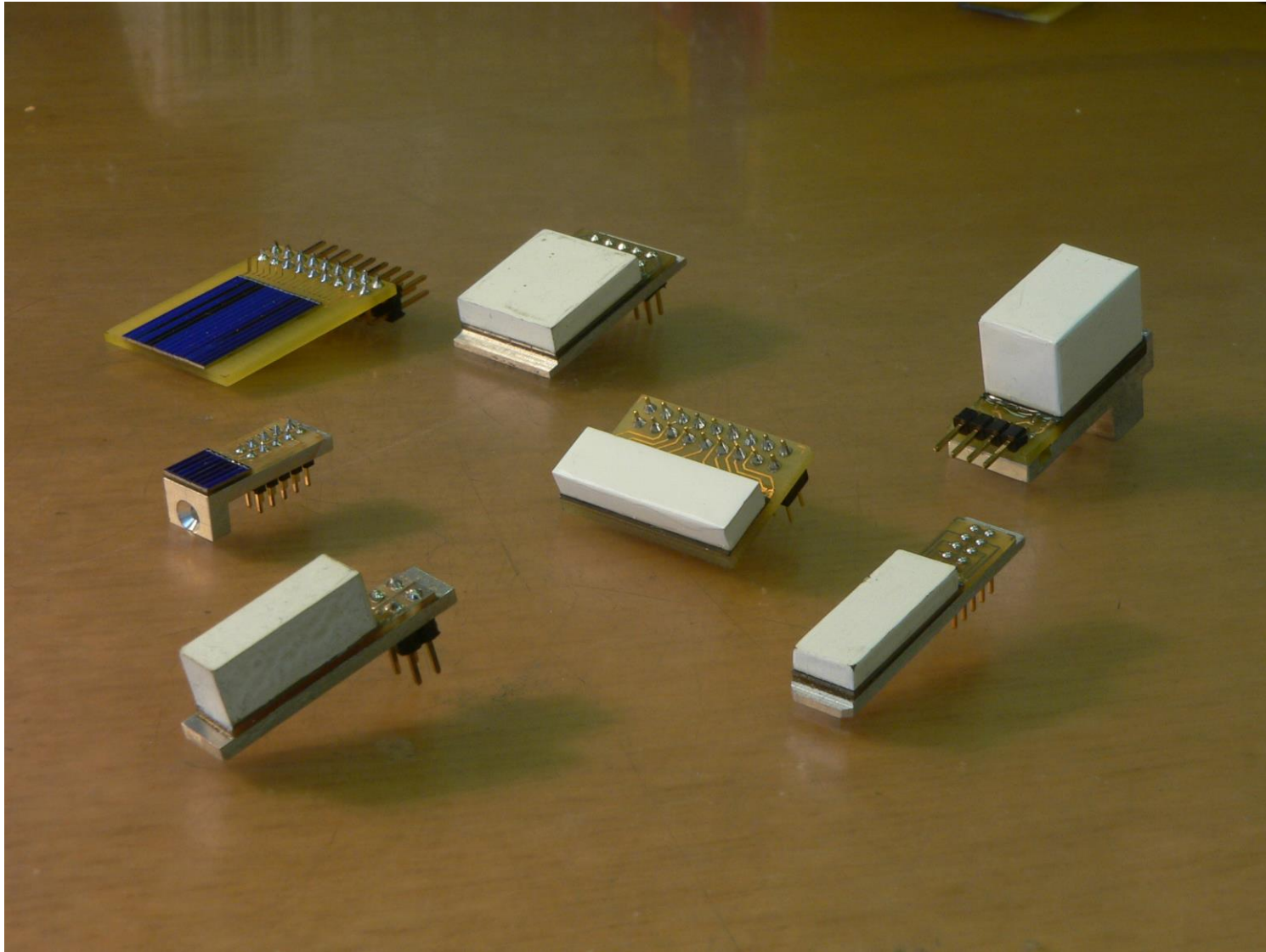
- Активная площадь и число элементов изображения ("пикселей" фотодиода) оптимизируется для каждого конкретного проекта
- Фотодиоды изготавливаются исходя из условий эксплуатации, технических параметров и цены на кремнии любого требуемого номинала (высокоомного особо чистого кремния n-типа ($\rho=3...5 \text{ КОм} \cdot \text{см}$) с высоким временем жизни; кремния, выращенного методом зонной плавки среднего номинала типа ($\rho=0,7...1,0 \text{ КОм} \cdot \text{см}$); кремния "обычного" номинала ($\rho=20...40 \text{ Ом} \cdot \text{см}$))
- Работа фотодиода в фотовольтаическом либо фотопроводящем режиме (обратное смещение от 10 мВ до 30 В)
- Минимальные темновые токи, низкие шумы
- Высокая стабильность по времени
- Высокая чувствительность фотодиодов в спектральном диапазоне высвечивания сцинтиллятора ($\eta=75\%$, $\lambda=500 \text{ нм}$)
- Для лучшего светосбора применяется ряд мер: поверхность сцинтиллятора защищается непрозрачным покрытием, сцинтиллятор с фотодиодом соединяется с помощью специального компаунда с оптимизированными оптическими параметрами, между элементами сцинтиллятора вводится непрозрачный материал для предотвращения перекрестных помех и т.п.
- Для детекторов рентгеновского и гамма излучений возможна сборка со сцинтилляторами CsI, CdWO₄, PbWO₄, ZnWO₄, BGO, ZnSe, "пластик".
- Постоянно ведется разработка новых приборов (например, детекторов для "точной" дефектоскопии с размерами элементов изображения до 0,4 мм)
- Детекторы могут поставляться с электроникой последующего усиления, выделения и обработки сигнала, а также соответствующими драйверами для компьютера
- Цены приборов остаются конкурентоспособными как для отечественного, так и мирового рынка

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕТЕКТОРОВ

№	Геометрические размеры элемента (активной части), мм	Число элементов, шт	Типовой диапазон	Возможные области применения	Примечания
1	1,57 x 3,2 (1,43 x 3,0)	16 (линейка)	80..200 кэВ	Контроль багажа	длина 25,4 мм
2	0,84 x 0,98 (0,65 x 0,78)	32 (линейка)	50 кэВ	Промышленный контроль	длина 25,4 мм
3	0,2 x 0,31 (0,16 x 0,27)	64 (билинейка 2 x 32 шт)	80..200 кэВ	Неразрушающий контроль кабелей	длина 14 мм
4	3,0 x 20,7 (2,5 x 20,0)	1	5 МэВ	Таможенный контроль контейнеров	
5	2,2 x 20,7 (1,92 x 20,0)	1 или 8	8 МэВ	Промышленный контроль	
6	1,0 x 23,0 (0,765 x 22,25)	1 или 8	500 кэВ	Томография	
7	1,9 x 21,0 (1,46 x 20,0)	1	500 кэВ	Промышленный контроль	
8	1,5 x 21,0 (1,0 x 20,0)	1	500 кэВ	Промышленный контроль	
9	1,0 x 7,0 (0,72 x 6,0)	8	500 кэВ	Промышленный контроль	
10	1,1 x 1,1 (0,84 x 0,84)	5 x 5 (матрица)	80..200 кэВ	Промышленный контроль	
11	1,1 x 1,1 (0,84 x 0,84)	8 x 8 (матрица)	80..200 кэВ	Промышленный контроль	

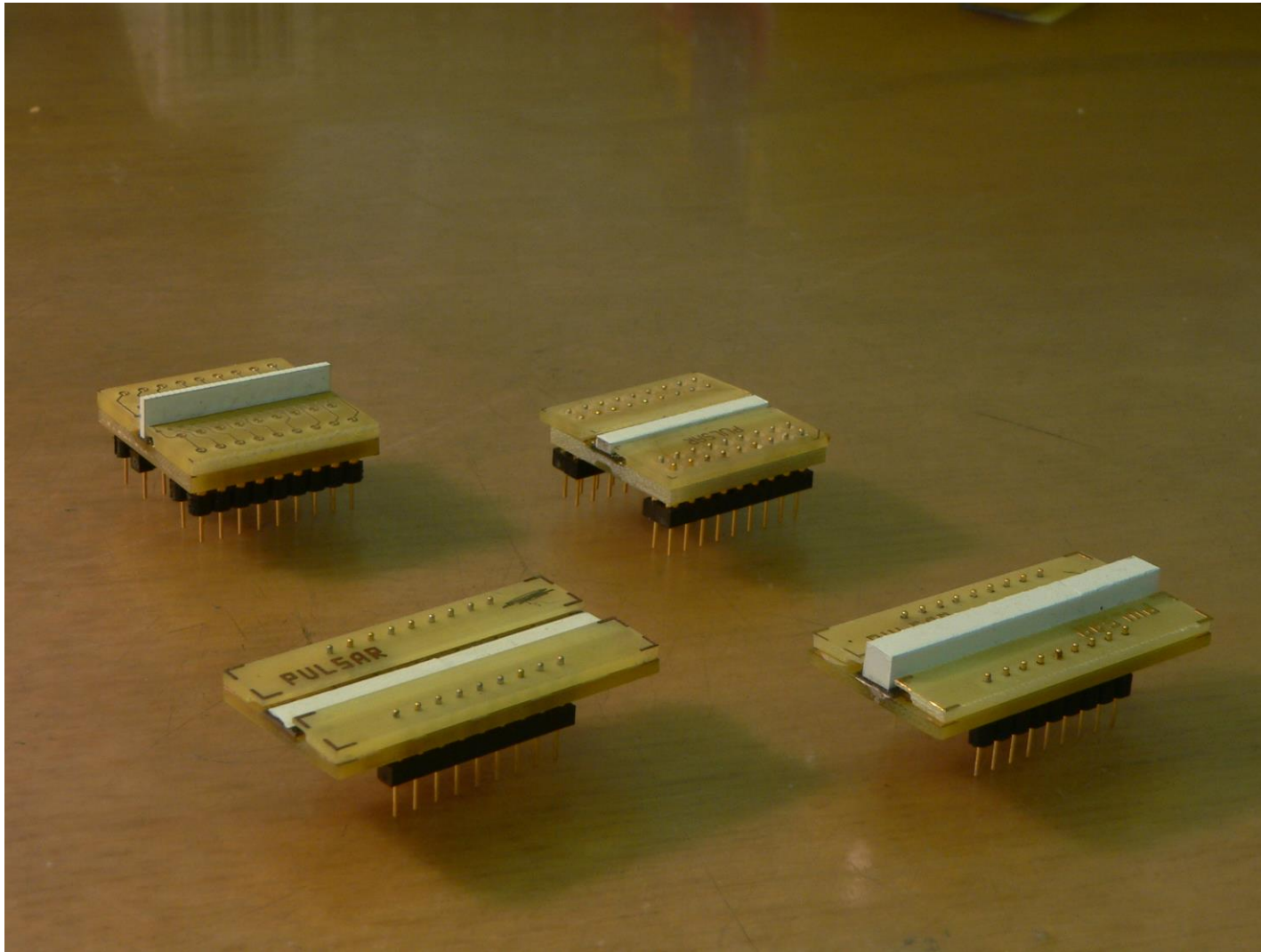
Конструкция всех линеек и одиночных приборов позволяет проводить сборку (стыковку) в модули требуемой длины без потери пространственной точности.

Детекторы гамма излучения



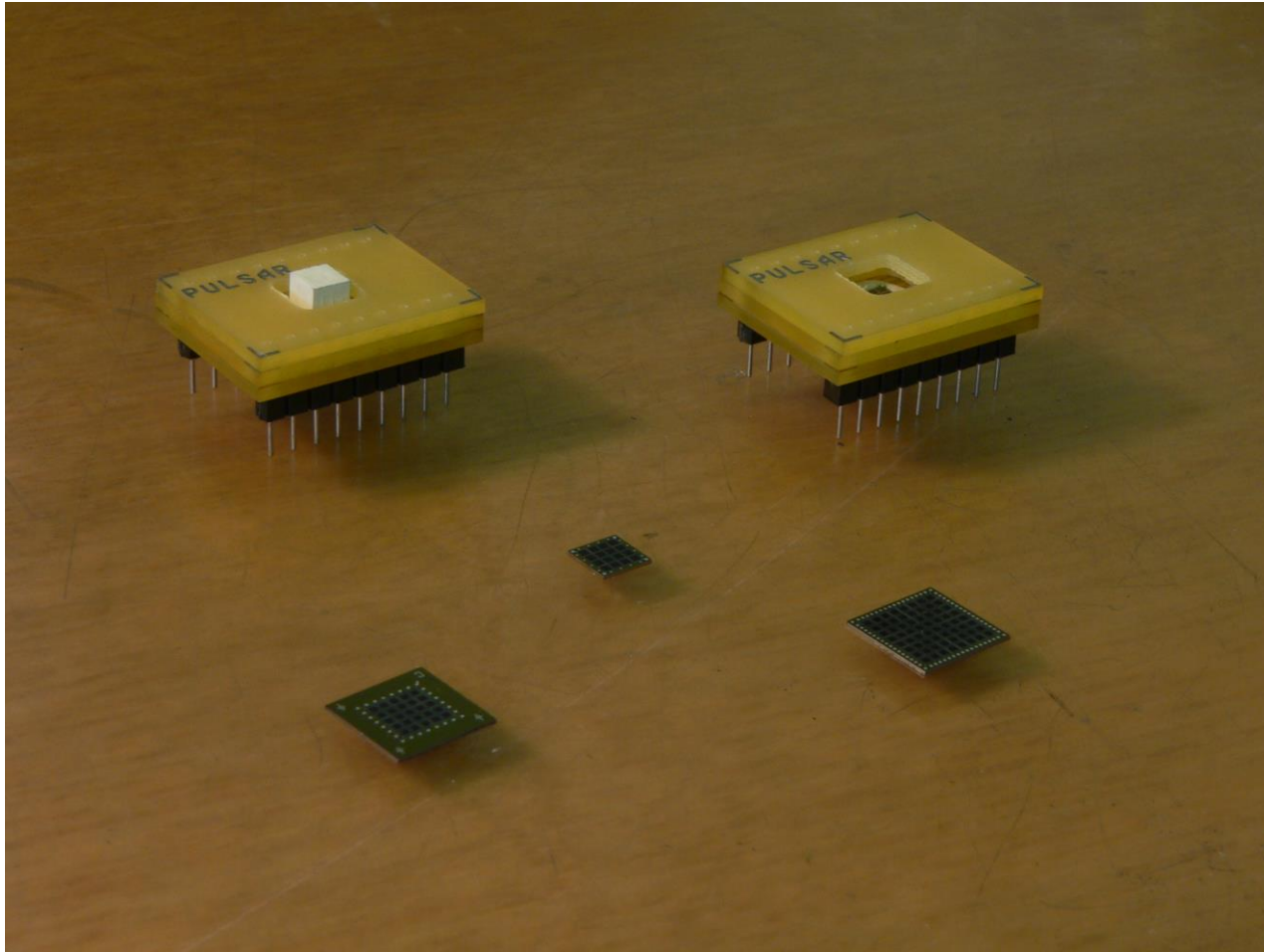
Различные детекторы для визуализации гамма излучения. Конструкция позволяет проводить сборку (стыковку) в модули требуемой длины без потери пространственной точности

Детекторы рентгеновского излучения



32-элементные и 16-элементные линейные детекторы для визуализации рентгеновского излучения для использования в досмотровых системах контроля багажа

Матричные приемники



Матрицы 4*4, 5*5, 8*8 элементов с индивидуальными выводами