

---

# СЦИНТИЛЛЯТОРЫ



Hangzhou Shalom Electro-optics Technology Co., Ltd.

Quality You Can See, Expertise You Can Trust.

[www.shalomeo.ru](http://www.shalomeo.ru)

# Применение

Сцинтилляторы Shalom EO используются в:

- Ядерная энергия
- Каротаж нефтяных скважин
- Ядерная медицина
- Инспекция безопасности
- Физика высоких энергий,
- Исследование космических лучей
- Сканирующий электронный микроскоп,
- Промышленный неразрушающий контроль



Оборудование для досмотра безопасности



Оборудование для ядерной медицины



Инспекция нефтяных месторождений



Атомные электростанции



Аэрокосмическая промышленность



Мониторинг радиационной обстановки



## О нас

### Shalom EO: Экспертиза и инновации в области сцинтилляторов

Hangzhou Shalom Electro-optics Technology Co., Ltd., со штаб-квартирой в Ханчжоу, является надежным мировым поставщиком сцинтилляторов, а также широкого спектра электрооптики. Shalom EO представляет комплексный каталог сцинтилляционных материалов и технологий: от неорганических и пластмассовых сцинтилляторов, экранов и пиксельных сборок до сцинтилляционных детекторов и аксессуаров. Наша продукция находит применение в таких областях, как каротаж нефтяных скважин, медицинская визуализация, промышленный неразрушающий контроль (НК/NDT), системы досмотра и безопасности, радиационный мониторинг, атомные электростанции и многое другое. Shalom EO стремится идти в ногу с техническими тенденциями и поддерживать вас в модернизации и разработке новых продуктов.

### Надежный партнер: ISO-9001 контроль качества

Благодаря глубокому инженерному опыту наша команда квалифицированных инженеров и менеджеров по продажам консультирует и оценивает проекты, оказывая поддержку клиентам по всему миру как с технической, так и с коммерческой точки зрения. Сложная система контроля качества Shalom EO, сертифицированная по стандарту ISO 9001, в сочетании с сотрудничеством с независимыми лабораториями позволяет нам предоставлять протоколы испытаний параметров сцинтилляторов.

### Наш дистрибьютор в России

Для наилучшего обслуживания российских клиентов мы установили тесное партнерство с группой компаний «С-Компонент» ([www.c-component.ru](http://www.c-component.ru)) — специализированной производственной фирмой, которая является нашим дистрибьютором в России, что позволяет нам обеспечивать локальную поддержку заказчиков.

- Широкий выбор стандартных и изготовленных на заказ сцинтилляционных изделий
- Независимый русскоязычный веб-сайт для онлайн-запросов
- Быстрая доставка по всему миру, российский дистрибьютор, обеспечивающий местную поддержку
- Опытная команда инженеров/продавцов, идущая в ногу с техническим прогрессом
- Возможности тестирования сцинтилляторов (например, энергетическое разрешение, тестирование температурной стабильности)
- Контроль качества по стандарту ISO-9001 и 12-месячная гарантия

## Сцинтилляционные кристаллические материалы

· LYSO(Ce).....	05	· LaBr <sup>3</sup> (Ce).....	15
· CsI.....	06	· LaCl <sup>3</sup> (Ce).....	17
· CsI(Tl).....	07	· CeBr <sup>3</sup> .....	18
· CsI(Tl) — с низким.....	08	· CdWO <sup>4</sup> .....	19
послесвечением		· YSO(Ce).....	20
· CsI(Na).....	09	· YAP(Ce).....	21
· YAG(Ce).....	10	· RGBS.....	22
· GAGG(Ce).....	11	· CaF <sup>2</sup> (Eu).....	23
· LuAG(Ce).....	12	· BaF <sup>2</sup> .....	24
· BGO.....	13		
· Керамика GOS.....	14		

## Сцинтилляционные экраны

· Сцинтилляционные экраны.....	43
(изготавливаются по заказу)	
· Сцинтилляционные экраны YAG(Ce).....	44
· Сцинтилляционные экраны GAGG(Ce) ..	46

## Пиксельные сцинтилляционные матрицы и модули

· Массивы LYSO(Ce).....	26
· Массивы LaBr <sub>3</sub> (Ce).....	27
· Массивы BGO.....	28
· Массивы GAGG(Ce).....	29
· Массивы CdWO <sub>4</sub> .....	30
· Массивы CsI(Tl).....	31
· Массивы GOS:Pr.....	32
· Массивы GOS:Tb.....	33
· Тонкоплёночные.....	34
сцинтилляционные экраны GOS	
· Массивы YSO(Ce).....	36
· Сцинтилляционные матрицы детекторов.....	37
(в сборке с кремниевыми фотодиодами)	
· Платы детекторов рентгеновского излучения.....	39
· Многослойные сцинтилляционные матрицы.....	41
· Световоды для сцинтилляционных массивов.....	41

## Инкапсулированные сцинтилляционные кристаллы и детекторы NaI(Tl)

· Цилиндрические инкапсулированные.....	48
кристаллы NaI(Tl)	
· Прочные кристаллы NaI(Tl).....	49
для каротажа скважин	
· Кристаллы и детекторы NaI(Tl).....	50
прямоугольного типа	
· сцинтилляционный кристалл NaI.....	51
(Tl) колодезного типа	
· Кристаллы и детекторы NaI(Tl).....	52
с боковыми окнами	
· Кристаллы и детекторы NaI(Tl).....	53
тонкого дискового или пластинчатого типа	

## Сборки и аксессуары для сцинтилляционных детекторов

· Сцинтилляционные детекторы (сцинтиллятор + ФЭУ)	55
· Сцинтилляционные детекторы с кремниевыми фотоумножителями (SiPM)	56
· Сцинтилляционные детекторы (сцинтиллятор + ФЭУ + электроника)	57
· Электронные модули (изготавливаются по заказу)	57
· Сборки пластиковых сцинтилляционных детекторов	58
· Световоды из PMMA для сцинтилляторов	59
· Фотоэлектронные умножители (ФЭУ, PMT)	60

## Пластиковые сцинтилляторы

· Пластиковые сцинтилляторы SP101 (аналог EJ-212 и BC400)	63
· Сцинтилляторы из литиевого стекла SG101 для обнаружения нейтронов	64
· Пластиковые сцинтилляторы SP102 для регистрации бета-излучения	65
· Пластиковые сцинтилляторы SP121 (аналог EJ-444)	66
· Детекторы на основе пластиковых сцинтилляторов для контроля поверхностного загрязнения	67
· Пластиковые сцинтилляторы SP122 для регистрации низкоэнергетического гамма-излучения	68
· Пластиковые сцинтилляторы SP123 (аналог EJ-442)	69
· Пластиковые сцинтилляционные детекторы	70
· Световоды из PMMA для пластиковых сцинтилляционных детекторов	71
· Пиксельные массивы и волоконные массивы из пластиковых сцинтилляторов	72

## Детекторы на основе CZT (CdZnTe)

· Полусферические детекторы CZT (серия CZT-НМ01)	74
· Полусферические детекторы CZT (CdZnTe) (серия CZTDT-01C1)	75
· Детекторы CZT (CdZnTe) для альфа-спектрометрии (CZTDT-P02)	76
· Планарные детекторы CZT (CdZnTe) (серия CZT-P01)	77
· Пиксельные детекторы CZT (CdZnTe) (серия CZT-PX01)	78

## RIID-детекторы и многоканальные анализаторы

· Портативный RIID-детектор гамма-излучения	80
· Многоканальный анализатор с цоколем под лампу (Tube Base MCA)	81

# Сцинтилляционные кристаллические материалы



Shalom EO специализируется на предоставлении широкого спектра неорганических и пластмассовых сцинтилляционных материалов. Применение нашей продукции варьируется в зависимости от материала и конструкции в самых разных областях: медицинская визуализация, атомная энергетика, добыча полезных ископаемых, безопасность, физические исследования и наблюдение за космосом.

В наш ассортимент входят следующие материалы:

$\text{NaI(Tl)}$ ,  $\text{LYSO(Ce)}$ ,  $\text{CsI}$ ,  $\text{CsI(Tl)}$ ,  $\text{CsI(Tl)}$  с низким послесвечением,  $\text{CsI(Na)}$ ,  $\text{YAG(Ce)}$ ,  $\text{GAGG(Ce)}$ ,  $\text{LuAG(Ce)}$ ,  $\text{BGO}$ , керамика  $\text{GOS (Gd}_2\text{O}_2\text{S:Tb)}$  и  $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S:Pr}$ ,  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ ,  $\text{LaCl}_3(\text{Ce})$ ,  $\text{CeBr}_3$ ,  $\text{CdWO}_4$ ,  $\text{YSO(Ce)}$ ,  $\text{YAP(Ce)}$ ,  $\text{RGSB}$ ,  $\text{CaF}_2(\text{Eu})$ ,  $\text{BaF}_2$ .

## Возможности Shalom EO в области сцинтилляционных материалов

$\text{LYSO(Ce)}$ ,  $\text{YAG(Ce)}$ ,  $\text{GAGG(Ce)}$ ,  $\text{BGO}$ ,  $\text{NaI(Tl)}$ ,  $\text{CsI(Tl)}$ ,  $\text{GOS(Pr)/GOS(Tb)}$ ,  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ ,  $\text{CeBr}_3$ , ...

Материалы

Пластмассовые сцинтилляторы: Эквиваленты продукции Luxium и Eljen.

Различные формы исполнения:

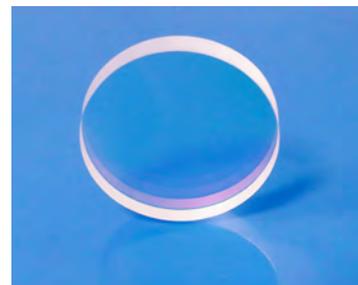
Були, заготовки, полированные кристаллы, кристаллы с отражающим покрытием, герметизированные блоки, тонкие экраны, пиксельные сборки, детекторы и др.

Выращивание кристаллов больших размеров:

$\text{NaI(Tl)}$ : Максимальный слиток  $950 \times 950 \times 250$  мм.;  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ : Макс.  $\Phi 76,2 \times 200$  мм.;  $\text{CeBr}_3$ : Макс.  $\Phi 76 \times 150$  мм.;  $\text{YAG(Ce)}$ : Макс.  $\Phi 101,6$  мм.;  $\text{LYSO(Ce)}$ : Макс.  $\Phi 110 \times 200$  мм.

1

## Сцинтилляционные кристаллы LYSO(Ce)



- Высокий световой выход и короткое время затухания сцинтилляции
- Отличное энергетическое разрешение
- Высокая плотность и устойчивость к радиационному воздействию
- Стабильные физико-химические свойства
- Максимальные габариты заготовок: диаметр до 105 мм, длина до 200 мм
- Доступны в виде монолитных кристаллов, сцинтилляционных экранов и пикселированных массивов

Церий-легированный лютециево-иттербиевый силикат (LYSO(Ce) или Ce:LYSO) — это современный сцинтилляционный кристалл на основе лютеция, активированный ионами церия. Благодаря уникальному сочетанию характеристик — высокой плотности, короткому времени затухания, высокому световому выходу и радиационной стойкости — LYSO(Ce) зарекомендовал себя как один из самых перспективных материалов для детектирования ионизирующего излучения. Стабильность его химических и физических свойств обеспечивает надёжную и долговечную работу в самых требовательных условиях. Этот материал особенно

востребован в приложениях, где критически важны высокая пропускная способность, точное временное разрешение и высокое энергетическое разрешение — например, в позитронно-эмиссионных томографах с функцией временного разрешения (Time-of-Flight PET). Компания Shalom EO производит LYSO(Ce)-кристаллы методом Чохральского и предлагает широкий ассортимент продукции по индивидуальным требованиям заказчика: от необработанных заготовок и полированных элементов до готовых сцинтилляционных экранов и пикселированных массивов. Максимальный размер выращиваемых кристаллов — Ø105 мм × 200 мм.

### Области применения:

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), включая ToF-PET  
Компьютерная томография (КТ) в медицине  
Ядерная медицина и молекулярная визуализация  
Физика высоких энергий и ядерная физика

Геологоразведка и поиск полезных ископаемых  
Системы радиационного контроля и мониторинга  
Гамма-спектроскопия  
Сканеры и детекторы ионизирующего излучения

### Основные свойства:

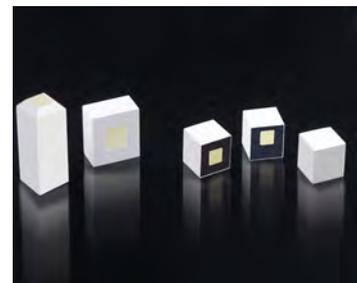
Точка плавления (°C)	2050	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	7.2
Гигроскопичный	Никто	Твёрдость (нс)	5.8
Длина волны излучения Макс. (нм)	428	Индекс преломления при максимальном излучении	1.82
Время затухания (нс)	<42	Энергетическое разрешение (%)	8.0-10.0
Световой выход (фотонов/МэВ)	≥32000	Антирадиация (рад)	>1×10 <sup>6</sup>
Эффективный атомный номер	66	Длина радиации (см)	1.10

### Технические характеристики:

Метод роста	Чохральский	Продукция	Доступны как кристаллы LYSO(Ce), так и массивы LYSO(Ce)
Максимальные размеры	Ø105 мм × 200 мм		

## Сцинтилляционные кристаллы CsI

- Время затухания 16 нс — один из самых быстрых среди неорганических сцинтилляторов
- Пик сцинтилляционного излучения: 315 нм
- Световая отдача ниже, чем у легированных аналогов CsI(Tl) и CsI(Na)  
Выращивается методом Бриджмена
- Доступны крупногабаритные кристаллы: диаметр до 90 мм, длина — 300 мм и более
- Обладает высокой останавливающей способностью благодаря высокой плотности и большому атомному номеру
- Предлагаются различные форм-факторы: одномерные линейные массивы, двумерные плоские массивы, а также варианты CsI(Tl) и CsI(Na)



Нелегированный (чистый) сцинтилляционный кристалл CsI демонстрирует эмиссию в диапазоне 310–420 нм, с ярко выраженным пиком на 315 нм. Хотя его световой выход уступает легированным версиям — таким как CsI(Tl) и CsI(Na), — главное преимущество чистого CsI заключается в исключительно высокой скорости отклика.

Это делает его идеальным выбором для приложений, где критически важна временная точность, например, в системах с временным разрешением или быстрого тайминга.

Благодаря высокой плотности и большому эффективному атомному номеру, CsI обеспечивает отличную останавливающую способность для гамма- и рентгеновского излучения, а также хорошую радиационную стойкость. Несмотря на относительно низкую светоотдачу и не всегда оптимальное спектральное соответствие с некоторыми фотодетекторами, чистый CsI обладает рядом практических достоинств: он не гигроскопичен, механически прочен, устойчив к ударам и не имеет выраженных плоскостей спайности, что значительно упрощает его обработку и эксплуатацию в экстремальных условиях.

Эти свойства делают нелегированный CsI особенно востребованным в таких областях, как геофизический картаж скважин, космические миссии, ядерная физика, физика высоких энергий и медицинская диагностика, где надёжность и скорость важнее максимальной яркости сигнала.

Компания Shalom EO специализируется на производстве

высококачественных сцинтилляционных кристаллов CsI по индивидуальным требованиям заказчика. Мы выращиваем нелегированный CsI методом Бриджмена, обеспечивая экологичное и масштабируемое производство.

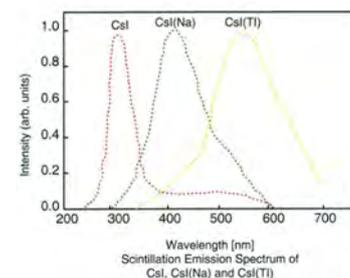
Максимальные размеры нелегированного CsI: до Ø90 мм × 300 мм и более

Также доступны CsI(Tl) и CsI(Na), включая крупноформатные заготовки размером до 400 мм × 400 мм × 100 мм

Предлагаем одномерные линейные и двумерные плоские массивы

Возможна поставка кристаллов нестандартных форм и размеров, с нанесёнными отражающими покрытиями, а также интеграция с фотодетекторами (ФЭУ, SiPM, фотодиоды) и сопутствующей электроникой

Кристаллы CsI оптимизированы для задач, требующих быстрого временного отклика, высокой радиационной стойкости и надёжной работы в сложных условиях — от лабораторий до космоса и глубоких скважин.



### Основные свойства:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	4.51	Температура плавления (°C)	621
Плоскость спайности	Нет	Твёрдость (по Моосу)	2
Гигроскопичность	Слабая	Показатель преломления при пике излучения	1.95
Длина волны пика излучения (нм)	315	Нижний порог длины волны (нм)	260
Время распада (нс)	16	Световой выход (фотонов/МэВ/γ)	2×10 <sup>3</sup>
Коэффициент теплового расширения (K <sup>-1</sup> )	49×10 <sup>-6</sup>	Фотоэлектронный выход (% от NaI(Tl), γ-кванты)	4–6
Послесвечение (через 20 мс) (%)	2×10 <sup>3</sup>		

## Сцинтилляционные кристаллы CsI(Tl)

- Максимальные габариты: до 400 мм × 400 мм × 100 мм.
- Индивидуальные формы и конфигурации: доступны нестандартные конфигурации — например, кристаллы с центральным отверстием («колодевидные»), а также конструкции с одним или несколькими оптическими окнами.
- Высокая световая отдача: в среднем 52 фотона на кэВ энергии поглощённого излучения.
- Отличная останавливающая способность для  $\gamma$ - и рентгеновского излучения благодаря высокой плотности и эффективному фотоэлектрическому поглощению; обладает хорошей радиационной стойкостью.
- Пик эмиссии при 550 нм, что обеспечивает отличное спектральное согласование с кремниевыми фотодиодами и SiPM.
- Прочные механические свойства и низкая гигроскопичность — кристаллы устойчивы к воздействию внешней среды.
- Доступен вариант с низким уровнем послесвечения. Помимо монолитных кристаллов, предлагаются сцинтилляционные экраны и массивы на основе CsI(Tl).
- Области применения: медицинская визуализация (включая стоматологическую и черепную томографию), системы досмотра и безопасности, геофизический каротаж, космические детекторы и другие задачи регистрации ионизирующего излучения.



CsI(Tl) — это таллий-легированный йодид цезия, один из наиболее распространённых щелочно-галогенидных сцинтилляторов. Он ценится за высокую световую отдачу (~54 фотона/кэВ, что составляет около 45% от отдачи NaI(Tl)), высокую плотность и эффективное поглощение гамма- и рентгеновского излучения благодаря большому эффективному атомному номеру.

Спектр люминесценции CsI(Tl) широкий — от 350 до 700 нм, с максимумом при 550 нм, что идеально подходит для считывания с помощью кремниевых фотодетекторов. Несмотря на относительно медленное время затухания (~1 мкс), соотношение быстрой и медленной компонент свечения зависит от типа ионизирующей частицы, что позволяет использовать CsI(Tl) для дискриминации  $\alpha$ -частиц и тяжёлых ионов по форме импульса.

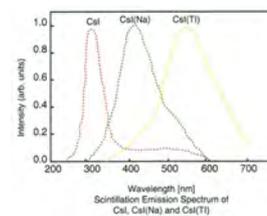
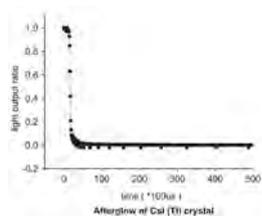
Кристалл отличается хорошей радиационной устойчивостью и механической прочностью, а также низкой гигроскопичностью, что делает его надёжным решением даже в суровых эксплуатационных условиях.

Shalom EO предлагает широкий ассортимент изделий на основе CsI(Tl): заготовки, полированные кристаллы, герметизированные сцинтилляторы, массивы, сборки «сцинтиллятор + фотодиод», а также двумерные структуры по индивидуальным требованиям заказчика. Благодаря использованию экологически безопасной технологии выращивания по методу Бриджмена, компания производит

полный спектр йодидов цезия: чистый CsI, CsI(Tl), CsI(Na), а также модификации с пониженным послесвечением и сопутствующие компоненты.

Мы изготавливаем кристаллы CsI(Tl) размером до 400 × 400 × 100 мм и предлагаем комплексные решения — от выбора формы, состава и покрытия отражателя до упаковки, интеграции с фотодетекторами и встраиваемой электроники. Среди нестандартных геометрий — колодевидные детекторы, элементы с несколькими оптическими окнами и комбинированные отражающие конструкции.

На этой странице представлены наши высококачественные кристаллы CsI(Tl), сочетающие высокую световую отдачу, превосходную эффективность регистрации  $\gamma$ -излучения и совместимость с современными фотодетекторами — что делает их универсальным выбором для самых разных приложений.

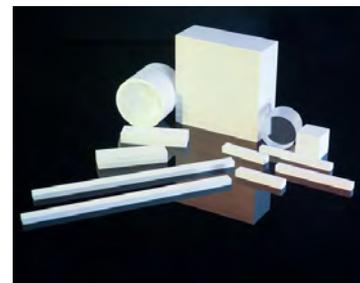


### Основные свойства CsI(Tl):

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	4.51	Температура плавления (°C)	621
Плоскость расщепления	Отсутствует	Твёрдость (по Моосу)	2
Гигроскопичность	Слегка	Показатель преломления на пике излучения	1.79
Длина волны пика излучения (нм)	550	Нижняя граница длины волны (нм)	320
Время спада (нс)	1000	Световой выход (фотоны/МэВ/γ)	52–56 × 10 <sup>3</sup>
Коэффициент теплового расширения (K <sup>-1</sup> )	54 × 10 <sup>-6</sup>	Выход фотоэлектронов (% от NaI(Tl)) (γ-лучи)	45
Послесвечение (после 20 мс) (%)	<0.5 (для обычного CsI(Tl))		

## Сцинтилляционные кристаллы CsI(Tl) с низким послесвечением

- Высокая светоотдача — до 54 фотонов/кэВ (около 45% от NaI(Tl)).
- Механическая прочность и надёжность — устойчивы к ударам и вибрациям, не имеют выраженных плоскостей спайности.
- Низкое послесвечение: от 0,05 % до 0,39 % через 20 мс после прекращения облучения (значение может быть адаптировано под требования заказчика).
- Широкий спектр применения: детектирование ядерного излучения, системы безопасности, промышленная рентгеновская инспекция, медицинская компьютерная томография (КТ) и др.
- Разнообразие форматов: доступны монолитные кристаллы, сцинтилляционные экраны и массивы на основе CsI(Tl).



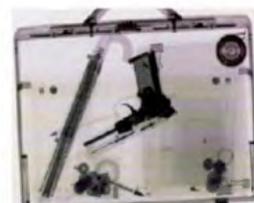
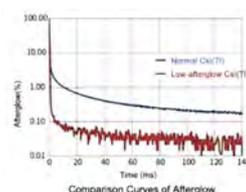
CsI(Tl) — таллий-легируемый йодид цезия — представляет собой высокоэффективный сцинтилляционный материал, отличающийся ярким свечением с пиком при 550 нм в диапазоне 350–700 нм. Такой спектр идеально согласуется с чувствительностью кремниевых фотодетекторов (фотодиодов и SiPM), обеспечивая эффективное считывание сигнала. Благодаря высокой светоотдаче и значительному фотоэлектрическому сечению, обусловленному большим эффективным атомным номером, CsI(Tl) демонстрирует отличную эффективность регистрации гамма- и рентгеновского излучения. Несмотря на относительно медленное время затухания (~1 мкс), наличие нескольких компонент свечения позволяет использовать анализ формы импульса для дискриминации тяжёлых заряженных частиц (например,  $\alpha$ -частиц и ионов). Кристалл обладает высокой радиационной стойкостью и механической прочностью, а также низкой гигроскопичностью, что делает его подходящим для эксплуатации в сложных условиях. Основное ограничение — сравнительно низкая скорость сцинтилляции, что может быть критичным в задачах, требующих высокого временного разрешения.

Послесвечение — это остаточное свечение, сохраняющееся после прекращения воздействия ионизирующего излучения. В таких приложениях, как рентгеновская визуализация или КТ, высокое послесвечение вызывает «размытие» последующих кадров и снижает контраст изображения. Специально разработанный CsI(Tl) с пониженным уровнем послесвечения сохраняет высокую световую отдачу,

одновременно минимизируя остаточную люминесценцию, что значительно улучшает качество получаемых изображений. Shalom EO предлагает индивидуальные решения на основе CsI(Tl) с низким послесвечением. Уровень остаточной люминесценции наших изделий составляет от 0,05 % до 0,39 % @20 мс, и может быть дополнительно оптимизирован по запросу клиента.

Ассортимент продукции включает: заготовки и полированные кристаллы, герметизированные сцинтилляторы, двумерные массивы, сборки «сцинтиллятор + фотодиод» (CsI(Tl) + PD), специализированные сцинтилляционные экраны. Наши кристаллы CsI(Tl) сочетают в себе высокую светоотдачу, отличную радиационную стойкость и механическую надёжность, что делает их идеальным выбором для применения в:

- системах детекции ядерного излучения,
- научных исследованиях,
- рентгеновских сканерах безопасности,
- промышленной неразрушающей диагностике,
- медицинской компьютерной томографии и других областях.



### Основные свойства:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	4.51	Температура плавления (К)	894
Плоскость расщепления	Отсутствует	Твердость (по Моосу)	2
Гигроскопичность	Слегка	Показатель преломления на пике излучения	1.79
Длина волны пика излучения (нм)	550	Нижняя граница длины волны (нм)	320
Время спада (нс)	1000	Световой выход (% от NaI(Tl))	40
Послесвечение (% @20 мс)	0,05–0,39		

## Сцинтилляционные кристаллы CsI(Na)

- Пик эмиссии при 420 нм, идеально согласованный со спектральной чувствительностью биялкалиновых фотоумножительных трубок (ФЭУ / PMT).
- Максимальные габариты: до 100 мм × 100 мм × 400 мм.
- Высокая световая отдача, а также отличная механическая и термическая стабильность.
- Высокая плотность (4,51 г/см<sup>3</sup>) и эффективный атомный номер (~54), обеспечивающие превосходную останавливающую способность для  $\gamma$ - и рентгеновского излучения.
- Доступны в герметизированном исполнении, а также в комплекте с ФЭУ.  
Области применения: геофизический каротаж, космические миссии и другие задачи, требующие надёжной работы в экстремальных условиях

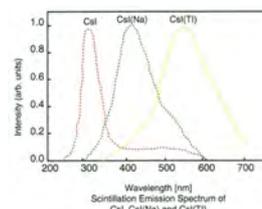


CsI(Na) — это натрий-легированный йодид цезия, одна из наиболее распространённых модификаций сцинтиллятора на основе CsI. Его спектр люминесценции широкий, с максимумом при 420 нм, что делает его особенно подходящим для использования с традиционными биялкалиновыми фотоумножителями.

Световая отдача CsI(Na) немного уступает CsI(Tl), но остаётся высокой — около 85 % от отдачи NaI(Tl). Время затухания свечения составляет примерно 0,63 мкс, что быстрее, чем у CsI(Tl), и позволяет применять этот материал в задачах, где важна временная разрешающая способность.

Благодаря высокой плотности и большому эффективному атомному номеру, CsI(Na) эффективно поглощает гамма- и рентгеновское излучение, демонстрируя отличную останавливающую способность. Особое преимущество — высокая термо- и механическая стабильность: кристаллы сохраняют свои характеристики при значительных перепадах температуры и вибрациях, что делает их надёжным выбором для эксплуатации в суровых условиях — например, при нефтегазовом каротаже или в космических аппаратах. Однако стоит учитывать, что световой выход CsI(Na) заметно снижается при регистрации низкоэнергетического излучения (мягких рентгеновских лучей и  $\gamma$ -квантов с энергией ниже ~100 кэВ). В таких случаях предпочтительнее использовать CsI(Tl) или другие сцинтилляторы, оптимизированные для

низких энергий. Кроме того, CsI(Na) более гигроскопичен, чем CsI(Tl), поэтому требует тщательной герметизации. Shalom EO предлагает индивидуальные решения на основе CsI(Na): от полированных заготовок до полностью инкапсулированных детекторов, включая готовые сборки с ФЭУ. Кристаллы выращиваются по экологически безопасной технологии Бриджмена и характеризуются стабильными параметрами, высокой светоотдачей и фотоэлектронным выходом, достигающим 85 % от NaI(Tl). Благодаря современным производственным возможностям, мы изготавливаем крупногабаритные кристаллы размером до 100 × 100 × 400 мм и более. Продукция Shalom EO находит применение в самых demanding сферах: нефтяной и газовой разведке, геофизических исследованиях, буровых операциях, а также в космической и ядерной технике.



### Основные свойства CsI(Na):

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	4.51	Температура плавления (°C)	621
Плоскость расщепления	Отсутствует	Твердость (по Моосу)	2
Гигроскопичность	Да	Показатель преломления на пике излучения	1.84
Длина волны пика излучения (нм)	420	Нижняя граница длины волны (нм)	300
Время спада (нс)	630	Световой выход (фотоны/МэВ/γ)	38–44×10 <sup>3</sup>
Коэффициент теплового расширения (K <sup>-1</sup> )	49×10 <sup>-6</sup>	Выход фотоэлектронов (% от NaI(Tl)) (γ-лучи)	85
Послесвечение (% @20 мс)	0,5–5,0		

## Сцинтилляционные кристаллы YAG(Ce)

- Высокая световая отдача: до 8000 фотонов/МэВ.
  - Быстрое время затухания: всего 70 нс.
  - Пик эмиссии при 530 нм, отлично согласованный с чувствительностью CCD- и CMOS-датчиков.
  - Отличные механические свойства и высокая теплопроводность, обеспечивающие надёжность в условиях с высокими требованиями..
  - Максимальный диаметр кристалла: до 4 дюймов (≈102 мм).
  - Опциональные отражающие покрытия: Al, Ag или Au с защитным слоем SiO<sub>2</sub> для повышения эффективности сбора света.
  - Доступны ультратонкие сцинтилляционные экраны:
    - толщиной от 0,05 мм (без подложки),
    - или от 0,01 мм (на подложке).
- Основные области применения: сканирующая электронная микроскопия (SEM), электронная и ионная визуализация, детектирование бета- и рентгеновского излучения.



YAG(Ce) — церий-легированный иттрий-алюминиевый гранат (Ce:Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>) — представляет собой высокопроизводительный неорганический сцинтиллятор, сочетающий яркое зелёное свечение (максимум при 530 нм), высокую световую отдачу и сверхбыстрый отклик. Благодаря короткому времени спада (70 нс) и совместимости со стандартными оптическими сенсорами, он идеально подходит для задач, требующих высокой скорости и точности регистрации. Материал обладает выдающейся механической прочностью, химической инертностью и хорошей теплопроводностью, что позволяет изготавливать из него ультратонкие сцинтилляционные экраны, устойчивые даже к интенсивному облучению высокоэнергетическими электронами и ионами. Эти свойства делают Ce:YAG особенно ценным для применения в электронной и ионной микроскопии, а также в системах визуализации пучков заряженных частиц.

Качество и эксплуатационные характеристики

кристаллов во многом зависят от технологии выращивания и последующего термического отжига.

Shalom EO производит сцинтилляционные кристаллы Ce:YAG методом Чохральского, обеспечивая высокую однородность и стабильность параметров. Мы предлагаем изделия диаметром до 4 дюймов, а также тонкоплёночные экраны по индивидуальным спецификациям. По запросу возможны различные отражающие покрытия (Al, Ag, Au) с защитным слоем SiO<sub>2</sub> для оптимизации светосбора и долговечности.

### Области применения

- Сканирующая электронная микроскопия (SEM)
- Ультратонкие визуализационные экраны
- Электронная и ионная визуализация
- Детекторы бета- и рентгеновского излучения
- Системы мониторинга ионных пучков

Благодаря сочетанию скорости, яркости и прочности, YAG(Ce) остаётся одним из самых востребованных сцинтилляторов для современных научных и промышленных решений.

### Физико-химические свойства YAG(Ce):

Кристаллическая структура	Кубическая	Параметр решетки	12,01 Å
Температура плавления	1970 °C	Твердость (Моос)	8,5
Плотность	4,56±0,04 г/см <sup>3</sup>	Удельная теплоёмкость	0,59 Дж/г·см <sup>3</sup> @0–20 °C
Модуль упругости	310 ГПа	Модуль Юнга	3,17×10 <sup>4</sup> кг/мм <sup>2</sup>
Коэффициент Пуассона	0,3	Прочность на растяжение	0,13–0,26 ГПа
Тепловое расширение	[100]:8.2×10 <sup>-6</sup> /°C@ 0~250°C [110]:7.7×10 <sup>-6</sup> /°C@0~250°C [111]:7.8×10 <sup>-6</sup> /°C@0~250°C	Термохимический коэффициент (dn/dT)	7,3×10 <sup>-6</sup> /°C
Теплопроводность	14 Вт/м·K @20 °C 10,5 Вт/м·K @100 °C	Устойчивость к тепловому удару	790 Вт/м
Растворимость	Нерастворим в воде, слегка растворим в кислотах		

### Сцинтилляционные свойства:

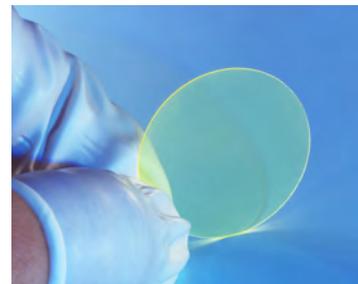
Пик излучения (нм)	530	Световой выход (фотоны/МэВ)	8000
Эффективный атомный номер (Z <sub>eff</sub> )	35	Время спада (нс)	70
Коэффициент качества (LR/t)	138,5		

### Спецификации кристаллов:

Метод выращивания	Чохральский (Czochralski)	Формула	Y <sub>3</sub> Al <sub>5</sub> O <sub>12</sub> (церий 0,1–0,2 % ат.)
Максимальный размер	Диаметр до 4"	Кристаллическая структура	Монокристалл
Металлическое покрытие	Al, Au, Ag и др.	Защитное покрытие	SiO <sub>2</sub>

## Сцинтилляционные кристаллы GAGG(Ce)

- Негигроскопичен — не требует герметичной упаковки, что упрощает интеграцию и повышает надёжность.
- Высокая световая отдача — один из самых ярких современных сцинтилляторов.
- Отличное энергетическое разрешение, способствующее точной идентификации энергии  $\gamma$ -квантов.
- Доступны ультратонкие сцинтилляционные экраны Ce:GAGG:
  - толщиной от 0,05 мм (без подложки),
  - или от 0,01 мм (на подложке). Подробнее — в каталоге сцинтилляционных экранов GAGG.
- Пикселированные массивы GAGG(Ce) доступны для приложений, требующих пространственного разрешения.



GAGG(Ce) — церий-легированный гадолиний-алюминий-галлиевый гранат ( $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}$ ) — представляет собой передовой неорганический сцинтилляционный материал нового поколения. Он отличается исключительно высокой яркостью свечения с пиком эмиссии при 540 нм, что обеспечивает отличное спектральное согласование с кремниевыми фотодетекторами — фотодиодами (PD) и кремниевыми фотомножителями (SiPM).

Среди ключевых преимуществ GAGG(Ce) — отсутствие собственного радиоактивного фона, высокая радиационная стойкость, механическая прочность и полная устойчивость к влаге. Эти свойства делают его особенно привлекательным для применения в сложных и длительных экспериментах, где стабильность и надёжность критичны.

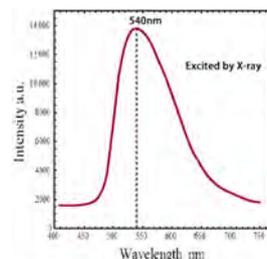
Shalom EO предлагает индивидуальные монокристаллы GAGG(Ce) крупных размеров, а также готовые решения:

- пикселированные массивы,
- ультратонкие сцинтилляционные экраны (от 0,01 мм на подложке),
- сборки, оптимизированные под конкретные детекторные системы.

Благодаря сочетанию высокой светоотдачи, хорошего энергетического разрешения и совместимости с современными фотосенсорами, GAGG(Ce) активно используется в следующих областях:

### Области применения

- Ядерная медицина: TOF-PET (позитронно-эмиссионная томография с временной разметкой), PEM (маммография с позитронной эмиссией), СПЕКТ (однофотонная эмиссионная КТ), компьютерная томография (КТ).
  - Детектирование рентгеновского и гамма-излучения в научных, промышленных и медицинских системах.
  - Геофизическое оборудование, включая приборы для поиска нефти и газа.
  - Системы безопасности — рентгеновские сканеры и портативные радиационные детекторы.
  - Эксперименты с высокоэнергетическим излучением в физике частиц и космических исследованиях.
- Благодаря современному составу и технологичности, GAGG(Ce) становится всё более популярным выбором для высокоточных детекторов нового поколения.



### Основные свойства GAGG(Ce):

Длина волны пика излучения	540 нм	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	6,63
Гигроскопичность	Нет	Температура плавления (°C)	2105
Твердость (Моос)	8,0	Время спада (нс)	90
Световой выход (фотоны/МэВ)	54000	Показатель преломления	1,9
Радиостойчивость (рад)	10 <sup>5</sup>	Энергетическое разрешение	6 %
Эффективный атомный номер	54		

### Спецификации GAGG(Ce):

Метод выращивания	Чохральский (Czochralski)	Максимальный размер	Ø 100 мм × 150 мм
Доступные изделия	Монокристаллы и массивы		

## Сцинтилляционные кристаллы LuAG(Ce)

- Высокая плотность (6,75 г/см<sup>3</sup>) и быстрое время затухания (70 нс). Пик эмиссии при ~535 нм, отлично согласованный с чувствительностью фотодиодов (PD) и лавинных фотодиодов (APD).
- Высокая химическая и механическая стойкость, устойчивость к внешним воздействиям.
- Широкий спектр применений: ПЭТ-томография, эксперименты в области высокоэнергетической физики, а также визуализационные экраны с высоким пространственным разрешением.
- Доступны как массивные монокристаллы Ce:LuAG, так и ультратонкие сцинтилляционные экраны.



LuAG(Ce) — церий-легированный лютеций-алюминиевый гранат (Lu<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce) — представляет собой современный неорганический сцинтиллятор, сочетающий высокую плотность и быстрый отклик. Его плотность составляет 6,75 г/см<sup>3</sup>, что соответствует примерно 94 % от плотности BGO (7,13 г/см<sup>3</sup>), при этом время спада свечения (70 нс) значительно короче, чем у BGO (~300 нс). Это делает LuAG(Ce) особенно подходящим для задач, требующих временной привязки событий и регистрации совпадений — например, в позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

Спектр люминесценции имеет максимум около 535 нм, что обеспечивает отличное согласование с кремниевыми фотодетекторами, включая стандартные и лавинные фотодиоды. Благодаря высокой плотности и эффективному атомному номеру, материал эффективно поглощает γ-, рентгеновское, бета- и даже УФ-излучение. LuAG(Ce) обладает высокой механической прочностью и химической инертностью, что позволяет изготавливать из него детали сложной геометрии — от призм и сфер

до ультратонких пластин. По сравнению с Ce:YAG, LuAG(Ce) имеет значительно большую плотность, что позволяет создавать более тонкие визуализационные экраны без потери эффективности, обеспечивая при этом высокое пространственное разрешение.

Shalom EO предлагает широкий ассортимент продукции на основе LuAG(Ce):

- монолитные кристаллы различных размеров и форм,
  - ультратонкие сцинтилляционные экраны,
  - специализированные решения для детекторных систем.
- Наши кристаллы и экраны LuAG(Ce) находят применение в:
- позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ),
  - детектировании высокоэнергетических γ-квантов и заряженных частиц в физике элементарных частиц,
  - визуализационных системах с высоким разрешением для регистрации рентгеновского, гамма-, бета- и УФ-излучения.
- Благодаря оптимальному сочетанию скорости, плотности и совместимости с современными фотосенсорами, LuAG(Ce) является одним из предпочтительных материалов для передовых детекторных технологий.

### Основные свойства LuAG(Ce):

Кристаллическая структура	Кубическая	Гигроскопичность	Нет
Плоскость расщепления	Отсутствует	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	6,75
Твердость (Моос)	8,5	Показатель преломления на пике излучения	1,84
Длина волны пика излучения (нм)	535	Время спада (нс)	70
Световой выход (% от NaI(Tl))	20	Световой выход при 300 К (фотоны/МэВ)	20000

## Сцинтилляционные кристаллы висмутгерманата (BGO)



- Негигроскопичен и обладает высокой механической прочностью, что упрощает эксплуатацию и не требует герметизации.
- Очень высокая плотность (7,13 г/см<sup>3</sup>) и отличная радиационная стойкость.
- Максимальный диаметр кристалла: до 200 мм.
- Доступны как монокристаллы, так и пикселированные сцинтилляционные массивы BGO.
- Основные области применения: позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), ядерная медицина, геологоразведка, гамма-спектроскопия и эксперименты в области высокоэнергетической физики.

Висмутгерманат (BGO, Bi<sub>4</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub>) — один из наиболее широко используемых оксидных сцинтилляторов, особенно там, где требуется максимальная эффективность поглощения гамма-излучения. Благодаря наличию в составе висмута с высоким атомным номером (Z = 83), BGO обеспечивает высокое сечение фотоэлектрического поглощения, что приводит к отличному соотношению «пик/фон» в гамма-спектрах и высокой вероятности полного поглощения  $\gamma$ -квантов. Хотя световая отдача BGO ниже, чем у некоторых других сцинтилляторов (например, NaI(Tl) или LYSO), его исключительная плотность, радиационная устойчивость и негигроскопичность делают его незаменимым в приложениях, где важны компактность детектора и надёжность при длительной работе в интенсивных радиационных полях. Shalom EO производит монокристаллы BGO по индивидуальным спецификациям, включая крупногабаритные образцы диаметром до 200 мм. Мы

также предлагаем пикселированные массивы BGO, специально разработанные для систем, требующих пространственного разрешения и высокой останавливающей способности.

Кристаллы BGO компании Shalom EO успешно

### применяются в:

- позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) — благодаря высокой эффективности регистрации 511 кэВ  $\gamma$ -квантов,
  - электромагнитных калориметрах на ускорителях частиц,
  - портативных и стационарных гамма-спектрометрах,
  - геофизических и геологоразведочных приборах,
  - системах ядерной медицины и радиационного контроля.
- Благодаря уникальной комбинации плотности, стабильности и эффективности поглощения, BGO остаётся ключевым материалом в детекторных системах, где приоритетом является максимальная чувствительность к гамма-излучению.

### Основные свойства:

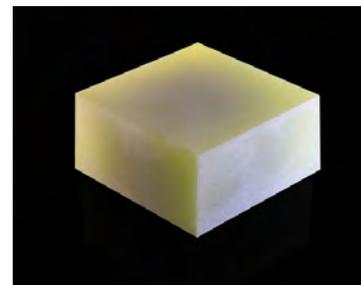
Плотность (г/см <sup>3</sup> )	7,13	Температура плавления (К)	1323
Эффективный атомный номер	74	Твердость	5
Показатель преломления	2,15	Время спада (нс)	317
Длина радиационного пробега	1,1 см	Длина волны пика излучения	480 нм
Световой выход (фотонов/МэВ)	8500	Гигроскопичность	Нет

### Характеристики:

Метод выращивания	Бриджмена	Формула	Bi <sub>4</sub> Ge <sub>3</sub> O <sub>12</sub>
Максимальный диаметр	200 мм	Доступные изделия	Монокристаллы и массивы

## Сцинтилляционная керамика GOS (GOS:Pr, GOS:Tb)

- Доступны две активированные модификации: GOS:Pr (празеодим) и GOS:Tb (тербий).
- Высокая светоотдача при низком уровне остаточной люминесценции (послесвечения).
- Экологически безопасный материал — не содержит токсичных компонентов.
- Широкий спектр применений: компьютерная томография (КТ), детектирование ионизирующего излучения, системы безопасности, неразрушающий контроль.
- Также предлагаются тонкие сцинтилляционные плёнки и пиксельные массивы на основе GOS.



Керамический оксусльфид гадолиния ( $Gd_2O_2S$ , сокращённо GOS) представляет собой высокоплотный ( $7,43 \text{ г/см}^3$ ) сцинтилляционный материал с гексагональной кристаллической структурой (пространственная группа  $R\bar{3}m1$ ; параметры решётки:  $a = b = 0,3851 \text{ нм}$ ,  $c = 0,6664 \text{ нм}$ ). Благодаря высокому эффективному атомному номеру и плотности, GOS демонстрирует высокий коэффициент ослабления рентгеновского излучения ( $\sim 52 \text{ см}^{-1}$  при  $70 \text{ кэВ}$ ), что обеспечивает отличную эффективность регистрации.

### Материал обладает рядом преимуществ:

- очень высокой температурой плавления ( $2070 \text{ }^\circ\text{C}$ ),
- широкой запрещённой зоной ( $4,6\text{--}4,8 \text{ эВ}$ ),
- низкой энергией фононов,
- высокой химической и термической стабильностью,
- низкой токсичностью.

Эти свойства делают GOS идеальной матрицей для активаторов, таких как тербий и празеодим.

· GOS:Tb излучает в зелёной области спектра (пик при  $545 \text{ нм}$ , диапазон  $382\text{--}622 \text{ нм}$ ) и широко применяется в цифровых рентгеновских системах высокого разрешения, где важны яркость и контраст изображения.

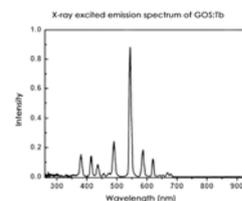
· GOS:Pr отличается быстрым временем затухания, высокой эффективностью преобразования рентгеновских квантов и отличной химической стойкостью, что делает его особенно подходящим для динамической и высокоскоростной визуализации.

Обе модификации хорошо согласованы со спектральной чувствительностью кремниевых фотодиодов, а также могут использоваться в проекционных ЭЛТ и современных цифровых детекторах.

Shalom EO предлагает высококачественные сцинтилляционные материалы GOS:Pr и GOS:Tb, произведённые на передовой технологической линии. Наши изделия характеризуются:

- высокой световой отдачей,
- минимальным послесвечением,
- экологической безопасностью и стабильностью характеристик.

Помимо монолитных керамических пластин, мы изготавливаем тонкие сцинтилляционные плёнки и пикселированные массивы GOS, адаптированные под требования конкретных приложений в медицине, промышленности и безопасности.



### Основные свойства:

Плотность ( $\text{г/см}^3$ )	7280	Показатель преломления	2,2
Молекулярная формула	$Gd_2O_2S$	Относительная молекулярная масса	378
Температура плавления	$2070 \text{ }^\circ\text{C}$	Кристаллическая структура	Гексагональная
Эффективный атомный номер (Zeff)	61,1		

### Сравнение керамических сцинтилляторов GOS с CsI(Tl):

Материал	CsI(Tl)	GOS:Tb	GOS:Pr
Пик излучения (нм)	560	550	510
Морфология	Кубическая	Поликристаллическая керамика	Поликристаллическая керамика
Прозрачность	Прозрачный	Полупрозрачный	Полупрозрачный
Световой выход (фотоны/МэВ)	59000	46500	27000
Время спада (нс)	1000	600000	3000
Послесвечение @3 мс	$\leq 1\%$	$\leq 0,1\%$	$\leq 0,05\%$
Атомный коэффициент	54	60	60
Плотность ( $\text{г/см}^3$ )	4,51	7,34	7,34
Гигроскопичность	Слегка	Нет	Нет
Повреждение под действием излучения	/	12% (1 Mrad)	6% (1 Mrad)

## Сцинтилляционные кристаллы LaBr<sub>3</sub>(Ce)

- Высокий световой выход — один из лучших среди неорганических сцинтилляторов.
- Отличное энергетическое разрешение (до ~2,5–3 % при 662 кэВ), обеспечивающее точную идентификацию радионуклидов.
- Быстрое время затухания (~16–25 нс) и высокая счётная способность, позволяющие работать в условиях интенсивных потоков излучения.
- Превосходная радиационная стойкость и стабильность характеристик при длительной эксплуатации.
- Максимальные габариты: до Ø 100 мм × 300 мм.
- Доступны специальные конструкции, включая варианты с двумя оптическими окнами для гибкой интеграции в детекторные системы.
- Основные области применения: физика высоких энергий, ядерное детектирование, геофизический каротаж, безопасность и антитеррористическая деятельность.



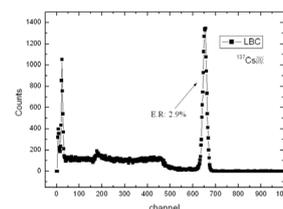
LaBr<sub>3</sub>(Ce) — церий-легированный бромид лантана — представляет собой передовой сцинтилляционный материал нового поколения, разработанный для высокоточного обнаружения и анализа ионизирующего излучения. Благодаря уникальному сочетанию свойств — высокой яркости свечения, короткого времени спада, отличного энергетического разрешения и хорошей линейности отклика — он превосходит многие традиционные сцинтилляторы, такие как NaI(Tl) или даже CeBr<sub>3</sub>.

Эти характеристики делают LaBr<sub>3</sub>(Ce) идеальным выбором для задач, где критичны точность, скорость и надёжность:

- идентификация радионуклидов в полевых условиях,
- геофизический каротаж скважин,
- ядерная медицина и дозиметрия,
- эксперименты в физике высоких энергий,
- системы радиационного контроля и безопасности.

Shalom EO предлагает как стандартные, так и индивидуальные решения на основе LaBr<sub>3</sub>(Ce). Наши кристаллы изготавливаются по запатентованной технологии

выращивания, что позволяет достигать максимальных размеров до 100 мм в диаметре и 300 мм в длину. Все изделия поставляются в герметичной упаковке, необходимой из-за гигроскопичности материала. При необходимости мы комплектуем сцинтилляторы фотоумножительными трубками (ФЭУ / PMT) или современными SiPM-модулями, а также предлагаем готовые детекторные сборки с электроникой. Для ознакомления со стандартной линейкой кристаллов LaBr<sub>3</sub>:Ce перейдите в разделы «Modules» или «Types» на нашем сайте.



### Основные свойства:

Температура плавления (°C)	1116	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	5.2
Гигроскопичность	Да	Длина волны максимального излучения (нм)	380
Показатель преломления при максимуме излучения	1.9	Время распада (нс)	25
Энергетическое разрешение (%)	<3.5	Световой выход (фотонов/МэВ)	63000
Плоскость спайности	<100>		

**Сравнение керамических сцинтилляторов GOS с CsI(Tl):**

Формула	LaBr <sub>3</sub> (Ce)	Максимальные размеры	Ø100 мм × 300 мм
Доступные изделия	Монокристаллы в алюминиевом корпусе с оптическим окном		

**Модули или типы:**

Shalom EO предлагает стандартные сцинтилляционные кристаллы LaBr<sub>3</sub>(Ce) со следующими характеристиками. По запросу заказчика кристаллы могут поставляться в комплекте с

фотоумножительными трубками (ФЭУ / PMT). Также доступны индивидуальные решения — включая кристаллы бромид лантана, легированные церием (LaBr<sub>3</sub>:Ce), изготовленные по требованиям заказчика.

Code	Scintillator	Crystal Size	Housing	Windows	PMT
5111-01	LaBr <sub>3</sub> (Ce)	D1"×1"	Алюминий	Оптическое стекло	Без PMT
5111-02	LaBr <sub>3</sub> (Ce)	D1"×1"	Алюминий	Оптическое стекло	С PMT
5111-03	LaBr <sub>3</sub> (Ce)	D1.5"×1.5"	Алюминий	Оптическое стекло	Без PMT
5111-04	LaBr <sub>3</sub> (Ce)	D1.5"×1.5"	Алюминий	Оптическое стекло	С PMT
5111-05	LaBr <sub>3</sub> (Ce)	D2"×2"	Алюминий	Оптическое стекло	Без PMT
5111-06	LaBr <sub>3</sub> (Ce)	D2"×2"	Алюминий	Оптическое стекло	С PMT
5111-07	LaBr <sub>3</sub> (Ce)	D3"×3"	Алюминий	Оптическое стекло	Без PMT
5111-08	LaBr <sub>3</sub> (Ce)	D3"×3"	Алюминий	Оптическое стекло	С PMT

## Сцинтилляционные кристаллы LaCl<sub>3</sub>(Ce)



- Высокая светоотдача, сопоставимая с NaI(Tl).
- Отличное энергетическое разрешение — в 1.5–2 раза лучше, чем у NaI(Tl).
- Быстрое время затухания (~28 нс) — примерно в 10 раз короче, чем у NaI(Tl), что обеспечивает высокую скорость счёта.
- Максимальные размеры: до Ø 75 мм × 75 мм.
- Доступны конструкции с одним или двумя оптическими окнами.
- Возможна поставка в составе готовых детекторов с фотоумножительными трубками (ФЭУ / PMT) или электронными модулями.
- Основные области применения: физика высоких энергий, детектирование ядерного излучения, геофизический каротаж скважин.

LaCl<sub>3</sub>(Ce) — церий-легированный хлорид лантана — представляет собой высокопроизводительный сцинтилляционный материал с гексагональной кристаллической структурой. Несмотря на то, что его световой выход близок к показателям NaI(Tl), он значительно превосходит последний по ключевым динамическим характеристикам:

- время затухания составляет всего ~28 нс (против ~230 нс у NaI(Tl)),

- энергетическое разрешение — на уровне 2.5–3.5 % при 662 кэВ, что в 1.5–2 раза лучше, чем у NaI(Tl).

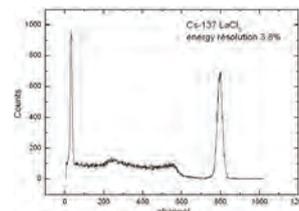
Кроме того, LaCl<sub>3</sub>(Ce) обладает хорошими механическими свойствами, а также высокой стабильностью энергетического разрешения в широком температурном диапазоне, что делает его надёжным решением для работы в полевых и промышленных условиях.

Shalom EO предлагает как стандартные, так и индивидуальные сцинтилляционные кристаллы LaCl<sub>3</sub>(Ce), изготавливаемые по требованиям заказчика. Максимальный доступный размер —

Ø 75 мм × 75 мм. Кристаллы обычно герметизируются в алюминиевом корпусе с одним или двумя оптическими окнами для защиты от влаги (материал гигроскопичен). При необходимости мы комплектуем кристаллы ФЭУ, SiPM или электронными сборками, создавая готовые к использованию детекторные модули.

### Области применения:

- Эксперименты в физике высоких энергий,
- Обнаружение и идентификация радионуклидов,
- Геофизический каротаж нефтяных и газовых скважин,
- Системы радиационного мониторинга и безопасности.



### Основные свойства:

Температура плавления (°C)	1135	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	3,85
Гигроскопичен	Да	Длина волны излучения Макс. (нм)	350
Время затухания (нс)	<28	Энергетическое разрешение (%)	3,5~4
Световыход (фотонов/МэВ)	40000	Плоскость расщепления	<100>
Показатель преломления @ Макс. излучение.	1.9		

### Характеристики:

Формула	LaCl <sub>3</sub> (Ce)	Максимальный размер	Ø75 × 75 мм
Максимальный диаметр Доступные элементы	Монокристаллы с алюминиевым корпусом и оптическим окном		

## Сцинтилляционные кристаллы CeBr<sub>3</sub>

- Высокая светоотдача — до 6000 фотонов/МэВ.
- Отличное энергетическое разрешение (менее 4,5 % при 662 кэВ) и низкий собственный радиационный фон.
- Быстрое время затухания (~20 нс), обеспечивающее высокую скорость счёта и превосходное временное разрешение.
- Высокая радиационная стойкость и стабильность характеристик при длительной эксплуатации.
- Максимальные размеры кристалла: до Ø 50 мм × 50 мм.
- Основные области применения: физика высоких энергий, детектирование ядерного излучения, геофизический каротаж скважин, безопасность и антитеррористическая деятельность.



CeBr<sub>3</sub> (бромид церия, легированный церием) — это современный сцинтилляционный материал, разработанный в последние годы как альтернатива традиционным детекторам. Он сочетает в себе высокую яркость, быстрый отклик и низкий внутренний фон, что делает его особенно ценным для задач, требующих высокой чувствительности и точности.

### Ключевые преимущества CeBr<sub>3</sub>:

- световой выход на уровне 6000 фотонов/МэВ,
- энергетическое разрешение лучше 4,5 % при 662 кэВ,
- время затухания всего ~20 нс,
- минимальный вклад собственной радиоактивности (в отличие от LaBr<sub>3</sub>, CeBr<sub>3</sub> практически не содержит примесей <sup>138</sup>La),
- хорошая линейность отклика и устойчивость к

радиационному повреждению.

**Благодаря этим свойствам CeBr<sub>3</sub> активно применяется в:**

- геофизическом каротаже,
- ядерной и радиационной безопасности,
- антитеррористических системах,
- экологическом мониторинге,
- физике частиц и ядерной медицине.

Shalom EO предлагает индивидуальные сцинтилляционные кристаллы CeBr<sub>3</sub> по спецификациям заказчика. Максимальный доступный размер — Ø 50 мм × 50 мм. По запросу мы комплектуем кристаллы фотоумножительными трубками (ФЭУ / PMT) или современными электронными модулями, создавая готовые детекторные решения, оптимизированные под конкретные задачи.

### Основные свойства:

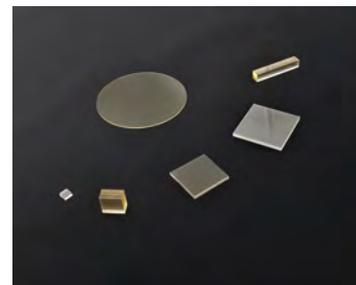
Температура плавления (°C)	722	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	5.1
Гигроскопичен	Да	Макс. длина волны излучения (нм)	360~385
Время затухания (нс)	<20	Энергетическое разрешение (%)	4~5
Световыход (фотонов/МэВ)	60000		

### Характеристики:

Формула	CeBr <sub>3</sub>	Максимальный размер	Ø 50 × 50 мм
Доступные элементы	Монокристаллы с алюминиевым корпусом и оптическим окном		

# Сцинтилляционные кристаллы

## CdWO<sub>4</sub>



- Очень низкое послесвечение — менее 0,1 % через 3 мс после прекращения облучения.
- Высокая плотность (7,9 г/см<sup>3</sup>) и высокий эффективный атомный номер, обеспечивающие отличную останавливающую способность для рентгеновского и  $\gamma$ -излучения.
- Относительно высокая светоотдача и превосходная радиационная стойкость.
- Доступны как монокристаллы, так и одномерные/двумерные сцинтилляционные массивы.
- Основные области применения: системы безопасности, рентгеновская компьютерная томография (КТ), физика высоких энергий, ядерная медицина.

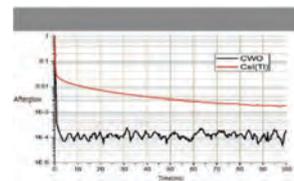
Вольфрамат кадмия (CdWO<sub>4</sub>) — это высокоплотный оксидный сцинтиллятор, широко применяемый в задачах, где критически важны низкое послесвечение и стабильность при интенсивном облучении. Благодаря высокой плотности и большому атомному номеру, CdWO<sub>4</sub> эффективно поглощает рентгеновские и гамма-кванты, обеспечивая высокую чувствительность детектора.

Особенно выделяется его чрезвычайно низкий уровень остаточной люминесценции — менее 0,1 % через 3 мс, что делает его идеальным материалом для рентгеновской компьютерной томографии и скоростного сканирования, где даже слабое послесвечение может вызывать артефакты и снижать качество изображения. Кроме того, CdWO<sub>4</sub> демонстрирует отличную радиационную устойчивость и стабильность характеристик при длительной эксплуатации. Shalom EO предлагает индивидуальные кристаллы CdWO<sub>4</sub>, изготовленные по спецификациям заказчика. Мы также производим линейные (1D) и матричные (2D) сцинтилляционные сборки на основе CdWO<sub>4</sub>. При необходимости такие массивы могут быть интегрированы с

кремниевыми фотодиодами или другими фотосенсорами для создания готовых детекторных модулей.

### Области применения:

- Рентгеновская компьютерная томография (КТ)
  - Системы досмотра и безопасности (багажные и контейнерные сканеры)
  - Эксперименты в физике высоких энергий
  - Ядерная медицина и радиационный контроль
- Благодаря уникальному сочетанию низкого послесвечения, высокой плотности и надёжности, CdWO<sub>4</sub> остаётся одним из ключевых материалов для высокоточных рентгеновских детекторов нового поколения.



### Основные свойства:

Температура плавления (°C)	1598	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	7.9
Гигроскопичен	Нет	Твердость (нс)	4~4,5
Длина волны излучения Макс. (милль)	475	Показатель преломления при максимальном излучении	2.2~2.3
Время затухания (нс)	14000	Световыход (фотонов/МэВ)	12000~15000
Выход фотоэлектронов (% от NaI(Tl)) (для $\gamma$ -лучей)	30~50	Послесвечение(%@3ms)	<0,1
Длина излучения (см)	1.06		

### Характеристики и возможности:

Метод роста	Бриджмен	Максимальный размер	ø 80 × 200 мм
Доступные элементы	Монокристалл и 1D-матрица или 2D-матрица	Неоднородность между пикселями в массиве	<15%

## Сцинтилляционные кристаллы YSO(Ce)

- Высокая плотность: 4,5 г/см<sup>3</sup>.
- Отличная радиационная стойкость (высокая «антирадиационная твёрдость»).
- Короткое время затухания: 50–70 нс.
- Максимальные размеры кристалла: до Ø 80 мм × 160 мм.
- Доступны как монолитные кристаллы, так и пикселированные сцинтилляционные массивы YSO(Ce).



YSO(Ce) — церий-легированный силикат иттрия ( $Y_2SiO_5:Ce$ ) — представляет собой моноклинный редкоземельный ортосиликатный кристалл с пиком люминесценции при 420 нм, что обеспечивает хорошее согласование со спектральной чувствительностью фотоумножительных трубок (ФЭУ).

Время затухания YSO(Ce) (50–70 нс) сопоставимо с таковым у LYSO(Ce), однако YSO не содержит природного радиоактивного изотопа  $^{176}Lu$ , присутствующего в лютеций-содержащих аналогах. Это делает YSO(Ce) практически свободным от собственного радиационного фона, что особенно важно для высокоточных измерений в ядерной физике, космических экспериментах и медицинской визуализации.

Кристалл обладает высокой механической прочностью, химической стабильностью и не является гигроскопичным, что упрощает его эксплуатацию и интеграцию в детекторные системы.

Shalom EO предлагает индивидуальные сцинтилляционные кристаллы YSO(Ce), выращенные по методу Чохральского. Максимальный доступный размер — Ø 80 мм × 160 мм. Также доступны пикселированные 1D- и 2D-массивы YSO(Ce), которые могут быть интегрированы с фотодетекторами (например, ФЭУ или SiPM) по запросу заказчика.

### Области применения:

- Физика высоких энергий, ядерная и космическая физика
- Системы безопасности и досмотра
- Промышленный неразрушающий контроль (НК)
- Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)
- Ядерная медицина и диагностическое оборудование
- Полупроводниковая промышленность и фотооптические системы

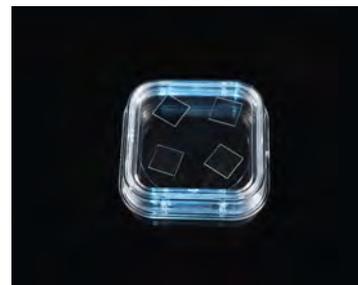
Благодаря сочетанию высокой плотности, быстрого отклика, отсутствия внутреннего фона и надёжности, YSO(Ce) является предпочтительным выбором для современных высокоточных детекторов в науке, медицине и промышленности.

### Основные свойства:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	4,50	Точка плавления(К)	2273
Показатель преломления	1,8	Пик выбросов (нм)	420
Время затухания (нс)	50–70	Световая мощность (фотонов/МЭВ)	10000
Эффективный атомный номер (z)	39	Гигроскопичен	Нет
Плоскость расщепления	Нет		

## Сцинтилляционные кристаллы YAP(Ce)

- Быстрое время затухания: всего 40 нс.
- Высокая светоотдача, обеспечивающая чувствительную регистрацию излучения.
- Максимальные размеры монокристалла: до Ø 50 мм × 160 мм.
- Доступны как объёмные кристаллы, так и ультратонкие сцинтилляционные экраны.
- Основные области применения: сканирующая электронная микроскопия (SEM), электронная и рентгеновская визуализация, детектирование гамма- и рентгеновского излучения, системы компьютерной томографии (КТ).



YAP(Ce) — церий-легированный иттрий-алюминиевый перовскит ( $YAlO_3:Ce$ ) — представляет собой быстродействующий сцинтилляционный материал с временем затухания 40 нс и высокой световой отдачей. Кристалл отличается механической прочностью, химической инертностью и негигроскопичностью, что делает его надёжным и удобным в обработке, включая изготовление прецизионных деталей сложной формы. Благодаря способности эффективно преобразовывать низкоэнергетическое (мягкое) рентгеновское и электронное излучение в видимый свет, YAP(Ce) идеально подходит для высокоразрешающей визуализации. На входную поверхность кристалла может наноситься тонкая алюминиевая плёнка для защиты от внешнего света и улучшения оптических характеристик.

Shalom EO предлагает монокристаллы YAP(Ce), выращенные по методу Чохральского с концентрацией церия в диапазоне 0,2–1,2 ат.%. Максимальный доступный размер — Ø 50 мм

× 160 мм. Помимо стандартных цилиндрических или прямоугольных заготовок, мы производим ультратонкие сцинтилляционные экраны на основе YAP(Ce), специально разработанные для приложений, требующих регистрации мягкого рентгеновского излучения с высоким пространственным разрешением.

### Области применения:

- Сканирующая электронная микроскопия (SEM)
- Ультратонкие визуализационные экраны
- Электронная и рентгеновская визуализация
- Детекторы гамма- и рентгеновского излучения
- Системы рентгеновской визуализации и компьютерной томографии (КТ)

Благодаря сочетанию скорости, яркости и механической устойчивости, YAP(Ce) остаётся востребованным материалом в научных, медицинских и промышленных детекторных системах.

### Основные свойства:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	5.4	Температура плавления (°C)	1875
Показатель преломления при пиковом излучении	1,95	Пик выбросов (нм)	370
Спектральный диапазон излучения (нм)	325–425	Время затухания (нс)	40
Световой выход (фотонов/КэВ)	18	Длина излучения (см)	2.7
Гигроскопичен	Нет	Плоскость расщепления	Нет

### Характеристики и возможности:

Метод роста	Чохральск	Формула	$YAlO_3$ (содержание церия: 0,2~1,2 ат%)
Максимальный размер	Ø 50 мм × 160 мм	Доступные элементы	Монокристалл
Металлическое покрытие	Al, Au, Ag и т. д.	Защитное покрытие	$SiO_2$

## Сцинтилляционные кристаллы RGBS

- Высокая плотность и отсутствие гигроскопичности — не требует герметизации.
- Высокая светоотдача, обеспечивающая высокую чувствительность детектирования.
- Короткое время затухания и низкий уровень собственного радиационного фона.
- Отличная химическая и физическая стабильность, а также хорошая механическая прочность (отсутствие плоскостей спайности).
- Лёгкость в обработке и интеграции в детекторные системы.



RGBS — это новый перспективный сцинтилляционный материал, разработанный для современных приложений, где важны одновременно высокая эффективность регистрации излучения, надёжность и простота эксплуатации. Благодаря сочетанию высокой плотности, яркого свечения, быстрого отклика и минимального внутреннего фона, RGBS демонстрирует превосходные характеристики по сравнению с рядом традиционных сцинтилляторов.

Материал не поглощает влагу, устойчив к внешним воздействиям и легко поддаётся механической обработке, что делает его идеальным кандидатом для массового производства детекторов в промышленных и медицинских системах.

Shalom EO предлагает сцинтилляционные кристаллы

RGBS для широкого спектра применений, включая:

### Области применения:

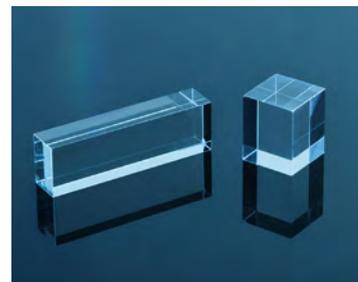
- Сканеры ядерного излучения
  - Визуализация в ядерной медицине
  - Промышленная компьютерная томография (КТ) и неразрушающий контроль (NDT)
  - Мониторинг радиационного фона окружающей среды
  - Системы досмотра багажа и обеспечения безопасности
- Благодаря своим выдающимся свойствам, RGBS открывает новые возможности для создания компактных, надёжных и высокопроизводительных детекторов следующего поколения.

### Характеристики:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	6.63	Световыход (% от NaI(Tl))	130
Пиковая длина волны излучения (нм)	520	Время затухания (нс)	90
Показатель преломления(@550нм)	1.9	Энергетическое разрешение (% от <sup>137</sup> Cs)	6
Послесвечение(%@20ms)	≤0,03	Радиационная стойкость (рад)	10 <sup>5</sup>
Твердость (Моос)	8.0	Эффективный атомный номер	54
Кристаллическая структура	Кубический	Гигроскопичен	Нет
Расколоть плоскость	Нет		

## Сцинтилляционные кристаллы CaF<sub>2</sub>(Eu)

- Относительно высокая светоотдача и высокая светосила.
- Низкий уровень собственного радиационного фона.
- Высокая термо- и механическая устойчивость — выдерживает значительные перепады температуры и ударные нагрузки.
- Химически инертен и негигроскопичен — не требует герметичной упаковки.
- Максимальные размеры кристалла: до Ø 80 мм × 120 мм.



CaF<sub>2</sub>(Eu) — фторид кальция, легированный европием, — представляет собой сцинтилляционный материал с широкой областью прозрачности: от вакуумного ультрафиолета (~130 нм) до инфракрасного диапазона (~10 мкм). Благодаря низкому содержанию примесей и паров, он пригоден для работы в вакуумных системах и эффективно используется для регистрации мягких гамма-квантов (сотни кэВ) и заряженных частиц.

### Среди ключевых преимуществ CaF<sub>2</sub>(Eu):

- отличная химическая и механическая стабильность,
- хорошая обрабатываемость,
- негигроскопичность,
- низкий внутренний фон, что особенно ценно в задачах, требующих высокой чувствительности.

Однако при выборе этого материала следует учитывать два ограничения:

1. Низкая плотность (3,18 г/см<sup>3</sup>) и низкий эффективный атомный номер ( $Z \approx 16,7$ ), что снижает эффективность поглощения гамма-излучения по сравнению с более тяжёлыми

сцинтилляторами.

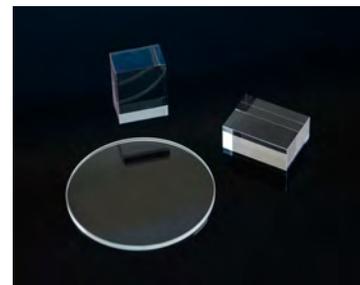
2. Наличие собственного поглощения в области ~400 нм, что частично перекрывается со спектром люминесценции Eu<sup>2+</sup> (~435 нм). Это приводит к самопоглощению излучённого света, особенно в крупных кристаллах, и может снижать эффективность сбора сигнала. Shalom EO предлагает полированные сцинтилляционные кристаллы CaF<sub>2</sub>(Eu), изготовленные по индивидуальным спецификациям заказчика. Наши кристаллы находят применение, в частности, в ядерной медицине — например, в составе комбинированных детекторов («фосвичей») вместе с NaI(Tl) для дискриминации  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения на основе анализа формы импульса. Благодаря уникальным оптическим и сцинтилляционным свойствам, CaF<sub>2</sub>(Eu) остаётся ценным материалом для специализированных детекторов, особенно там, где важны низкий фон, устойчивость к внешним воздействиям и работа в УФ-диапазоне.

### Основные свойства:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	3.18	Температура плавления (°C)	1360
Плоскость расщепления	<111>	Твердость (Моос)	4
Показатель преломления	1.47	Пик выбросов (нм)	435
Время затухания (нс)	940	Метод роста Бриджмен	

## Сцинтилляционный кристалл BaF<sub>2</sub>

- Субнаносекундное время затухания — компонента быстрого свечения менее 0,8 нс.
- Низкое собственное поглощение в области излучения, что способствует эффективному сбору света.
- Слабая гигроскопичность — требует минимальной защиты от влаги по сравнению с другими галогенидами.
- Максимальные размеры кристалла: до Ø 120 мм × 200 мм.
- Основные области применения: исследования времени жизни позитронов, измерения времени пролёта (TOF), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), эксперименты в физике высоких энергий.



Фторид бария (BaF<sub>2</sub>) — уникальный сцинтилляционный материал, характеризующийся двумя компонентами люминесценции:

- быстрая компонента с пиком в вакуумном ультрафиолете (VUV) при ~220 нм и временем затухания менее 1 нс (обычно ~0,6–0,8 нс),
- медленная компонента с максимумом около 310 нм и временем затухания ~600 нс.

Именно сверхбыстрая VUV-компонента делает BaF<sub>2</sub> незаменимым в приложениях, где критически важна высокая временная разрешающая способность, такие как измерения времени пролёта (TOF), позитронная спектроскопия и детекторы совпадений в ускорительных экспериментах.

Несмотря на слабую гигроскопичность, BaF<sub>2</sub> обладает хорошей механической прочностью и может быть использован в различных конфигурациях без сложной герметизации.

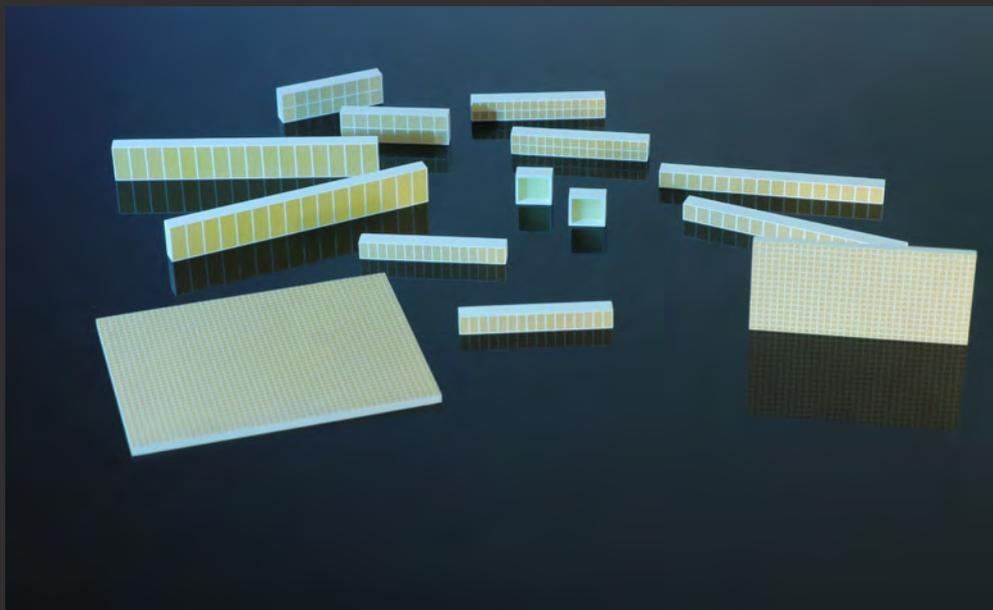
Shalom EO предлагает индивидуальные сцинтилляционные кристаллы BaF<sub>2</sub>, выращенные по спецификациям заказчика. Максимальный доступный размер — Ø 120 мм × 200 мм. Кристаллы могут быть поставлены с оптической полировкой, защитными покрытиями или в готовых детекторных сборках по запросу.

Благодаря рекордно короткому времени отклика и высокой скорости регистрации, BaF<sub>2</sub> остаётся одним из ключевых материалов для передовых систем временной диагностики ионизирующего излучения.

### Основные свойства:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	4,88	Температура плавления (К)	1627
Плоскость расщепления	<111>	Твердость (Моос)	3
Гигроскопичен	Немного	Показатель преломления	1,54 (220 нм)
Пик выбросов (нм)	310/220	Меньшая длина волны Граница (нм)	135
Время затухания (нс)	630(медленно)/0,6-0,8(быстро)	Световыход (фотонов/Кев)	10(медленно)/1,8(быстро)
Выход фотоэлектронов (% NaI(Tl))	16(медленно)/3(быстро)	Метод роста: Бриджмен	Нет

# Пиксельные сцинтилляционные матрицы и модули



Пиксельные сцинтилляционные матрицы и модули представляют собой детекторные структуры, состоящие из множества миниатюрных сцинтилляционных элементов (пикселей), организованных в регулярную одномерную или двумерную сетку.

Shalom EO предлагает одномерные (1D) и двумерные (2D) пикселизированные сцинтилляционные матрицы на основе CsI(Tl), BGO, LYSO(Ce), CdWO<sub>4</sub>, GOS, GOS(Tb), YSO(Ce) и GAGG(Ce). Мы также поставляем линейные детекторы, сопряженные с кремниевыми фотодиодами (Si PD), и платы рентгеновских линейных сканеров (LDA).

Они находят применение в:

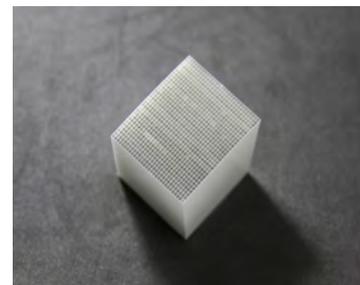
- медицинской визуализации (компьютерная томография — КТ, позитронно-эмиссионная томография — ПЭТ),
- системах безопасности (рентгеновские сканеры для досмотра багажа и грузов),
- промышленном контроле качества (в том числе в фармацевтике),
- физике высоких энергий,
- аэрокосмических исследованиях и других областях, требующих высокой точности и надёжности.

# 2

Доступные формы исполнения	• 1D/2D сцинтилляционные матрицы
	• Сцинтиллятор + кремниевые фотодиоды (SiPD)
	• Сцинтиллятор + SiPD + платы сбора данных (DAQ)
Материалы	CsI(Tl), LYSO(Ce), BGO, GOS(Tb)/GOS(Pr), тонкие пленки GOS
Структура пикселей	• Мин. размер пикселя: 0,3 × 0,3 мм
	• Мин. расстояние между пикселями (шаг): 0,07 мм

## Массивы сцинтилляторов LYSO(Ce)

- Высокая световая отдача — до ~32 000 фотонов/МэВ.
- Высокая плотность (7,1 г/см<sup>3</sup>) и быстрое время затухания (~40 нс), обеспечивающие отличную останавливающую способность и высокую скорость счёта.
- Минимальный размер пикселя: 0,3 мм × 0,3 мм.
- Минимальный межпиксельный зазор: 0,07 мм.
- Высокая однородность светового выхода по массиву: <10 % (или по индивидуальным требованиям).
- Гибкость конфигурации: размеры массива и пикселей изготавливаются по заказу.
- Также доступны многослойные (стековые) массивы для улучшения пространственного и энергетического разрешения.



LYSO(Ce) — церий-легированный силикат лютеция-иттрия ( $\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x\text{SiO}_5:\text{Ce}$ ) — представляет собой один из самых передовых сцинтилляционных материалов современности. Он сочетает в себе высокую плотность, яркое свечение, быстрый отклик и отличное энергетическое разрешение (~10–12 % при 662 кэВ), что делает его идеальным для приложений, требующих одновременно высокой чувствительности, временного и энергетического разрешения.

Благодаря этим свойствам LYSO(Ce) стал стандартом де-факто в позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), особенно в системах с измерением времени пролёта (TOF-PET), где критически важна временная точность. По сравнению с традиционными BGO-детекторами, LYSO обеспечивает значительно более высокую световую отдачу, в 3–4 раза более быстрый отклик и лучшее энергетическое разрешение, что напрямую повышает качество реконструкции изображений и снижает дозу облучения пациента.

Shalom EO производит пикселизированные массивы LYSO(Ce) с высокой геометрической точностью и стабильными оптическими характеристиками. Наши решения используются в:

- ПЭТ-системах для диагностики человека, лабораторных животных, а также органоспецифических сканерах (например, для мозга или молочной железы),
- медицинской компьютерной томографии (КТ),
- детекторах ядерного излучения для безопасности и мониторинга,
- экспериментах в физике высоких энергий и ядерной медицине.

Для задач, требующих повышенного пространственного разрешения, мы предлагаем многослойные сцинтилляционные массивы, в которых несколько слоёв пикселей расположены друг над другом, позволяя

определять не только поперечное, но и продольное положение взаимодействия  $\gamma$ -кванта.

**Области применения:**

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), включая TOF-PET

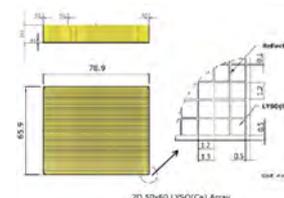
- Медицинская рентгеновская компьютерная томография (КТ)
- Ядерная медицина и молекулярная визуализация
- Сканеры и детекторы ядерного излучения
- Эксперименты в физике высоких энергий (HEP)

Если вам необходимы монолитные кристаллы LYSO(Ce), ознакомьтесь с соответствующим разделом нашего каталога на сайте.

Благодаря выдающимся характеристикам и гибкости производства, массивы LYSO(Ce) от Shalom EO обеспечивают высочайшее качество детектирования в самых demanding приложениях современной науки и медицины.

### номер:

Пример схемы, показывающей габаритные размеры и конструкцию массивов сцинтилляторов LYSO(Ce), поставляемых компанией Shalom EO. Другие конструкции и технические характеристики доступны по индивидуальному заказу.



### Технические параметры:

Технические характеристики и возможности:

Размер массива	по индивидуальному заказу	
Размер пикселя	по индивидуальному заказу, минимум 0,3 × 0,3 мм	
Зазор между пикселями	≥0,05 мм	
Отражатель/Разделитель	сульфат бария (BaSO4), TiO2, пленка Vikuiti ESR и др.	
Однородность светового выхода пикселей в массиве	<10% или по индивидуальному заказу	
Эффективный атомный номер	66	

### Основные свойства:

Температура плавления (°C)	2050	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	7,2
Гигроскопичность	отсутствует	Твердость (по Моосу)	5,8
Длина волны пика излучения (нм)	428	Показатель преломления на пике излучения	1,82
Время распада (нс)	<42	Энергетическое разрешение (%)	8–10
Световой выход (фотонов/МэВ)	≥32000	Радиоустойчивость (рад)	>10 <sup>6</sup>
Эффективный атомный номер	66	Длина радиации (см)	1,10

## Массивы сцинтилляторов LaBr<sub>3</sub>(Ce)

- Минимальный размер пикселя: 1 мм × 1 мм (другие размеры — по запросу).
- Быстрое время затухания: 16–25 нс, что обеспечивает высокую скорость счёта и поддержку временных измерений.
- Исключительное энергетическое разрешение: менее 3,5 % при 662 кэВ — одно из лучших среди неорганических сцинтилляторов.
- Очень высокая световая отдача: до ~63 000 фотонов/МэВ (примерно в 2 раза выше, чем у NaI(Tl)).
- Хорошая линейность отклика по энергии с контролируемой нелинейностью.

Пикселизированные массивы LaBr<sub>3</sub>(Ce) представляют собой регулярные одномерные или двумерные структуры, состоящие из отдельных кристаллических элементов (пикселей), разделённых высокоэффективными оптическими отражателями. Каждый пиксель функционирует как независимый детектор: при взаимодействии с  $\gamma$ -квантом или заряженной частицей он испускает короткий импульс видимого света, который затем регистрируется фотодетектором (например, SiPM или фотодиодом). Благодаря оптической изоляции между пикселями достигается высокое пространственное разрешение и точная локализация события. LaBr<sub>3</sub>(Ce) — церий-легированный бромид лантана — является одним из самых производительных сцинтилляторов на сегодняшний день. Его уникальное сочетание высокой яркости, быстрого отклика и отличного энергетического разрешения делает его идеальным для:

· гамма-спектрометрии высокой точности,  
· временных измерений в физике частиц,  
· систем TOF-PET (позитронно-эмиссионной томографии с измерением времени пролёта), где разница во времени прихода двух 511-кэВ фотонов используется для улучшения качества изображения.

В отличие от полупроводниковых детекторов (например, HPGe), LaBr<sub>3</sub>(Ce) работает при комнатной температуре, что значительно упрощает конструкцию детектора и снижает эксплуатационные расходы.

Технологические особенности и ограничения LaBr<sub>3</sub>(Ce) — высокогигроскопичный материал, чувствительный к влаге и резким перепадам температуры. Это делает производство миниатюрных пикселей и их сборку в массивы

благодаря выдающимся характеристикам и возможностям кастомизации, пиксельные массивы LaBr<sub>3</sub>(Ce) от Shalom EO открывают новые горизонты в области высокоточной

технологически сложной задачей. Тем не менее, Shalom EO освоила процесс изготовления пикселизированных массивов с минимальным размером пикселя 1 мм × 1 мм, обеспечивая надёжную герметизацию и стабильные характеристики.

Рекомендации по обращению:

- Избегайте длительного контакта кристаллов с атмосферой после вскрытия упаковки.
- Не проводите монтаж или демонтаж в условиях повышенной влажности.
- Предотвращайте резкие температурные перепады, способные вызвать конденсацию внутри корпуса детектора.

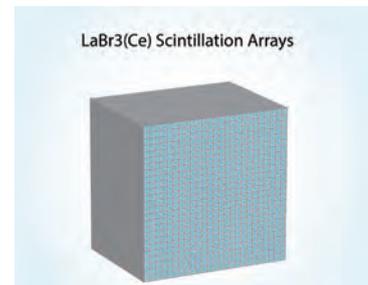
### Возможности поставки

- Стандартные и индивидуальные конфигурации массивов: количество пикселей, их размер, шаг и геометрия — по спецификации заказчика.
- Различные типы отражающих материалов (TiO<sub>2</sub>, ESR, BaSO<sub>4</sub> и др.) и толщина перегородок — настраивается для минимизации оптического перекрёстного сигнала.
- Возможна поставка в виде готовых модулей с интегрированными фотодетекторами.

### Области применения

- Гамма-спектрометрия и идентификация радионуклидов
- TOF-PET и другие системы молекулярной визуализации
- Ядерная физика и физика высоких энергий
- Радиационный мониторинг и безопасность
- Промышленные детекторы ионизирующего излучения

радиационной диагностики и детектирования. Для обсуждения нестандартных решений свяжитесь с нашей технической поддержкой.

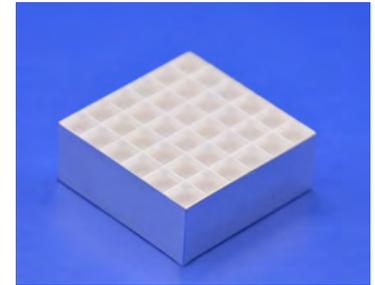


### Основные свойства:

Температура плавления (°C)	1116	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	5,2
Гигроскопичность	да	Длина волны максимума излучения (нм)	380
Показатель преломления на максимуме излучения	1,9	Время распада (нс)	25
Энергетическое разрешение (%)	<3,5	Световой выход (фотонов/МэВ)	63 000
Плоскость спайности	<100>		

## Массивы сцинтилляторов BGO

- Негигроскопичен — не требует герметизации, что упрощает эксплуатацию и повышает надёжность.
- Высокая механическая прочность и отличная радиационная стойкость (устойчив к дозам до  $10^3$  рад).
- Очень высокая плотность ( $7,13 \text{ г/см}^3$ ) и высокий эффективный атомный номер ( $\sim 74$ ), обеспечивающие превосходную останавливающую способность для  $\gamma$ - и рентгеновского излучения.
- Практически отсутствует послесвечение, что критично для скоростной визуализации и томографии.
- Минимальный размер пикселя:  $0,3 \text{ мм} \times 0,3 \text{ мм}$ .
- Доступны как одномерные, так и двумерные массивы, включая многослойные (стековые) конфигурации для улучшения пространственного разрешения. Основные области применения: физика высоких энергий (НЕР), ПЭТ и КТ, системы безопасности, идентификация радионуклидов, неразрушающий контроль (NDT), геофизический каротаж.



Висмутгерманат ( $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ , или BGO) — один из самых распространённых тяжёлых оксидных сцинтилляторов, широко используемый там, где важны максимальная эффективность поглощения излучения и стабильность в интенсивных радиационных полях. Его спектр люминесценции имеет максимум при  $\sim 480$  нм, что позволяет использовать его с различными фотодетекторами, включая фотоумножительные трубки (ФЭУ).

Хотя световая отдача BGO ниже, чем у LYSO или  $\text{NaI(Tl)}$ , его исключительная плотность, высокий Z, отсутствие гигроскопичности и почти нулевой уровень послесвечения делают его незаменимым в приложениях, где требуется компактность детектора и минимизация артефактов изображения.

Время затухания свечения BGO составляет около 300 нс, что ограничивает его применение в задачах с экстремальными требованиями к временному разрешению, но более чем достаточно для большинства систем томографии и спектрометрии.

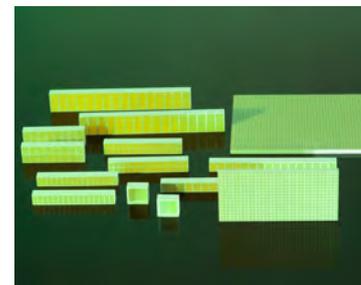
Производственные возможности Shalom EO предлагает пикселизированные массивы BGO, изготовленные по индивидуальным спецификациям:

- Размер пикселя — от  $0,3 \times 0,3 \text{ мм}$ ,
  - Форматы — линейные (1D) и матричные (2D),
  - Возможна сборка в многослойные структуры для трёхмерной локализации взаимодействий (например, в ПЭТ-детекторах). Массивы BGO компании Shalom EO применяются в:
    - позитронно-эмиссионной (ПЭТ) и компьютерной томографии (КТ),
    - промышленном неразрушающем контроле (NDT),
    - портальных и мобильных системах радиационного мониторинга,
    - геофизическом каротаже,
    - экспериментах по физике высоких энергий и астрофизике.
- Благодаря сочетанию надёжности, плотности и стабильности, BGO остаётся ключевым материалом для детекторов, где приоритетом является высокая эффективность регистрации  $\gamma$ -излучения и долговечность в сложных условиях эксплуатации.

### Основные свойства :

Плотность ( $\text{г/см}^3$ )	7,13	Температура плавления (К)	1323
Эффективный атомный номер	74	Твердость	5
Показатель преломления	2,15	Время распада	317 нс
Длина радиации	1,1 см	Длина волны пика излучения	480 нм
Световой выход	8500 фотонов/МэВ	Гигроскопичность	отсутствует

## Массивы сцинтилляторов GAGG(Ce)



- Пик эмиссии при 540 нм — отлично согласован со спектральной чувствительностью кремниевых фотодиодов (PD), лавинных фотодиодов (APD) и кремниевых фотомножителей (SiPM).
- Одна из самых высоких световых отдач среди оксидных сцинтилляторов — до ~46 000–60 000 фотонов/МэВ.
- Короткое время затухания (~90–150 нс), обеспечивающее хорошую скорость счёта.
- Полное отсутствие собственной радиоактивности — критически важно для низкофоновых измерений.
- Негигроскопичен — не требует герметизации, что упрощает интеграцию и повышает надёжность.
- Высокая плотность (~6,63 г/см<sup>3</sup>) и хорошее энергетическое разрешение (~4,5–6 % при 662 кэВ).
- Минимальный размер пикселя: 0,3 мм × 0,3 мм.
- Индивидуальные конфигурации массивов доступны по запросу (размер, формат, количество пикселей, тип отражателя и др.).

GAGG(Ce) — церий-легированный гадолиний-алюминий-галлиевый гранат ( $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}:Ce$ ) — представляет собой современный неорганический оксидный сцинтиллятор нового поколения. Благодаря уникальному сочетанию высокой яркости, отсутствия внутреннего радиационного фона, негигроскопичности и хорошей механической прочности, он быстро завоевал популярность в передовых детекторных системах.

В отличие от лютеций-содержащих аналогов (например, LYSO или LuAG), GAGG(Ce) не содержит природного радиоактивного изотопа <sup>176</sup>Lu, что делает его идеальным для приложений, где критичен низкий фоновый уровень — например, в медицинской визуализации, космических детекторах или нейтронной спектроскопии.

Его пик излучения на 540 нм обеспечивает превосходное согласование с недорогими и компактными кремниевыми фотодетекторами, что позволяет создавать малогабаритные, энергоэффективные и высокочувствительные модули.

### Производственные возможности

Shalom EO предлагает широкий спектр решений на основе GAGG(Ce):

- Пикселизированные одномерные и двумерные массивы с минимальным размером пикселя 0,3 × 0,3 мм,
- Монолитные кристаллы различных форм и размеров,
- Ультратонкие сцинтилляционные экраны для рентгеновской и электронной визуализации.

### Области применения

- Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), включая TOF-PET
- Позитронно-эмиссионная маммография (PEM)
- Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (SPECT) и гибридные системы КТ/SPECT
- Детектирование нейтронов (в комбинации с преобразующими слоями)
- Геофизика и нефтегазовая разведка
- Системы безопасности и промышленный неразрушающий

### Основные свойства:

Пиковая длина волны излучения	540 нм	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	6,63
Гигроскопичность	отсутствует	Температура плавления (°C)	2105
Твердость (по Моосу)	8,0	Время распада (нс)	90
Световой выход (фотонов/МэВ)	54 000	Показатель преломления	1,9
Радиостойчивость (рад)	10 <sup>5</sup>	Энергетическое разрешение	6%
Эффективный атомный номер	54		

контроль

· Космические и ядерные исследования  
Все изделия изготавливаются с учётом требований заказчика — от выбора отражающего материала между пикселями до интеграции с фотодетекторами и электроникой.

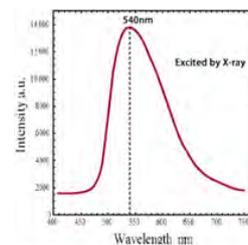
Благодаря выдающемуся балансу характеристик, массивы GAGG(Ce) становятся всё более востребованными в медицинской диагностике, промышленной безопасности и фундаментальных исследованиях, где требуется высокая чувствительность, стабильность и надёжность.

### Примечание:

- Другие размеры и технические параметры могут быть изготовлены по индивидуальному заказу.
- Кристаллы сцинтиллятора GAGG(Ce) применимы в различных областях, включая медицинскую визуализацию — ПЭТ, PEM, SPECT и КТ, а также специализированные задачи в физике высоких энергий, ядерной, космической и медицинской физике.

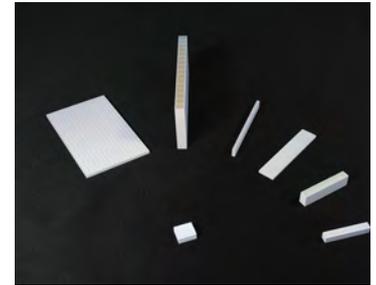
### Кривые:

Спектр излучения сцинтилляторов GAGG(Ce)



## Массивы сцинтилляторов CdWO<sub>4</sub>

- Чрезвычайно низкое послесвечение:  $\leq 0,1\%$  через 3 мс — один из лучших показателей среди коммерческих сцинтилляторов.
- Высокая плотность (7,9 г/см<sup>3</sup>) и большой эффективный атомный номер, обеспечивающие отличную останавливающую способность для рентгеновского и  $\gamma$ -излучения.
- Относительно высокая светоотдача: 12 000–15 000 фотонов/МэВ (30–50 % от NaI(Tl) при использовании двухщелочных ФЭУ).
- Высокая радиационная стойкость — устойчив к повреждениям при интенсивном облучении, что делает его пригодным для задач с высокими дозами.
- Пик эмиссии при ~475 нм, совместимый с широким спектром фотодетекторов.
- Минимальный размер пикселя: 0,3 мм × 0,3 мм.
- Подходит для приложений с низкой активностью, где критична чистота сигнала и отсутствие артефактов.



Вольфрамат кадмия (CdWO<sub>4</sub>, или CWO) — это высокоплотный оксидный сцинтиллятор, особенно ценный в приложениях, где требуется минимальное остаточное свечение и стабильность при длительной эксплуатации. Благодаря высокому коэффициенту поглощения, слой толщиной всего 3 мм способен эффективно останавливать рентгеновские фотоны с энергией до 150 кэВ, что делает CdWO<sub>4</sub> идеальным для скоростной рентгеновской визуализации. Его низкое послесвечение особенно важно в системах быстрого досмотра — например, при сканировании грузовых контейнеров, багажа или в промышленной КТ, где даже слабое остаточное свечение может вызывать размытие изображения и ложные сигналы. Кроме того, CdWO<sub>4</sub> демонстрирует высокую устойчивость к радиационному повреждению, что позволяет использовать его в экспериментах по физике высоких энергий и других условиях с интенсивным потоком излучения.

### <Области применения>

- Рентгеновская компьютерная томография (КТ)
- Системы безопасности: досмотр багажа, грузов и контейнеров
- Физика высоких энергий (HEP)
- Ядерная медицина и радиационный контроль
- Промышленный неразрушающий контроль (NDT)

### <Производственные возможности>

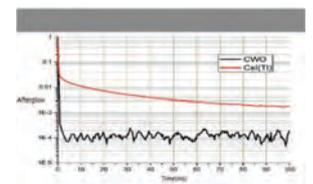
Shalom EO предлагает как пикселизированные массивы CdWO<sub>4</sub>, так и монолитные сцинтилляционные кристаллы, изготовленные по индивидуальным требованиям заказчика. Наши решения широко используются в передовых детекторных системах, где важны надёжность, скорость и точность.

Благодаря уникальному сочетанию низкого послесвечения, высокой плотности и радиационной стойкости, CdWO<sub>4</sub> остаётся одним из самых востребованных материалов для высокопроизводительных рентгеновских и гамма-детекторов.

### Технические параметры

#### Характеристики и возможности:

- Размер отдельных пикселей: индивидуальный
- Линейный массив: 8, 16, 32, 64...пикселя
- Двумерный массив: 6×10, 12×18, 24×36...пикселей
- Светоотдача: 12 000–15 000 фотонов/МэВ
- Послесвечение: 0,1% (макс.) через 3 мс
- Отражатель: TiO<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> и т. д.



### Основные свойства:

Точка плавления (°С)	1598	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	7.9
Гигроскопичен	Нет	Твердость (нс)	4–4,5
Макс. длина волны излучения (нм)	475	Показатель преломления максимального излучения	2.2-2.3
Время затухания (нс)	14000	Выход фотоэлектронов (% от NaI(Tl)) (для $\gamma$ -лучей)	30–50
Послесвечение(%@3ms)	<0,1	Длина излучения (см)	1.06

# Массивы сцинтилляторов CsI(Tl)



## Особенности

- Высокая светоотдача (~52–54 фотона/кэВ) и отличная останавливающая способность благодаря высокой плотности (4,51 г/см<sup>3</sup>) и большому эффективному атомному номеру.
- Пик эмиссии при 550 нм, идеально согласованный со спектральной чувствительностью кремниевых фотодиодов и SiPM.
- Высокая механическая прочность и низкая гигроскопичность — обеспечивает надёжную работу в сложных условиях.
- Доступны версии с низким послесвечением: от 0,05 % до 0,39 % через 20 мс; значение может быть индивидуально настроено под требования заказчика. Также предлагаются монолитные сцинтилляционные кристаллы CsI(Tl).

## Конфигурации массивов

- Одномерные (линейные) массивы: 1×8, 1×16, 1×32, 1×64, 1×128 и более пикселей.
- Двумерные матрицы: 6×10, 12×18, 24×36 и другие форматы по запросу.
- Минимальный размер пикселя: 0,3 мм × 0,3 мм.
- Пиксели разделены светоотражающими перегородками (TiO<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub>, ESR и др.), толщина которых может быть адаптирована для минимизации оптического перекрёстного сигнала и повышения пространственного разрешения.

CsI(Tl) — один из самых ярких и надёжных щелочно-галогенидных сцинтилляторов, широко применяемый в детекторах ионизирующего излучения. Благодаря высокой эффективности поглощения  $\gamma$ - и рентгеновского излучения, хорошей радиационной стойкости и совместимости с недорогими фотодетекторами, он остаётся популярным выбором для множества приложений.

Пикселизированные массивы создаются путём точной нарезки монокристалла и заполнения межпиксельного пространства высокоэффективными отражателями. Такая конструкция обеспечивает высокое пространственное разрешение и позволяет точно локализовать взаимодействие излучения, что особенно важно в задачах визуализации и позиционно-чувствительного детектирования. Shalom EO производит как стандартные, так и индивидуальные пиксельные массивы CsI(Tl). По запросу возможна их интеграция с кремниевыми фотодиодами (PD) или SiPM, а также поставка в виде готовых детекторных модулей.

Специальные версии с пониженным послесвечением оптимизированы для томографических систем, где даже слабое остаточное свечение может вызывать артефакты изображения.

## Области применения

- Медицинская визуализация: рентгеновская и спектральная компьютерная томография (КТ)
- Системы безопасности: портальные радиационные мониторы, рентгеновские сканеры, детекторы идентификации радионуклидов
- Промышленный контроль: неразрушающий контроль (НК), нейтронно-активационный анализ, радиационная безопасность
- Экологический мониторинг: измерение фонового гамма-излучения
- Фундаментальная физика: электромагнитные калориметры

в экспериментах по физике высоких энергий (HEP) и астрофизике

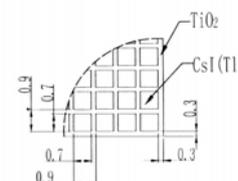
- Позиционно-чувствительные детекторы для научных и промышленных систем

## Технические параметры

- Размер пикселя: по индивидуальному заказу (минимум 0,3 × 0,3 мм)
  - Форматы массивов: 1D и 2D, включая нестандартные конфигурации
  - Послесвечение: до 0,6 % @100 мс (или другие значения по спецификации)
  - Тип отражателя: TiO<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub>, ESR и др.
  - Толщина отражателя: настраивается под задачу
- Благодаря сочетанию высокой яркости, надёжности и гибкости конфигурации, пиксельные массивы CsI(Tl) от Shalom EO обеспечивают передовые решения для современных детекторных систем в медицине, промышленности и науке

## Рисунок:

На приведенной ниже схеме показана конструкция пикселизированного массива CsI(Tl), состоящего из пикселей CsI(Tl) и отражателей из TiO<sub>2</sub>.

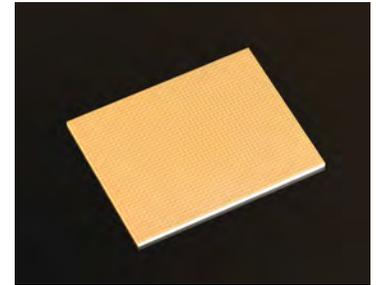


## Основные свойства:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	4,51	Температура плавления (°C)	621
Плоскость спайности	отсутствует	Твердость (по Моосу)	2
Гигроскопичность	слабая	Показатель преломления на пике излучения	1,79
Пиковая длина волны излучения (нм)	550	Нижняя граница длины волны (нм)	320
Время распада (нс)	1000	Световой выход (фотонов/МэВ/γ)	52–56×10 <sup>3</sup>
Коэффициент термического расширения (K <sup>-1</sup> )	54×10 <sup>-6</sup>	Выход фотоэлектронов (% от NaI(Tl), γ-излучение)	45
Послесвечение (через 20 мс) (%)	<0,5 (для стандартного CsI(Tl))	—	—

## Массивы сцинтилляторов GOS:Pr (Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Pr)

- Высокая световая отдача и плотность (7,3–7,4 г/см<sup>3</sup>), обеспечивающие эффективное поглощение рентгеновского излучения.
- Чрезвычайно низкое послесвечение: менее 0,1 % через 3 мс, что критично для скоростной визуализации без артефактов.
- Пик эмиссии при 512 нм, отлично согласованный со спектральной чувствительностью кремниевых фотодиодов (Si PD).
- Отличная химическая стабильность, влагостойкость и негигроскопичность — не требует герметизации.
- Хорошая механическая обрабатываемость, позволяющая изготавливать сложные геометрии и миниатюрные элементы.
- Минимальный размер пикселя: 0,3 мм × 0,3 мм.
- Экологически безопасный материал — не содержит токсичных компонентов.



GOS:Pr (оксисульфид гадолиния, легированный празеодимом, Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Pr) — это керамический сцинтиллятор с гексагональной кристаллической структурой, специально разработанный для высокопроизводительных систем рентгеновской визуализации. Благодаря оптимальному сочетанию высокой яркости, низкого остаточного свечения и стабильности в различных условиях эксплуатации, он превосходит многие традиционные материалы в приложениях, требующих высокой скорости и качества изображения. Допирование ионами празеодима обеспечивает не только высокую светоотдачу, но и быстрое затухание люминесценции, что делает GOS:Pr особенно подходящим для динамической и многосрезовой компьютерной томографии.

<Производственные возможности>

Shalom EO предлагает:

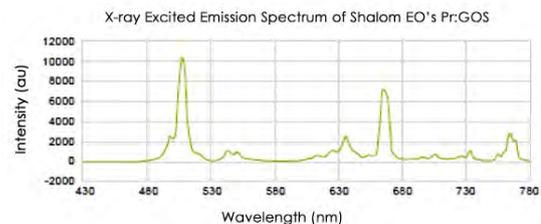
- Линейные (1D) и двумерные (2D) пиксельные массивы на основе GOS:Pr,
- Интеграцию с кремниевыми фотодиодами (Si PD) для создания готовых детекторных модулей,
- Изготовление по индивидуальным спецификациям: размер пикселя, шаг, формат матрицы, тип отражателя и др.

### Области применения

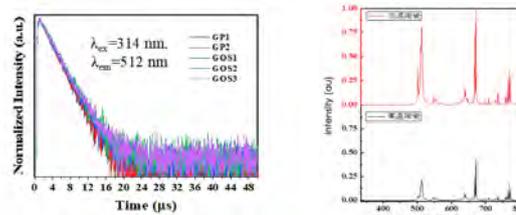
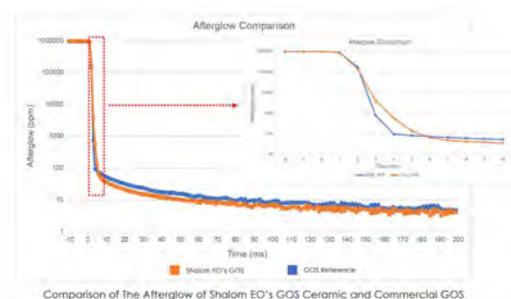
- Компьютерная томография (КТ) — особенно в многосрезовых и скоростных сканерах,
  - Системы безопасности — рентгеновские досмотровые комплексы для багажа и грузов,
  - Промышленный неразрушающий контроль (NDT) — контроль качества в авиации, энергетике, электронике.
- Благодаря выдающемуся балансу характеристик, массивы GOS:Pr от Shalom EO обеспечивают высокую

чувствительность, надёжность и стабильность в самых demanding приложениях рентгеновской диагностики и контроля.

1. Эмиссионный спектр GOS:Pr под возбуждением рентгеновским излучением (Shalom EO)

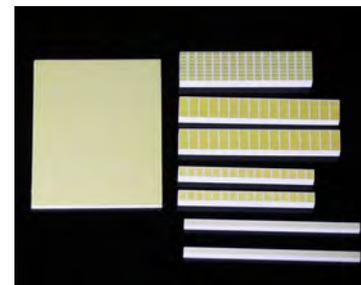


2. Сравнение послесвечения между GOS:Pr производства Shalom EO и другими коммерческими керамиками GOS



## Массивы сцинтилляторов GOS:Tb (Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb)

- Высокий световой выход и низкое послесвечение, обеспечивающие чёткую и быструю визуализацию.
- Пик эмиссии при ~550 нм, отлично согласованный со спектральной чувствительностью ПЗС- и КМОП-камер, а также фотодиодов.
- Оптимизирован для работы в рентгеновском диапазоне 25–130 кВ, что делает его идеальным для медицинской и промышленной визуализации.
- Сверхвысокое сечение захвата тепловых нейтронов благодаря содержанию гадолиния — открывает возможности в нейтронной детекции.
- Высокое пространственное разрешение, особенно в тонкоплёночных и порошковых формах.
- Экологически безопасен, не содержит токсичных компонентов.



GOS:Tb (оксисульфид гадолиния, легированный тербием, Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb) — это керамический сцинтиллятор с гексагональной кристаллической структурой, широко применяемый в системах рентгеновской и нейтронной визуализации. Благодаря высокой плотности (7,34 г/см<sup>3</sup>), широкой запрещённой зоне (~4,6 эВ) и отличной радиационной стойкости, он обеспечивает эффективное поглощение ионизирующего излучения даже при низких энергиях. Активация тербием придаёт материалу яркое зелёное свечение с максимумом на 550 нм, что идеально подходит для регистрации с помощью оптических сенсоров. Его порошковая или керамическая структура позволяет легко адаптировать слой сцинтиллятора под любой размер пикселя детектора, обеспечивая высокое пространственное разрешение. В последние годы GOS:Tb всё чаще используется в нейтронной диагностике: благодаря огромному сечению захвата тепловых нейтронов у изотопа <sup>157</sup>Gd, он служит эффективной основой для нейтронно-чувствительных экранов, особенно в комбинации с конвертирующими слоями (например, на основе <sup>6</sup>Li или <sup>10</sup>B).

### Области применения

- Компьютерная томография (КТ) — особенно в диагностических системах с низким напряжением трубки,
- Радиационный мониторинг и дозиметрия,

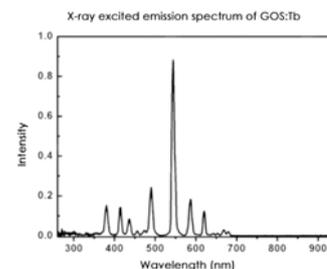
### Технические параметры:

Сравнение керамических сцинтилляторов GOS с CsI(Tl)

Параметр	CsI(Tl)	GOS:Tb	GOS:Pr
Пиковая длина волны	560	550	510
Морфология	Кубическая	Поликристаллическая керамика	Поликристаллическая керамика
Прозрачность	Прозрачный	Полупрозрачный	Полупрозрачный
Световой выход / МэВ	59000	46500	27000
Время затухания / нс	1	600	3
Послесвечение @3 мс	≤1%	≤0.1%	≤0.05%
Атомный коэффициент	54	60	60
Плотность / г·см <sup>3</sup>	4.51	7.34	7.34
Гигроскопичность	Слабая	Нет	Нет
Радиационные повреждения	/	12% (1 Mrad)	6% (1 Mrad)

- Системы безопасности — рентгеновские сканеры для багажа и грузов,
  - Промышленный неразрушающий контроль (NDT),
  - Нейтронная визуализация и детектирование в научных и ядерных приложениях.
- Shalom EO предлагает как стандартные, так и индивидуальные пиксельные массивы GOS:Tb, включая тонкие сцинтилляционные экраны и интегрированные модули с оптическими сенсорами. Наши решения обеспечивают высокую чувствительность, надёжность и совместимость с современными цифровыми платформами визуализации.

1. Рентгеновский возбуждённый спектр излучения GOS:Tb производства Shalom EO



## Керамические тонкие сцинтилляционные плёнки на основе GOS

- **Конструкция:** керамический сцинтилляционный слой GOS (оксид гадолиния) зажат между подложкой из полиэтилентерефталата (ПЭТ) и защитным ПЭТ-слоем сверху.
- **Совместимость:** идеально подходят для комбинирования со сцинтилляторами из других материалов в системах двухэнергетического рентгеновского детектирования.
- **Два варианта исполнения:** с высоким световым выходом и с низким уровнем послесвечения — для разных задач и условий эксплуатации.
- **Отличная совместимость с матрицами на основе TFT, CCD- и фотодиодных (PD) чипов.**
- **Области применения:** медицинская радиография, досмотр багажа, промышленный неразрушающий контроль (NDT).



Тонкие сцинтилляционные плёнки GOS представляют собой многослойную структуру, включающую активный керамический слой оксида гадолиния ( $Gd_2O_2S$ ), нижнюю ПЭТ-подложку и верхний защитный ПЭТ-покрыв. Материал GOS отличается высокой плотностью, ярким световым откликом и низким уровнем остаточной люминесценции, что делает его одним из лучших решений для рентгеновской визуализации. Компания Shalom EO предлагает как стандартные, так и индивидуально адаптированные плёнки различных размеров и толщин, полностью соответствующие требованиям заказчика. Продукция легко интегрируется с современными детекторными платформами — TFT, CCD и PD.

### Доступные типы плёнок:

1. Высокоосвещающаяся плёнка на основе GOS:Pr — обеспечивает максимальный световой выход на единицу поглощённой дозы. Идеальна для приложений с минимальной дозой облучения, например, в медицинской диагностике.
2. Плёнка с низким послесвечением на основе GOS:Tb — характеризуется быстрым затуханием люминесценции после прекращения облучения. Рекомендована для высокоскоростной рентгеновской визуализации, онлайн-контроля в промышленности и динамической цифровой

### Технические параметры

1. Технические характеристики тонких сцинтилляционных плёнок GOS:Tb с высоким световым выходом

Примечание 1: Значения относительного светового

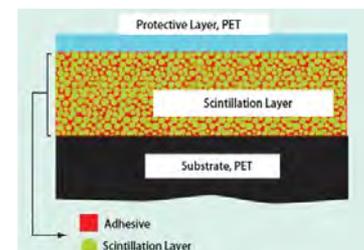
Примечание 2: Относительные значения функции передачи модуляции (MTF) также нормированы по модели SSF-GOSTb-002, взятой за 100 %. Остальные

рентгенографии.

Производственный процесс (на примере GOS:Tb):

1. Синтез исходного порошка путём совместного осаждения  $Gd_2O_3$  и  $Tb_2O_3$ .
2. Высокотемпературное сульфидирующее спекание для получения кристаллов  $Gd_2O_2S:Tb$ .
3. Введение связующих компонентов, формование заготовок и их ламинирование на ПЭТ-подложку.
4. Нанесение защитного слоя на светоизлучающую поверхность.
5. Финальная продукция — тонкие плёнки  $Gd_2O_2S:Tb$  с максимумом эмиссии при 550 нм, оптимально согласованным с чувствительностью кремниевых фотодетекторов.

1. Рисунок 1. Схема, иллюстрирующая структуру сцинтилляционной тонкой плёнки GOS компании Shalom EO



выхода, приведённые в таблице, нормированы по модели SSF-GOSTb-002, принятой за 100 %. Показатели моделей SSF-GOSTb-001 и SSF-GOSTb-003 выражены в процентах от этого эталонного значения.

модели (SSF-GOSTb-001 и SSF-GOSTb-003) указаны в процентах относительно этого базового уровня.

Код		SSF-GOSTb-001	SSF-GOSTb-002	SSF-GOSTb-003
Структура	Защитный слой	6 мкм	6 мкм	6 мкм
	Сцинтилляционный слой	68 (мг/см <sup>2</sup> ±10%)	100 (мг/см <sup>2</sup> ±10%)	145 (мг/см <sup>2</sup> ±10%)
	Подложка	250 мкм	250 мкм	188 мкм
Общая толщина		406 мкм	464 мкм	507 мкм
Световыход	Относительный световыход (%) (*см. пояснение 1)	80%	100%	145%
Длина волны излучения		550 нм	550 нм	550 нм
MTF	MTF (2 Lp/мм)	0,35	0,25	0,1
	Относительный MTF (*см. пояснение 2)	140%	100%	40%

2. Технические характеристики тонких сцинтилляционных плёнок GOS:Pr с низким послесвечением

Примечание 3: Относительные значения светового выхода, приведённые в таблице, нормированы по модели SSF-

GOSPr-002, принятой за 100 %. Показатели моделей SSF-GOSPr-001 и SSF-GOSPr-003 указаны в процентах от этого эталонного значения.

Код		SSF-GOSTb-001	SSF-GOSTb-002	SSF-GOSTb-003
Структура	Сцинтилляционный слой	80 (мг/см <sup>2</sup> ±10%)	180 (мг/см <sup>2</sup> ±10%)	300 (мг/см <sup>2</sup> ±10%)
	Общая толщина	430 мкм	645 мкм	830 мкм
Световыход	Относительный световыход (%) (*см. пояснение 3)	100%	125%	147%
Длина волны излучения		512 нм	512 нм	512 нм
Послесвечение	% @ 10 мс	0,008	0,008	0,114
	% @ 30 мс	0,005	0,005	0,028
	% @ 100 мс	0,002	0,002	0,006
Прозрачность		Непрозрачный	Непрозрачный	Непрозрачный
Гигроскопичность		Нет	Нет	Нет

Модули / типы

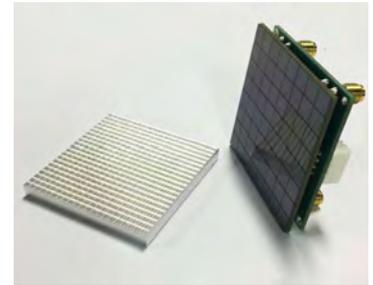
В приведённом ниже списке указаны стандартные тонкие сцинтилляционные плёнки GOS, доступные от компании

Shalom EO. Подробные технические характеристики каждого модуля представлены во вкладке Specifications.

Код	Тип	Материал сцинтилляционного слоя	Общая толщина плёнки	Толщина сцинтилляционного слоя
SSF-GOSTb-001	Высокий световыход	GOS:Tb	406 мкм	68 мг/см <sup>2</sup>
SSF-GOSTb-002	Высокий световыход	GOS:Tb	464 мкм	100 мг/см <sup>2</sup>
SSF-GOSTb-003	Высокий световыход	GOS:Tb	507 мкм	145 мг/см <sup>2</sup>
SSF-GOSPr-001	Низкое послесвечение	GOS:Pr	430 мкм	80 мг/см <sup>2</sup>
SSF-GOSPr-002	Низкое послесвечение	GOS:Pr	645 мкм	180 мг/см <sup>2</sup>
SSF-GOSPr-003	Низкое послесвечение	GOS:Pr	830 мкм	300 мг/см <sup>2</sup>

## Массивы сцинтилляторов YSO(Ce)

- Высокая плотность (4,5 г/см<sup>3</sup>) и хорошее энергетическое разрешение (~10–12 % при 662 кэВ).
- Быстрое время затухания: 50–70 нс, обеспечивающее высокую скорость счёта.
- Низкое послесвечение, что важно для динамической визуализации и томографии.
- Пик эмиссии при 420 нм, отлично согласованный со спектральной чувствительностью фотоумножительных трубок (ФЭУ) и кремниевых фотомножителей (SiPM).
- Минимальный размер пикселя: 0,3 мм × 0,3 мм.
- Отсутствие собственной радиоактивности (в отличие от лютеций-содержащих аналогов, таких как LYSO).



YSO(Ce) — церий-легированный силикат иттрия (Y<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>:Ce) — представляет собой быстрый, яркий и радиационно чистый сцинтилляционный материал. Благодаря пиковому излучению на 420 нм, он идеально подходит для работы с традиционными биялкалиновыми ФЭУ и современными SiPM, обеспечивая высокую эффективность сбора света.

Хотя время затухания YSO(Ce) сопоставимо с таковым у LYSO(Ce) (50–70 нс), ключевое преимущество YSO — отсутствие внутреннего радиационного фона, обусловленного природным изотопом <sup>176</sup>Lu, присутствующим в лютеций-содержащих кристаллах. Это делает YSO особенно ценным для низкофоновых измерений в ядерной медицине и фундаментальных исследованиях.

Кроме того, YSO(Ce) обладает хорошей механической обрабатываемостью по сравнению с другими

редкоземельными силикатами, что упрощает изготовление миниатюрных пикселей и сложных геометрий.

Shalom EO предлагает индивидуальные пикселизированные массивы YSO(Ce), включая одномерные, двумерные и многослойные конфигурации, а также монокристаллы по спецификациям заказчика.

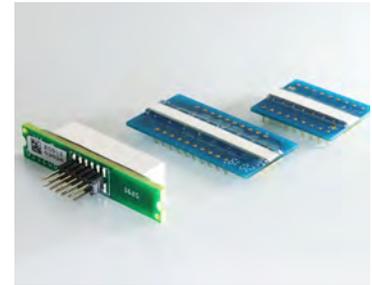
**Наши решения на основе YSO(Ce) находят применение в:**

- позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ),
  - ядерной медицине и молекулярной визуализации,
  - системах радиационного контроля и безопасности,
  - полупроводниковой и фотооптической промышленности,
  - научных детекторах ионизирующего излучения.
- Благодаря сочетанию высокой скорости, чистоты сигнала и технологичности, массивы YSO(Ce) от Shalom EO обеспечивают надёжную и точную регистрацию излучения в самых demanding приложениях.

### Основные свойства :

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	4,50	Точка плавления(К)	2273
Показатель преломления	1.8	Пик выбросов (нм)	420
Время затухания (нс)	50–70	Световая мощность (фотонов/МэВ)	10000
Эффективный атомный номер (z)	39	Гигроскопичен	Нет
Плоскость расщепления	Нет		

## Сцинтилляционные детекторные матрицы с кремниевыми фотодиодами



- Комплексное решение: линейная сцинтилляционная матрица + массив монокристаллических кремниевых фотодиодов (Si PD) + монтажная плата.
- Размер одного элемента: ширина 1,4 мм, высота 2,5 мм, шаг 1,575 мм.
- Доступны модули с 16, 64 или 128 каналами.
- Широкий спектральный диапазон чувствительности: 350–1100 нм (пик при 950 нм).
- Поддержка двухэнергетической (двойной спектральной) рентгеновской визуализации:
  - oCsI(Tl) — для регистрации высокоэнергетического излучения, окерамическая плёнка GOS — для низкоэнергетического диапазона.
- Возможна поставка с другими сцинтилляторами, включая CdWO<sub>4</sub>, по индивидуальному заказу.

Данная серия представляет собой готовые линейные детекторные модули, в которых сцинтилляционные элементы напрямую сопряжены с фронтально освещаемыми (FSI) монокристаллическими кремниевыми фотодиодами и установлены на компактной печатной плате. Такая интеграция обеспечивает высокую эффективность сбора света, минимальные потери сигнала и простоту подключения.

### Преимущества фотодиодной части:

- Сверхнизкий тёмный ток,
- Высокая скорость отклика,
- Низкая выходная ёмкость,
- Высокая однородность чувствительности между каналами,
- Низкое рабочее обратное напряжение (< 10 В),
- Лёгкая и компактная конструкция.

Стандартная конфигурация двухэнергетического модуля включает два параллельных набора детекторов:

- 1.CsI(Tl) — для эффективного поглощения высокоэнергетических рентгеновских квантов (например, >60 кВ),
- 2.Керамическая тонкая плёнка GOS — оптимизирована для низкоэнергетического диапазона (25–60 кВ).

Такая комбинация позволяет реализовать спектральную дифференциацию материалов — например, для распознавания органических и неорганических веществ в системах безопасности или улучшения контраста в медицинской КТ.

Межпиксельные перегородки выполняются из высокоэффективных отражателей: MgO, TiO<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub> или ESR-плёнка, что минимизирует оптический перекрестный сигнал и повышает пространственное разрешение.

При необходимости несколько модулей могут быть стыкованы последовательно для создания линейных детекторов произвольной длины без мёртвых зон.

### Дополнительные возможности:

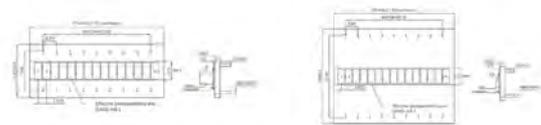
- Изготовление модулей на основе других сцинтилляторов (CdWO<sub>4</sub>, LYSO, BGO и др.) по запросу,
- Поставка с интегрированной электроникой считывания (усилители, АЦП, интерфейсы),
- Индивидуальная настройка геометрии, спектральных характеристик и упаковки.

Shalom EO также предлагает как стандартные, так и заказные тонкие керамические сцинтилляционные плёнки GOS, совместимые с данными детекторными платами.

### Эти модули находят применение в:

- медицинской компьютерной томографии (КТ),
- системах досмотра багажа и грузов,
- промышленном неразрушающем контроле (NDT),
- научных установках спектральной рентгенографии.

Благодаря высокой интеграции, надёжности и гибкости конфигурации, данные детекторные матрицы представляют собой передовое решение для современных систем цифровой рентгеновской визуализации.



Si Photodiode Array with CsI Scintillator  
For High Energy Inspection

Shalom EO

Si Photodiode Array with GOS Scintillator  
For Low Energy Inspection

Shalom EO

**Свойства сцинтилляторов:**

Параметр	Керамика GOS (Gd <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S:Pr)	CsI(Tl) (йодид цезия)
Пиковая длина волны излучения	512 нм	550 нм
Время затухания	3000 нс	1000 нс
Показатель преломления	2,2	1,79
Послесвечение	0,01% @20 мс	<1% @20 мс
Плотность	7,34 г/см <sup>3</sup>	4,51 г/см <sup>3</sup>
Неоднородность чувствительности	±15%	±15%

**Условия эксплуатации:**

Обратное напряжение		5 В, 10 В
Температура	Работа	0-60°C
	Хранение и транспортировка	-20-70°C
Влажность	Работа	30-90% RH (без конденсации влаги)
	Хранение и транспортировка	40-95% RH (без конденсации влаги)
Атмосферное давление	Работа, хранение и транспортировка	700-1000 мбар

**Ассортимент:**

Код	Шаг элемента	Количество элементов
SA-PD16A-16-1.575	1,575 мм	1×16
SA-PD6404A-16-1.575	1,575 мм	1×16
SA-PD6404-16-2.5	2,5 мм	1×16

Shalom EO поставляет следующие стандартные модули тонких керамических сцинтилляционных плёнок GOS; также доступны индивидуально изготавливаемые сцинтилляционные плёнки GOS:

Код	Тип	Материал сцинтилляционного слоя	Общая толщина плёнки	Толщина сцинтилляционного слоя
SSF-GOSTb-001	Высокий световой выход	GOS:Tb	406 мкм	68 мг/см <sup>2</sup>
SSF-GOSTb-002	Высокий световой выход	GOS:Tb	464 мкм	100 мг/см <sup>2</sup>
SSF-GOSTb-003	Высокий световой выход	GOS:Tb	507 мкм	145 мг/см <sup>2</sup>
SSF-GOSPr-001	Низкое послесвечение	GOS:Pr	430 мкм	80 мг/см <sup>2</sup>
SSF-GOSPr-002	Низкое послесвечение	GOS:Pr	645 мкм	180 мг/см <sup>2</sup>
SSF-GOSPr-003	Низкое послесвечение	GOS:Pr	830 мкм	300 мг/см <sup>2</sup>

## Линейные рентгеновские детекторные платы с кремниевыми фотодиодами



- Основаны на линейных сцинтилляционных чипах с интегрированными кремниевыми фотодиодами, поддерживают как одноэнергетическое, так и двухэнергетическое рентгеновское обнаружение.
- Доступны различные конфигурации каналов с индивидуально настраиваемым размером и шагом пикселей.
- Широко применяются в системах безопасности, неразрушающем контроле, проверке пищевой продукции, горнодобывающей отрасли и других сферах. Возможна полная адаптация под специфические требования заказчика.

Компания Shalom EO разрабатывает и производит детекторные платы по индивидуальным спецификациям для систем рентгеновской визуализации. Эти платы представляют собой готовые модули регистрации рентгеновского излучения, в которых линейные массивы кремниевых фотодиодов объединены со сцинтилляторами и установлены на платах сбора данных. Решение оптимизировано для линейного сканирования — например, при досмотре багажа, контроле качества продуктов питания, обеспечении безопасности или анализе руд.

Для формирования широких линеек детекторов каждая плата генерирует сигнал «конца сканирования» (End-of-Scan), что позволяет точно синхронизировать и объединять несколько модулей в единую непрерывную линию.

Детекторные платы могут быть выполнены в одно- или двухслойной конфигурации. В двухслойном варианте реализуется двухэнергетическая рентгеновская визуализация: медный фильтр между слоями разделяет низко- и высокоэнергетические компоненты рентгеновского излучения. Доступны различные форматы пиксельных массивов — 1×8, 1×16, 1×32, 1×64, 1×128, а также возможность индивидуальной настройки размера и шага пикселя. Выбор материала сцинтиллятора осуществляется в зависимости от конкретной задачи.

Считывание сигнала обеспечивается специализированными микросхемами ROIC (Readout Integrated Circuits),

оптимизированными для работы с линейными фотодиодными массивами. Компактная двухсторонняя компоновка печатной платы позволяет эффективно использовать монтажное пространство. Система поддерживает подключение множества детекторных плат через один канал передачи данных, а также объединение нескольких каналов для расширения зоны сканирования. Для управления и мониторинга используется специализированное программное обеспечение, обеспечивающее настройку параметров в реальном времени, самодиагностику и упрощенное обслуживание. Платформа совместима как с операционными системами Windows, так и Linux, что упрощает интеграцию в разнообразные технические среды.

### Технические параметры

Технические характеристики:

Все технические параметры могут быть изготовлены по индивидуальным требованиям.

### Возможности Shalom EO:

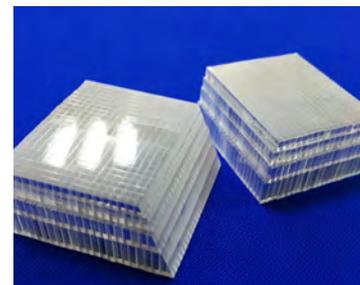
- Доступны кремниевые фотодиодные линейные детекторы на 1×8, 1×16, 1×32, 1×64, 1×128 и др. пикселей.
- Материалы сцинтилляторов: CsI(Tl), керамический GOS, CdWO<sub>4</sub>.

Продукт	SAB-6404A3	SAB-6404S3		SAB-12804	SAB-12808	SAB-LD	
Модель	6404A3-CG16	6404S3-CG16	6404S3-CG25	12804S-0G04	12808DV-JG08	LD04	LD08
							
Тип PD	c-si	c-si	c-si	c-si	c-si	c-si	c-si
Тип сцинтиллятора	GOS+CSI	GOS+CSI	GOS+CSI	GOS	GOS+GOS	GOS	GOS
Шаг пикселя	1,575 мм	1,575 мм	2,5 мм	0,4 мм	0,8 мм	0,4 мм	0,8 мм
Энергетический диапазон	30–160 кВ	30–320 кВ	30–320 кВ	40–160 кВ	40–160 кВ	40–160 кВ	40–160 кВ
ADC	16	16	16	16	16	16	16
Мин. время интеграции	200 мкс	200 мкс	200 мкс	200 мкс	200 мкс	200 мкс	200 мкс
Скорость	0,8 м/с	3,0 м/с	5,5 м/с	2 м/с	3 м/с	2 м/с	3 м/с
Макс. количество карт	40	40	40	40&120 ядро с 2-link и 8-link линками	40&120 ядро с 2-link и 8-link линками	/	/
Сигнальная передача	GigE	GigE	GigE	GigE	GigE	GigE	GigE
Ширина детектирования	102 мм	102 мм	160,4 мм	51,2 мм	102 мм	51,2*X	51,2*X

Продукт	SAB-6404A3	SAB-6404S3		SAB-12804	SAB-12808	SAB-LD*	
Модель	6404A3-CG16	6404S3-CG16	6404S3-CG25	12804S-0G04	12808DV-JG08	LD04	LD08
Досмотр багажа	✓	✓	✓		✓		
Высокоскоростной досмотр багажа		✓			✓		
Досмотр автомобилей		✓	✓				
Досмотр грузов							
Безопасностная КТ							
Пищевой контроль				✓	✓	✓	✓
Сортировка минералов		✓		✓	✓		

## Многослойные сцинтилляционные матрицы

- Изготавливаются на основе высококачественных сцинтилляторов — BGO или LYSO(Ce).
- Доступны индивидуальные многослойные конфигурации с количеством слоёв до 4–5.
- Предназначены для повышения пространственного разрешения в системах позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).
- При необходимости возможна интеграция световодов для оптимизации сбора света.



Многослойные сцинтилляционные матрицы, разработанные компанией Shalom EO, предназначены для улучшения пространственного разрешения в ПЭТ-системах. В их основе лежат проверенные сцинтилляционные материалы — висмут-германиевый оксид (BGO) или лютеций-иттриевый ортосиликат, легированный церием (LYSO:Ce). Для повышения эффективности сбора сцинтилляционного света в конструкцию при необходимости могут быть встроены световоды. Ключевыми параметрами таких матриц являются высокая точность геометрии: размеры отдельных пикселей, ширина межпиксельных зазоров и общие габариты массива. Благодаря

многолетнему опыту и прецизионным технологиям производства, Shalom EO специализируется на изготовлении заказных многослойных сцинтилляционных матриц, включая сложные конфигурации с 4–5 слоями, полностью адаптированные под требования конкретного применения.

### Технические параметры

Изделия могут быть изготовлены по индивидуальным требованиям заказчика

## Световод для массивов сцинтилляторов

- Световоды из оптического стекла BK7 изготавливаются по индивидуальным требованиям заказчика.
- Основные оптические параметры BK7: показатель преломления — 1,51630; дисперсия — 0,00806; число Аббе — 64,06.
- Полностью совместимы с многослойными и однослойными сцинтилляционными матрицами, производимыми Shalom EO.

Световоды из оптического стекла BK7 разработаны для эффективной передачи и сбора сцинтилляционных фотонов, что значительно повышает производительность систем визуализации. Их геометрия — включая длину, диаметр, форму и другие параметры — может быть точно настроена под конкретное применение, обеспечивая оптимальную передачу светового сигнала от сцинтиллятора к фотодетектору.

Эти световоды особенно эффективны в сочетании с многослойными сцинтилляционными матрицами, где играют ключевую роль в таких технологиях, как позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Благодаря высокому качеству оптической передачи они способствуют улучшению пространственного разрешения, чувствительности и общего качества изображения. При этом они одинаково успешно применяются как с многослойными, так и с однослойными матрицами.

Shalom EO предлагает заказные световоды из стекла

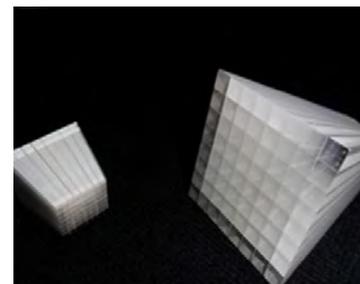
BK7, полностью адаптированные под разнообразные технические и конструктивные требования клиентов.

### Технические параметры

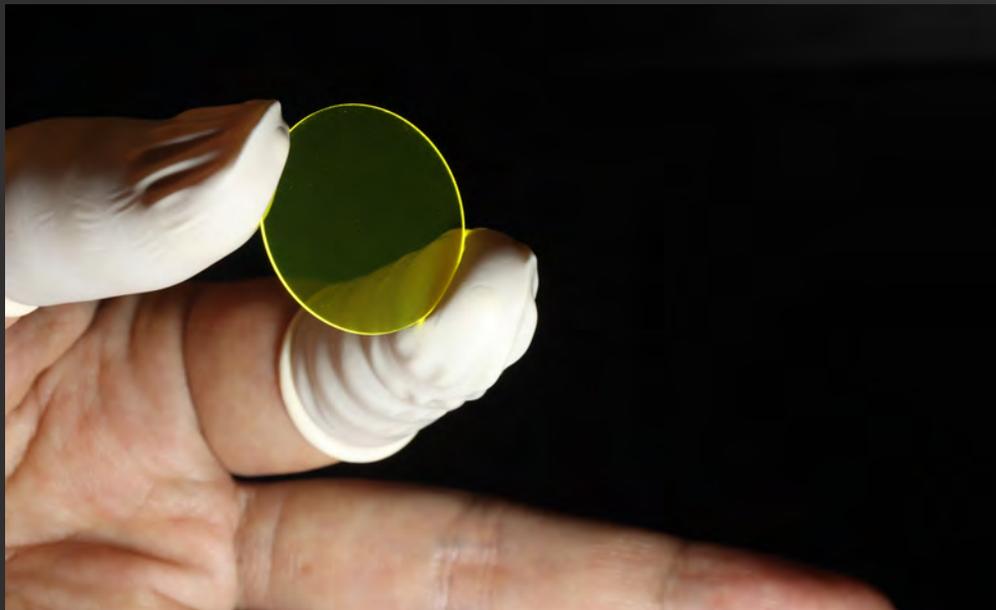
Для производства световодных материалов мы используем различные виды оптического стекла, например стекло BK7.

Компоненты Стекло BK7 заявлено следующим образом:

- SiO<sub>2</sub>=69,13%
- B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=10,75%
- BaO=3,07%
- Na<sub>2</sub>O=10,40%
- K<sub>2</sub>O=6,29%
- As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,36%
- Индекс преломления: 1,51630
- Дисперсия: 0,00806
- Номер аббата: 64.06



# Сцинтилляционные экраны



Сцинтилляционные экраны представляют собой тонкие плоские пластины из сцинтилляторов, используемые для преобразования высокоэнергетического излучения (например, рентгеновских лучей или заряженных частиц) в видимый свет. Эти экраны могут быть самонесущими или состоять из тонкого слоя сцинтиллятора, нанесенного на оптически прозрачную стеклянную или пластиковую подложку.

Такие экраны находят широкое применение в медицинской диагностике, промышленном неразрушающем контроле, а также в научных исследованиях — везде, где требуется визуализация распределения излучения, прошедшего через исследуемый объект.

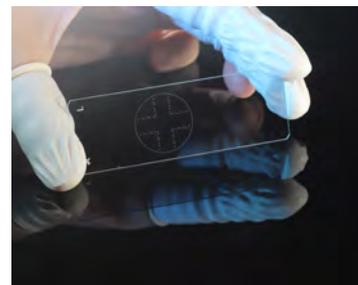
Для задач, требующих высокого пространственного разрешения — таких как сканирующая электронная микроскопия (SEM), протонная радиография, визуализация в диапазоне мягких рентгеновских лучей, а также в VUV- и XUV-областях спектра — используются ультратонкие плоские пластины из монокристаллических сцинтилляторов. Ключевыми характеристиками таких экранов являются высокий световой выход, отличная оптическая однородность, идеальная плоскостность и минимальная шероховатость поверхности.

Компания Shalom EO предлагает сцинтилляционные экраны на основе кристаллов YAG:Ce, YAP:Ce, GAGG:Ce и LuAG:Ce. В частности, YAG:Ce и LuAG:Ce демонстрируют выдающиеся параметры, особенно подходящие для низкоэнергетической рентгеновской и частицевой визуализации. Толщина доступных пластин может составлять всего 0,01 мм при наличии подложки или 0,03 мм для самонесущих вариантов, а максимальный размер достигает 4 дюймов по диагонали.

# 3

## Индивидуальные сцинтилляционные экраны

- Предназначены для приложений, требующих высокого пространственного разрешения.
- Максимальный диаметр — до 4 дюймов.
- Минимальная толщина:
  - o0,03 мм — для самонесущих экранов,
  - o0,01 мм (10 мкм) — для экранов, нанесённых на подложку из плавленного кварца (FS).
- Доступно алюминиевое покрытие или оправа для механической защиты и удобства монтажа.
- Широкий выбор сцинтилляционных материалов: YAG:Ce, GAGG:Ce, LuAG:Ce, LYSO:Ce, YAP:Ce, CsI:Tl.
- Применяются для детектирования протонных и электронных пучков, мягкого рентгеновского излучения, а также УФ-, VUV- и XUV-диапазонов.



Shalom EO предлагает широкий спектр сцинтилляционных материалов, включая LuAG:Ce, YAG:Ce, YAP:Ce, GAGG:Ce, LYSO:Ce и CsI:Tl. Экраны могут поставляться как в самонесущем исполнении, так и с алюминиевой оправой для дополнительной защиты. Для сверхтонких вариантов (толщиной 10–20 мкм) используется подложка из плавленного кварца или оптического стекла, обеспечивающая механическую устойчивость без ущерба для оптической эффективности.

### Рекомендации по выбору материала:

- Для общих задач: YAG:Ce, LuAG:Ce, YAP:Ce.
- Для низкоэнергетического (мягкого) рентгеновского

излучения: предпочтительно использовать YAG:Ce или LuAG:Ce благодаря их высокому световому выходу и прозрачности в соответствующем спектральном диапазоне.

### Производственные возможности:

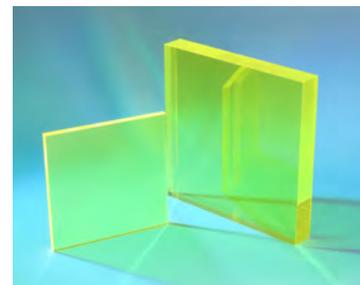
Мы изготавливаем индивидуальные сцинтилляционные экраны диаметром до 4 дюймов. Приведённые в документации примеры толщин и размеров носят справочный характер и не ограничивают наши возможности по созданию решений под нетиповые требования.

### Основные свойства:

Тип	Диаметр	Минимальная толщина
Отдельно стоящий	70-100 мм	вплоть до 100 мкм
Отдельно стоящий	До 60 мм	вплоть до 50 мкм
Экран, крепящийся к краю экрана(с кольцевой опорой)	70-100 мм	вплоть до 100 мкм
Экран, крепящийся к краю экрана(с кольцевой опорой)	15-60 мм	вплоть до 50 мкм
Экран, крепящийся к краю экрана(с кольцевой опорой)	До 10 мм	до 40 мкм
Подложки, установленные на экране(прикреплены к подложкам)	70-100 мм	до 70 мкм
Подложки, установленные на экране(прикреплены к подложкам)	35-60 мм	до 40 мкм
Подложки, установленные на экране(прикреплены к подложкам)	20-30 мм	до 30 мкм
Подложки, установленные на сетке(прикреплен к подложке)	15-20 мм	вплоть до 20 мкм
Подложки, установленные на сетке(прикреплен к подложке)	До 10 мм	вплоть до 10 мкм

## YAG(Ce) Сцинтилляционные экраны

- Минимальная толщина:
  - 0,03 мм для свободстоящих экранов;
  - 0,01 мм для экранов, нанесённых на подложку.
- Высокая светоотдача (до 9000 фотонов/МэВ).
- Максимальный диаметр доступных экранов — 100 мм.
- Пик эмиссии при 560 нм, что обеспечивает отличную совместимость с ПЗС- и КМОП-сенсорами.
- Подходит для детектирования:
  - электронных и протонных пучков,
  - мягкого рентгеновского излучения,
  - ультрафиолетового (УФ), глубокого УФ (ДУФ), вакуумного УФ (ВУФ) и экстремального УФ (EUV/XUV) излучения.
- Доступны нестандартные размеры, толщины и опциональное алюминиевое зеркальное покрытие для повышения эффективности сбора света.



Сцинтиллятор Се:YAG (итрий-алюминиевый гранат, легированный церием) — это высокопроизводительный неорганический кристаллический материал, широко применяемый благодаря сочетанию выдающихся характеристик:

- высокой световой отдачи,
- быстрого времени затухания люминесценции (~70 нс),
- отличной механической прочности и термической стабильности,
- устойчивости к облучению высокоэнергетическими электронами и ионами.

Благодаря этим свойствам Се:YAG идеально подходит для изготовления ультратонких сцинтилляционных экранов, обеспечивающих чрезвычайно высокое пространственное разрешение. Такие экраны находят применение в:

- сканирующих электронных микроскопах (SEM),
- системах детектирования мягкого рентгеновского излучения,

- установках бета-спектрометрии,
  - ультрафиолетовых лазерных и оптических системах.
- Компания Shalom EO предлагает как стандартные, так и индивидуальные решения на основе Се:YAG:

- свободстоящие тонкие экраны,
- экраны, закреплённые в алюминиевых держателях,
- экраны, приклеенные к подложкам из синтетического кварцевого стекла (FS — fused silica), устойчивого к УФ-излучению.

Дополнительные опции включают:

- полированную поверхность класса 10/5 scratch-dig,
- алюминиевое отражающее покрытие,
- поставку объёмных Се:YAG-кристаллов для специализированных задач.

Процессы выращивания и термической обработки кристаллов Се:YAG напрямую влияют на их конечные эксплуатационные характеристики, поэтому Shalom EO уделяет особое внимание контролю качества на всех этапах производства.

### Физические и химические свойства:

Кристаллическая структура	Кубический	Постоянная решетки	12,01 Å
Точка плавления	1970°C	Твердость по шкале Мооса	8,5
Плотность	4,56±0,04 г/см <sup>3</sup>	Удельная теплоемкость	0,59 Дж/г.см <sup>3</sup> при 0–20 °C
Модуль упругости	310 ГПа	Модуль Юнга	3,17×10 <sup>4</sup> кг/мм <sup>2</sup>
Коэффициент Пуассона	0,3	Прочность на растяжение	0,13~0,26 ГПа
Тепловое расширение	[100]:8,2×10 <sup>-6</sup> /°C@ 0~250°C	Термооптический коэффициент (dn/dT)	7,3×10 <sup>-6</sup> /°C
	[110]:7,7×10 <sup>-6</sup> /°C@0~250°C		
	[111]:7,8×10 <sup>-6</sup> /°C@0~250°C		
Теплопроводность	14Вт/м/К при 20°C	Устойчивость к термическому удару	790 Вт/м
	10,5 Вт/м/К при 100°C		
Растворимость	Нерастворим в воде, слабо растворим в кислотах.		

**Свойства мерцания :**

Пик выбросов (нм)	530	Светоотдача (Фотонов/МэВ)	9000
Показатель преломления @ пик излучения	1,82	Время затухания (нс)	70
Коэффициент качества (LR/t)	138,5	Эффективный атомный номер (Zeff)	35

**Общие характеристики :**

Материалы	Монокристаллы YAG, легированные церием	Допуск на размер или диаметр	+/-0,1 мм
Качество поверхности	60/40 S/D (дополнительно 10/5, 20/10 S/D)	Покрытие	Алюминий (необязательно)

**Ассортимент**

Code	Size	Thickness	Surface Finish	Coating	Substrates or Mount
532-001	Ф10мм	0.01мм	ЦСП	Никто	УФФС-подложка
532-002	Ф5.0мм	0.05мм	ЦСП	Никто	установлен
532-003	5.0×5.0мм	0.1мм	ЦСП	Никто	Никто
532-004	Ф10мм	0.1мм	ЦСП	Никто	Никто
532-005	10.0×10.0мм	0.1мм	ЦСП	Никто	Никто
532-006	Ф12.7мм	0.1мм	ЦСП	Никто	Никто
532-007	20.0×20.0мм	0.1мм	ЦСП	Никто	Никто
532-008	Ф25.4мм	0.1мм	ЦСП	Никто	Никто
532-009	Ф50.8мм	0.1мм	ЦСП	Никто	Никто
532-010	Ф100мм	0.1мм	ЦСП	Никто	Никто

## Сцинтилляционные экраны на основе GAGG:Ce

- Высокий световой выход и отличное энергетическое разрешение.
- Быстрое время затухания люминесценции, высокая плотность, отсутствие собственной радиоактивности и негигроскопичность.
- Пик эмиссии при 540 нм — идеально согласован с фотодиодами (PD) и кремниевыми фотоумножителями (SiPM).
- Доступны в виде:
  - свободностоящих кристаллов (мин. толщина 0,03 мм),
  - экранов, нанесённых на подложку из плавленного кварца (FS, fused silica; мин. толщина 0,01 мм).
- Максимальный диаметр — 4 дюйма (≈101,6 мм).
- Возможна поставка по индивидуальным спецификациям: нестандартные размеры, толщины, а также опциональное алюминиевое отражающее покрытие.
- Области применения:
  - сканирующая электронная микроскопия (СЭМ),
  - детектирование мягкого рентгеновского излучения,
  - УФ, глубокий УФ (DUV), вакуумный УФ (VUV) и экстремальный УФ (EUV/XUV).

GAGG:Ce (гадолиний-алюминий-галлиевый гранат, химическая формула  $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}$ , легированный церием) — это современный сцинтилляционный материал нового поколения, отличающийся исключительной яркостью и стабильностью. Благодаря высокой плотности и эффективному торможению частиц, он обеспечивает превосходную чувствительность и пространственное разрешение.

Материал не содержит природных радиоактивных примесей, устойчив к влаге и механическим нагрузкам, что делает его надёжным решением для требовательных условий эксплуатации. Его высокая радиационная стойкость и совместимость с кремниевой фотоникой расширяют возможности применения в передовых детекторных системах.

Тонкие плоские экраны из GAGG:Ce используются

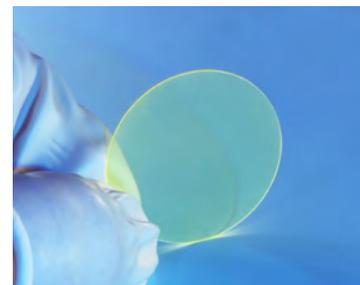
напрямую в качестве сцинтилляторов с чрезвычайно высоким пространственным разрешением. Они эффективно регистрируют:

- пучки электронов и протонов,
- мягкие рентгеновские лучи,
- ультрафиолетовое излучение в диапазонах UV, DUV, VUV и EUV/XUV.

Компания Shalom EO предлагает как стандартные, так и заказные решения на основе GAGG:Ce:

- свободностоящие экраны,
- кристаллы, установленные в алюминиевые держатели,
- экраны, приклеенные к подложкам из УФ-прозрачного плавленного кварца.

Доступны крупногабаритные образцы диаметром до 4 дюймов, а также объёмные (массивные) кристаллы GAGG:Ce для специализированных задач.



### Основные свойства:

Пик длины волны излучения	540 нм	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	6.63
Гигроскопичность	Нет	Температура плавления (°C)	2105
Твёрдость (по Моосу)	8	Время затухания (нс)	90
Световая отдача (фотон/МэВ)	54000	Показатель преломления	1.9
Радиационная стойкость (рад)	10 <sup>5</sup>	Энергетическое разрешение	6%
Эффективный атомный номер	54	—	—

### Типовые характеристики:

Материал	Монокристаллы GAGG, легированные Ce	Допуск по размеру / диаметру	±0.1 мм
Качество поверхности	60/40 S/D (опции: 10/5 S/D, 20/10 S/D)	Покрытие	Алюминиевое (по требованию)

### Ассортимент

Код	Размер	Толщина	Обработка поверхности	Покрытие	Подложка / Крепление
533-001	Ф10 мм	0.01 мм	DSP	Нет	Подложка UVFS
533-002	Ф5 мм	0.05 мм	DSP	Нет	Крепёж (mount)
533-003	Ф10 мм	0.1 мм	DSP	Нет	Нет
533-004	10×10 мм	0.1 мм	DSP	Нет	Нет
533-005	Ф12.7 мм	0.1 мм	DSP	Нет	Нет
533-006	20×20 мм	0.1 мм	DSP	Нет	Нет
533-007	Ф25.4 мм	0.1 мм	DSP	Нет	Нет
533-008	40×40 мм	0.1 мм	DSP	Нет	Нет
533-009	Ф60 мм	0.1 мм	DSP	Нет	Нет

# Инкапсулированные сцинтилляционные кристаллы и детекторы NaI(Tl)



Йодид натрия, легированный талием (NaI(Tl)), — один из самых распространённых и проверенных сцинтилляционных материалов, известный своей высокой световой отдачей и эффективностью в регистрации ионизирующего излучения.

Благодаря этим качествам NaI(Tl) активно используется в:

- ядерной физике
- идентификаторах гамма-излучения (RIID) для атомных электростанций
- геологоразведке (включая нефтегазовую отрасль),
- анализе минерального состава,
- астрофизических исследованиях,

медицинской диагностике и промышленной безопасности.

## Возможности в области NaI(Tl)

Выращивание крупногабаритных кристаллов: Мы достигаем размеров 950×950×250 мм для слитков NaI(Tl). Другие типичные размеры: 4"×4"×16" (4 л), 2"×4"×16" (2 л), 4"×4"×8" (2 л), Ф76,2×220 мм (1 л), Ф5"×5" (1,6 л).

Различные типы и конструкции

- 1) Инкапсулированные кристаллы различных форм:
  - Ударопрочные (Rugged)
  - цилиндрические и прямоугольные
  - «колодцевые» (well-type) для повышения эффективности регистрации
  - с боковыми отверстиями под специфические схемы сборки
  - плоские/тонкие диски NaI(Tl) с бериллиевым (Be) окном
- 2) Готовые детекторные модули, в состав которых входят:
  - сцинтиллятор NaI(Tl),
  - фотоумножитель (PMT) отдается на аутсорсинг
  - электронные блоки обработки сигнала и оптические окна по требованию

Ударопрочный NaI(Tl) для каротажа скважин:

Разработан специально для геофизических исследований скважин. Корпус из титанового сплава + рабочая температура до 175°C для выдерживания высокого давления и нагрева.

# 4

## Цилиндрические инкапсулированные кристаллы NaI(Tl)

- Энергетическое разрешение: от 6,5 % до 9,0 % (по линии Cs-137, 662 кэВ)
- Высокая светоотдача
- Максимальные габариты кристалла: диаметр до 150 мм и длина до 400 мм
- Корпус из алюминия с оптическими окнами из стекла
- Доступны как стандартные, так и индивидуальные модификации
- Возможна поставка в виде готовых сборок с фотоэлектронными умножителями (ФЭУ)



Сцинтилляторы на основе йодида натрия, активированного таллием (NaI(Tl)), отличаются исключительно высокой светоотдачей и отличным энергетическим разрешением, что делает их одними из самых эффективных материалов для регистрации гамма-излучения. Спектр их свечения хорошо согласован с чувствительностью двухщелочных фотокатодов, используемых в ФЭУ. Благодаря сочетанию высокой эффективности, широкого выбора размеров и форм, а также относительно низкой стоимости, кристаллы NaI(Tl) остаются наиболее распространёнными сцинтилляторами в прикладной ядерной физике и радиационном контроле.

Важно отметить, что NaI(Tl) — сильно гигроскопичный материал, поэтому кристаллы обязательно герметизируются в защитный корпус.

Компания Shalom EO предлагает цилиндрические сцинтилляторы и готовые детекторы NaI(Tl) как в стандартном, так и в специальном исполнении. Кристаллы помещаются в алюминиевые или стальные корпуса с оптическими окнами и могут быть совмещены с ФЭУ. По запросу возможна интеграция с электроникой обработки сигнала. Такие детекторы широко применяются в системах гамма-спектрометрии и других задачах, связанных с регистрацией обычного гамма-излучения.

### Общие характеристики :

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	3,67	Температура плавления (К)	924
Плоскость расщепления	<100>	Твердость (Моос)	2
Гигроскопичен	да	Показатель преломления на пике излучения	1,85
Пиковая длина волны излучения (нм)	415	Время затухания (нс)	250
Световыход (фотонов/КэВ)	38		

### Ассортимент

Код	Материал	Размер кристалла	Корпус	Окно
541-001	NaI(Tl)	Ф25 мм × 25 мм	Алюминий	Оптическое стекло
541-002	NaI(Tl)	Ф25 мм × 40 мм	Алюминий	Оптическое стекло
541-003	NaI(Tl)	Ф25 мм × 50 мм	Алюминий	Оптическое стекло
541-004	NaI(Tl)	Ф25 мм × 100 мм	Алюминий	Оптическое стекло
541-005	NaI(Tl)	Ф50 мм × 50 мм	Алюминий	Оптическое стекло
541-006	NaI(Tl)	Ф63 мм × 63 мм	Алюминий	Оптическое стекло
541-007	NaI(Tl)	Ф75 мм × 75 мм	Алюминий	Оптическое стекло
541-008	NaI(Tl)	Ф76 мм × 200 мм	Алюминий	Оптическое стекло
541-010	NaI(Tl)	Ф76,2 мм × 220 мм (1 л)	Алюминий	Оптическое стекло
541-009	NaI(Tl)	Ф100 мм × 55 мм	Алюминий	Оптическое стекло
541-011	NaI(Tl)	5" × 5" (1,6 л)	Алюминий	Оптическое стекло

## Прочные детекторы NaI(Tl) для каротажа скважин



- Высокая светоотдача
- Надёжная конструкция, специально разработанная для эксплуатации в экстремальных условиях геофизических исследований скважин (каротажа)
- Расширенный диапазон рабочих температур: от +25 °С до +175 °С
- Повышенная устойчивость к ударам и вибрациям
- Корпус из титанового сплава и оптические окна из сапфира для максимальной прочности и герметичности
- Доступны как стандартные, так и индивидуальные конфигурации сцинтилляционных детекторов на основе NaI(Tl)

Сцинтилляторы на основе йодида натрия, активированного таллием (NaI(Tl)), отличаются рекордной светоотдачей и превосходным энергетическим разрешением. Их спектр излучения идеально согласован с чувствительностью двухщелочных фотокатодов фотоумножителей, что обеспечивает высокую эффективность регистрации гамма-квантов. Благодаря сочетанию доступности, разнообразия геометрических форм и относительно низкой стоимости, NaI(Tl) остаётся самым распространённым сцинтилляционным материалом в прикладной радиационной физике. Однако NaI(Tl) — сильно гигроскопичный материал, требующий надёжной герметизации. Для применения в геофизическом каротаже, где оборудование подвергается экстремальным условиям —

высоким температурам, давлению, влажности, ударам и вибрациям — компания Shalom EO разработала специализированные детекторы на основе термостойких кристаллов NaI(Tl). Они помещаются в прочный корпус из титанового сплава с сапфировыми оптическими окнами, обеспечивающими долговечность и стабильную передачу света. Конструкция дополнительно усиливается противоударными и антивибрационными решениями. Благодаря такой надёжной инженерной реализации, наши герметизированные сцинтилляционные модули NaI(Tl) получили высокую оценку среди производителей и операторов оборудования для гамма-спектрометрического каротажа скважин.

### Спецификация :

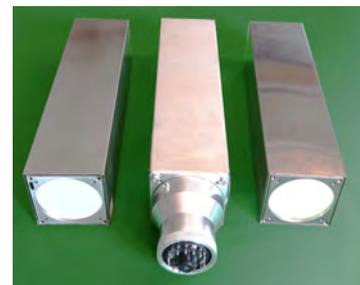
Диапазон рабочих температур	от 25°C до 175°C	Вибрация	<20 г при 20–1000 Гц
Шок	<400г@1мс		

### Спецификация :

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	3,67	Температура плавления (К)	924
Плоскость расщепления	<100>	Твердость (Моос)	2
Гигроскопичен	да	Показатель преломления на пике излучения	1,85
Пиковая длина волны излучения (нм)	415	Время затухания (нс)	250
Световыход (фотонов/КэВ)	38		

## Кристаллы и детекторы NaI(Tl) прямоугольного типа

- Высокая светоотдача и широкий спектр сцинтилляционного излучения
- Корпус из алюминия или нержавеющей стали с оптическими окнами из специального стекла
- Доступны как стандартные, так и индивидуальные модификации
- Возможна поставка в виде готовых сборок с интегрированными фотоэлектронными умножителями (ФЭУ)
- Основное применение: сцинтилляционные измерения и гамма-спектрометрия обычного гамма-излучения



Сцинтилляторы на основе йодида натрия, активированного таллием (NaI(Tl)), отличаются исключительно высокой эффективностью люминесценции и превосходным энергетическим разрешением. Среди всех неорганических сцинтилляторов NaI(Tl) обладает наибольшей светоотдачей, а его спектр излучения идеально согласован с чувствительностью двухщелевых фотокатодов, используемых в фотоумножителях. Благодаря сочетанию высокой эффективности регистрации, широкого выбора размеров и форм, а также доступной стоимости, NaI(Tl) стал наиболее распространённым сцинтилляционным материалом для детектирования гамма-излучения. Важно отметить, что кристаллы NaI(Tl) сильно гигроскопичны и требуют герметичной упаковки для защиты от влаги.

Прямоугольные сцинтилляторы NaI(Tl) представляют собой классическое решение для детектирования гамма-лучей. Кристалл прямоугольной формы помещается в герметичный корпус из алюминия или нержавеющей стали с оптическим окном, обеспечивающим эффективную передачу света к ФЭУ. При необходимости детектор может быть поставлен в виде полностью интегрированной сборки с фотоумножителем и, при желании заказчика, — с дополнительной электроникой обработки сигнала.

Компания Shalom EO предлагает в наличии стандартные прямоугольные сцинтилляторы и готовые детекторы NaI(Tl) с возможностью быстрой отгрузки. Также мы изготавливаем индивидуальные решения по техническим требованиям заказчика — от нестандартных геометрических размеров до специальных конструктивных исполнений.

### Общие характеристики :

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	3,67	Температура плавления (К)	924
Плоскость расщепления	<100>	Твердость (Моос)	2
Гигроскопичен	да	Показатель преломления на пике излучения	1,85
Пиковая длина волны излучения (нм)	415	Время затухания (нс)	250
Световыход (фотонов/КэВ)	38		

### Ассортимент

Код	Материал	Размер кристалла	Корпус	Окно
543-001	NaI(Tl)	54 × 54 × 50 мм	Алюминий	Оптическое стекло
543-002	NaI(Tl)	50 × 100 × 400 мм	Алюминий	Оптическое стекло
543-003	NaI(Tl)	4" × 4" × 8" (2 л)	Алюминий	Оптическое стекло
543-004	NaI(Tl)	4" × 4" × 16" (4 л)	Алюминий	Оптическое стекло

## Сцинтилляционный Кристалл NaI(Tl) Колодезного Типа

- Высокая светоотдача
- Отличная эффективность детектирования, особенно при регистрации слабых (низкоуровневых) потоков гамма-излучения
- Герметичный корпус из алюминия
- Доступны как отдельные кристаллы, так и готовые модули с интегрированным фотоэлектронным умножителем (ФЭУ)
- Основные области применения: системы детектирования гамма-излучения в радиационной медицине, гамма-камеры, мониторинг окружающей среды, включая контроль радиационного фона вблизи ядерных реакторов



Сцинтилляторы на основе йодида натрия, активированного таллием (NaI(Tl)), обладают одной из самых высоких светоотдач среди неорганических материалов и обеспечивают отличное энергетическое разрешение. Их спектр излучения идеально согласован с чувствительностью двухщелочных фотокатодов, используемых в фотоумножителях, что обеспечивает высокую эффективность регистрации гамма-квантов. Благодаря доступности, разнообразию форм и размеров, а также выгодному соотношению цены и качества, NaI(Tl) остаётся наиболее популярным сцинтилляционным материалом в прикладной радиометрии.

Следует учитывать, что NaI(Tl) — сильно гигроскопичный материал, поэтому кристаллы обязательно герметизируются в защитный корпус.

Особый интерес представляют детекторы NaI(Tl) колодецевого

типа: в цилиндрическом кристалле создаётся центральное углубление («колодец»), в которое помещается исследуемый образец. Такая геометрия обеспечивает почти 4π-геометрию регистрации, что значительно повышает эффективность детектирования, особенно для слабоактивных источников.

Сцинтилляционный свет выводится через оптическое окно в верхней части корпуса и направляется на ФЭУ. Компания Shalom EO предлагает луночные сцинтилляторы NaI(Tl) как по стандартным, так и по индивидуальным спецификациям заказчика. При необходимости возможна поставка в виде полностью интегрированной сборки с ФЭУ и соответствующей электроникой обработки сигнала.

### Основные свойства:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	3,67	Температура плавления (К)	924
Плоскость расщепления	<100>	Твердость (Моос)	2
Гигроскопичен	да	Показатель преломления на пике излучения	1,85
Пиковая длина волны излучения (нм)	415	Время затухания (нс)	250
Световыход (фотонов/КэВ)	38		

## Кристаллы и детекторы NaI(Tl) типа с боковыми отверстиями

- Высокая светоотдача
- Отличная эффективность детектирования при низком уровне фонового излучения
- Герметичный алюминиевый корпус
- Доступны как отдельные кристаллы, так и готовые модули с интегрированным фотоэлектронным умножителем (ФЭУ)
- Основные области применения: системы детектирования гамма-излучения в радиационной медицине, гамма-камеры для мониторинга окружающей среды (включая контроль радиационного фона вблизи ядерных реакторов), а также исследования в ядерной физике, физике высоких энергий и космической науке



Сцинтилляторы на основе йодида натрия, активированного таллием (NaI(Tl)), отличаются рекордной светоотдачей среди неорганических материалов и обеспечивают хорошее энергетическое разрешение. Их спектр излучения идеально согласован с чувствительностью двухщелочных фотокатодов, используемых в фотоумножителях, что обеспечивает высокую эффективность регистрации гамма-квантов. Благодаря доступности, широкому выбору размеров и форм, а также выгодному соотношению цены и качества, NaI(Tl) остаётся самым распространённым сцинтилляционным материалом в научных и промышленных приложениях.

Важно отметить, что NaI(Tl) — сильно гигроскопичный материал, поэтому кристаллы обязательно герметизируются в защитный корпус.

Особый тип конструкции — кристаллы NaI(Tl) с боковым отверстием: в цилиндрическом кристалле выполняется сквозное отверстие вдоль его вертикальной оси, через которое можно поместить исследуемый образец непосредственно внутрь детектора. Такая геометрия обеспечивает высокую геометрическую эффективность регистрации и особенно полезна при работе с низкоактивными источниками. Сцинтилляционный свет выводится через оптическое окно, расположенное на верхней поверхности корпуса, и направляется на ФЭУ.

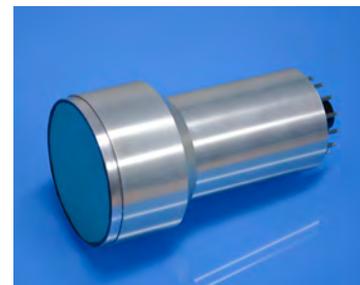
Компания Shalom EO изготавливает сцинтилляторы NaI(Tl) с боковыми отверстиями по индивидуальным запросам заказчиков. При необходимости возможна поставка в виде полностью интегрированной сборки с фотоумножителем и соответствующей электроникой обработки сигнала.

### Характеристики:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	3,67	Температура плавления (К)	924
Плоскость расщепления	<100>	Твердость (Моос)	2
Гигроскопичен	да	Показатель преломления на пике излучения	1,85
Пиковая длина волны излучения (нм)	415	Время затухания (нс)	250
Световыход (фотонов/КэВ)	38		

## Тонкие дисковые кристаллы и детекторы NaI(Tl)

- Кристаллы закреплены в алюминиевых кольцах для механической устойчивости и герметичности
- Входные окна выполнены из бериллиевой фольги или тонкой алюминиевой плёнки, обеспечивающей высокую прозрачность для низкоэнергетического излучения
- Доступны тонкие дисковые кристаллы NaI(Tl) в составе готовых детекторных модулей с фотоэлектронным умножителем (ФЭУ)
- Основное применение: регистрация мягкого рентгеновского и низкоэнергетического гамма-излучения



Сцинтилляторы на основе йодида натрия, активированного таллием (NaI(Tl)), отличаются исключительно высокой светоотдачей и хорошим энергетическим разрешением. Их спектр свечения оптимально согласован с чувствительностью двухщелочных фотокатодов, используемых в фотоумножителях, что обеспечивает высокую эффективность регистрации ионизирующего излучения. Благодаря доступности различных размеров и форм, а также выгодной стоимости, NaI(Tl) остаётся одним из самых распространённых сцинтилляционных материалов. Поскольку NaI(Tl) — сильно гигроскопичный материал, его обязательно помещают в герметичную конструкцию для защиты от влаги.

Для задач, связанных с детектированием низкоэнергетического («мягкого») рентгеновского и гамма-

излучения, кристаллы NaI(Tl) изготавливаются в виде тонких полированных дисков и монтируются в алюминиевые кольца. В качестве входного окна используются либо бериллиевая фольга, либо ультратонкая алюминиевая плёнка, которые минимизируют поглощение слабопроникающего излучения. Такая конструкция обеспечивает высокую чувствительность к фотонам с энергией от нескольких сотен эВ до нескольких десятков кэВ.

Компания Shalom EO предлагает тонкие сцинтилляторы NaI(Tl) по индивидуальным техническим требованиям заказчика. При необходимости возможна поставка в виде полностью интегрированных детекторных модулей с ФЭУ и соответствующей электроникой обработки сигнала.

### Технические параметры:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	3,67	Температура плавления (К)	924
Плоскость спайности	<100>	Твёрдость по шкале Мооса	2
Гигроскопичность	да	Показатель преломления при максимуме люминесценции	1,85
Длина волны максимума люминесценции (нм)	415	Время затухания (нс)	250
Выход света (фотонов/кэВ)	38		

# Сборки и аксессуары для сцинтилляционных детекторов

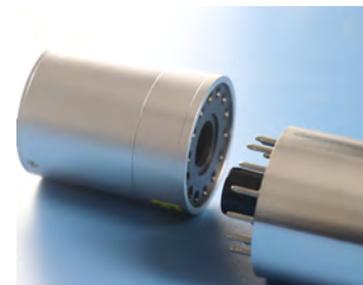


Сцинтилляционный детектор состоит из сцинтилляционных кристаллов или других сцинтилляционных материалов, соединённых с фотодетекторами, такими как фотоумножители (ФЭУ), кремниевые фотодиоды (SiPD) или кремниевые фотоумножители (SiPM). В случае детекторов с ФЭУ сцинтилляционные кристаллы возбуждаются при облучении фотонами или частицами, фотонные электроны умножаются на динадных ступенях и преобразуются в электрические импульсы на анодах ФЭУ. Помимо сцинтиллятора и ФЭУ, в состав сцинтилляционных детекторов могут входить такие элементы, как делитель напряжения (VD), предусилитель, модуль высокого напряжения (HV), разъёмы и электронные блоки, а также световоды. Сцинтилляционные детекторы широко применяются для регистрации рентгеновского и  $\gamma$ -излучения в медицинской визуализации, физике высоких энергий, геофизических исследованиях и на атомных электростанциях.

Компания Shalom EO предлагает широкий ассортимент сцинтилляционных детекторов на основе NaI(Tl), CsI(Tl), CsI(Na), LYSO(Ce), BGO, LaBr<sub>3</sub>(Ce), LaCl<sub>3</sub>(Ce) и пластиковых сцинтилляторов. Модули детекторов могут включать гибкие комбинации сцинтилляторов, фотоумножителей, HV-модулей, электроники и корпусов. Фотоумножители могут поставляться другими производителями. Доступны как стандартные модули, так и изделия по индивидуальному заказу. Также предоставляются отдельные серии ФЭУ, пластиковые сцинтилляционные детекторы для контроля поверхностного загрязнения, многоканальные анализаторы и идентификаторы радионуклидов.

# 5

## Сцинтилляционные детекторы (Сцинтилляторы+ФЭУ)



- Корпус из алюминия или нержавеющей стали, окна из оптического стекла.
- ФЭУ производства Beijing Hamamatsu, ET или других поставщиков.
- Доступны как готовые модули, так и детекторы, изготовленные по индивидуальному заказу.
- На основе различных сцинтилляционных материалов: NaI(Tl), CsI(Tl), CsI(Na), LYSO(Ce), BGO, LaBr3(Ce), LaCl3(Ce), CeBr3 и пластиковых сцинтилляторов.
- Основное применение: Обнаружение рентгеновского и гамма-излучения

Эта серия сборок сцинтилляционных детекторов состоит из сцинтилляторов, фотоумножителей и герметичных корпусов, изготовленных из алюминия или нержавеющей стали. Наиболее часто используемым сцинтилляционным материалом является NaI(Tl), но доступны и другие сцинтилляторы, включая CsI(Tl), LYSO(Ce), BGO, LaBr3(Ce), LaCl3(Ce), CeBr3, а также пластиковые сцинтилляторы.

ФЭУ могут быть поставлены от таких производителей как Beijing Hamamatsu, ET или других, в соответствии с вашими требованиями. Помимо широкого выбора сцинтилляционных детекторов и модулей зондов в стандартном исполнении, вы можете заказать детекторы по индивидуальным требованиям.

### технические характеристики :

Изделия могут быть изготовлены по индивидуальным требованиям заказчика.

Код	Размер кристалла	Модуль	ФЭУ	Корпус	Окна
551-001	Д25x25мм	NaI(Tl)+PMT	CR125	Алюминий	Оптическое стекло
551-002	Д25x50мм	NaI(Tl)+PMT	CR125	Алюминий	Оптическое стекло
551-003	Д25x100мм	NaI(Tl)+PMT	CR125	Алюминий	Оптическое стекло
551-004	Д30x50мм	NaI(Tl)+PMT	CR105-05	Алюминий	Оптическое стекло
551-005	Д50x50мм	NaI(Tl)+PMT	CR105-05	Алюминий	Оптическое стекло
551-006	Д75x75мм	NaI(Tl)+PMT	CR160	Алюминий	Оптическое стекло

## Сцинтилляционные детекторы с кремниевыми фотоумножителями (SiPM)

- Доступны модули по индивидуальным требованиям заказчика; возможен выбор различных типов сцинтилляционных кристаллов
- Компактные размеры
- Нечувствительны к магнитным полям
- Твердотельная конструкция, более прочная и надёжная по сравнению с ФЭУ (PMT)
- Требуют значительно более низкого напряжения питания, чем ФЭУ (PMT)
- Области применения: медицинская визуализация (PET/SPECT), физика высоких энергий

SiPM (Silicon Photomultiplier), иногда также называемый MPPC (multi-pixel photon counter), представляет собой твердотельный полупроводниковый фотодатчик, который, в отличие от ФЭУ, работает на основе вакуумного фотоэлектрического эффекта.

Наиболее базовый элемент SiPM состоит из лавинного фотодиода (APD), работающего в режиме Гейгера (Geiger mode), и последовательного гасящего резистора (quenching resistor), которые вместе образуют один пиксель. Кремниевый фотоумножитель представляет собой совокупность большого количества таких микроскопических пикселей, объединённых в двумерную матрицу.

По сравнению с традиционным считыванием сигнала с помощью ФЭУ, сцинтилляционные детекторы на основе SiPM обеспечивают более компактное и гибкое твердотельное решение, обладают низкой чувствительностью к магнитным полям, значительно более низким рабочим напряжением и энергопотреблением, а также повышенной механической прочностью к вибрациям и ударам. Однако SiPM имеют и ограничения, включая более низкое отношение сигнал/шум при детектировании очень слабого света, нелинейный отклик и насыщение при высоком потоке фотонов, ограниченную площадь детектирования из-за малого активного размера, а также увеличение темновых счётчиков при повышенных температурах, что требует управления теплом. Кроме того, их временной отклик, как правило, медленнее по сравнению с ФЭУ. Shalom EO поставляет сцинтилляционные детекторы на основе SiPM. Мы предлагаем индивидуально разработанные сцинтилляционные детекторы, состоящие из сцинтиллятора и SiPM. Возможен выбор различных типов сцинтилляционных кристаллов. Доступны гибкие решения с индивидуальной геометрией и конструкцией. Сцинтилляционные детекторы Shalom EO отличаются

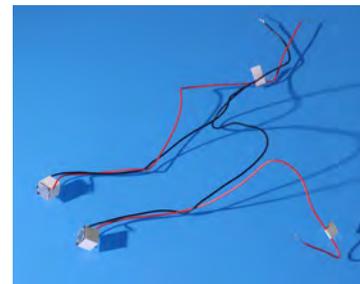
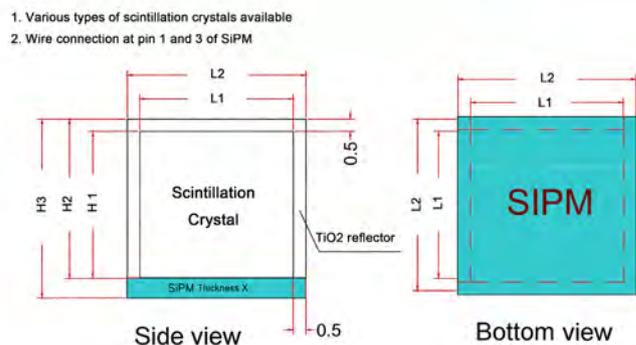
компактными размерами, высокой механической прочностью и стабильностью, невосприимчивостью к магнитным полям и низкими требованиями к питающему напряжению. Сцинтилляционные детекторы с фотоумножителями SiPM отлично подходят для таких применений, как позитронно-эмиссионная томография (PET) и физические эксперименты.

FAQ: Когда следует выбирать сцинтилляционные детекторы с фотоумножителями SiPM

- Ядерная медицинская визуализация (например, ПЭТ, ОФЭКТ) и мониторинг радиоактивности, где предпочтительны компактные размеры и гибкая интеграция
- Промышленные и полевые детекторы, а также портативные измерительные приборы
- Случаи, когда сцинтиллятору не требуется большая площадь фотодетектора
- При ограниченном бюджете

### Технические характеристики:

Ниже приведён чертёж сцинтилляционного детектора с кремниевым фотоумножителем (SiPM) производства Shalom EO:



## Сцинтилляционные детекторы (Сцинтилляторы+ФЭУ+Электроника)

- Корпус из алюминия или нержавеющей стали.
- ФЭУ производства Beijing Hamamatsu, ET или других производителей.
- Комплектация с делителем напряжения, предусилителем, высоковольтным модулем (ВН) и разъемами доступна по запросу.
- Различные варианты сцинтилляторов: NaI(Tl), CsI(Tl), CsI(Na), LYSO(Ce), BGO, LaBr3(Ce), LaCl3(Ce), CeBr3 и пластмассовые сцинтилляторы.
- Основные области применения: обнаружение рентгеновского и гамма-излучения.



Эта серия сборок сцинтилляционных детекторов состоит из сцинтилляторов, фотоумножителей и герметичных корпусов, изготовленных из алюминия или нержавеющей стали. Наиболее часто используемым сцинтилляционным материалом является NaI(Tl), но доступны и другие сцинтилляторы, включая CsI(Tl), LYSO(Ce), BGO, LaBr3(Ce), LaCl3(Ce), CeBr3, а также пластиковые сцинтилляторы. ФЭУ могут быть поставлены от таких производителей как Beijing Hamamatsu, ET или других, в соответствии с

вашими требованиями. Помимо широкого выбора сцинтилляционных детекторов и модулей зондов в стандартном исполнении, вы можете заказать детекторы по индивидуальным требованиям.

### Технические характеристики

технические характеристики

Изделия могут быть изготовлены по индивидуальным требованиям заказчика.

## Электрический модуль для сборок детекторов (по требованиям заказчика)

- Совместимость с различными типами детекторных модулей сцинтилляторов, ФЭУ и сцинтиллятор+ФЭУ.
- Различные варианты модулей, включая ФЭУ, делитель напряжения, предусилитель, высоковольтные модули и разъемы
- Доступны уникальные конструкции по индивидуальным требованиям.
- Гарантийный срок 12 месяцев на все модули



Shalom EO предлагает кастомизированные электронные модули для вашего сцинтиллятора + детекторов ФЭУ, в т.ч. делитель напряжения, предусилитель, модули высокого напряжения и выходные разъемы, доступные по вашему запросу. Наши инженеры вникнут в вашу задачу и предложат оптимальную электрическую схему и конструкцию. На все

электронные модули предоставляется гарантия 12 месяцев.

### Технические характеристики

технические характеристики

Изделия могут быть изготовлены по индивидуальным требованиям заказчика.

## Сборки пластиковых сцинтилляционных детекторов

- Специальные пластиковые сборки сцинтилляционных детекторов
- Дополнительные конфигурации: световоды, ФЭУ, электроника, светонепроницаемая упаковка и т. д.
- Большая светоотдача и быстрый отклик
- Идеально подходит для подсчета общего гамма-излучения, обнаружения ядерных частиц, обнаружения альфа-/бета-частиц и т. д.
- Встроены крупногабаритные пластиковые сцинтилляторы различных форм



Сцинтилляционные детекторы на пластиковых сцинтилляторах отличаются большим световым выходом, короткими постоянными времени сцинтилляции и быстрым откликом, а также высокой радиационной стойкостью и стабильными химико-механическими свойствами. Детекторы оптимизированы для быстрого обнаружения гамма-/рентгеновского излучения, альфа-/бета-частиц, нейтронов, измерения массы ядер и т. д.

Shalom EO предлагает серию заказных пластиковых сцинтилляционных детекторных сборок для радиационного контроля и измерений. Пластиковые сцинтилляторы могут быть интегрированы с различными аксессуарами и элементами сбора излучения, включая световоды, фотоэлектронные умножители (ФЭУ), светонепроницаемые оболочки, входные окна для излучения и электронные модули. Используемые в

наших детекторах пластиковые сцинтилляторы доступны в больших размерах и разнообразных формах, благодаря чему такие детекторы идеально подходят для задач суммарного гамма-счёта, например в портальных мониторах для контроля загрязнений транспортных средств и в системах ядерных гарантий.

Конфигурации и электроника для фотоумножителей могут быть определены по вашим требованиям, при этом детекторы могут быть оснащены делителями напряжения, внутренними высоковольтными модулями, предусилителями и т. д. Все остальные характеристики пластиковых сцинтилляционных сборок можно настраивать.

### Технические характеристики

технические характеристики

Изделия могут быть изготовлены по индивидуальным требованиям заказчика.

## Световоды из оргстекла (PMMA) для сцинтилляторов

- Изготовлены из оргстекла (PMMA), импортированного из Германии.
- Невосприимчивы к пожелтению и идеальны для длительного использования.
- Разработка под ваши сцинтилляционные детекторы.
- Различные формы, для разных сечений: «рыбий хвост», конический, прямоугольный, плоский стержень и т.д.
- Соответствует PMT, SiPM или другим компонентам считывания.
- Соответствует Сцинтилляционные детекторы



Световоды являются важными компонентами для передачи света от сцинтилляционной среды и устройства сбора света (ФЭУ или кремниевых фотоумножителей SiPM) в сцинтилляционных детекторах. Часто есть два обстоятельства, при которых используется световод: один — когда площадь сцинтиллятора больше площади фототрубок, другой — когда форма поперечного сечения сцинтиллятора отличается от формы поперечного сечения фототрубок.

Литой PMMA является широко применяемым пластиковым материалом для изготовления сцинтилляционных световодов. Аббревиатура PMMA расшифровывается как полиметилметакрилат. Данный материал также известен как акриловый пластик и в коммерческой практике выпускается под торговыми наименованиями Lucite, Perspex, Plexiglas и др.

Shalom EO предлагает Специальные световоды из PMMA для сцинтилляторов. Все характеристики и параметры могут быть адаптированы для оптимизации ваших сцинтилляционных детекторов. Доступны световоды различных форм, включая световоды типа «рыбий хвост», предназначенные для перехода от тонких прямоугольных выходных окон к круглым

сечениям; конические световоды для сопряжения квадратных и круглых торцевых поверхностей; а также световоды круглого сечения с дополнительными вариантами исполнения, в том числе прямоугольные, плоские и другие нестандартные формы. Для обеспечения полного внутреннего отражения используются полированные поверхности или отражающие покрытия. Световоды обеспечивают эффективную и равномерную передачу света и совместимы с ФЭУ (PMT), SiPM и другими датчиками считывания.

Литой PMMA, импортируемый из Германии, характеризуется высоким оптическим пропусканием, высокой устойчивостью к ультрафиолетовому излучению, хорошей термостойкостью и устойчивостью к пожелтению, что обеспечивает длительный срок эксплуатации. Световоды из PMMA, применяемые совместно с пластиковыми сцинтилляционными детекторами, представляют собой эффективные средства для регистрации гамма-излучения, задач ядерного мониторинга, а также обнаружения альфа- и бета-частиц.

### Характеристики :

Материал подложки	PMMA	Плотность	1,19 г/см <sup>3</sup>
Показатель преломления	1.49	Технология изготовления	Литье
Рабочая температура	-40–55°C		

## Фотопреобразовательные (ФЭУ) трубки

- Предназначены для работы со сцинтилляторами: фотоэлектронные умножители (ФЭУ) оснащены оптическим окном из боросиликатного стекла, бикалиевым фотокатодом, системой динодов, анодом, штырьковым разъёмом и вакуумной оболочкой.
- Спектральный диапазон отклика: 290–650 нм, пик квантовой эффективности (QE) при 380 нм, что хорошо согласуется со спектрами излучения большинства сцинтилляторов.
- Высокая светочувствительность и повышенная чувствительность в синей области спектра.
- Две стандартные серии PMT: SPMT-F021 с высоким коэффициентом усиления и эффективностью сбора, SPMT-T013 с низким уровнем шума и быстрым откликом.



Компания Shalom EO предлагает как серийные, так и заказные фотомножительные трубки (PMT), специально оптимизированные для работы со сцинтилляционными детекторами. Стандартные PMT изготавливаются с оптическими окнами из боросиликатного стекла с высокой светопропускной способностью, бикалкатальными фотокатодами, тщательно спроектированными цепочками динодов и прочными вакуумными оболочками.

Благодаря спектральной чувствительности в диапазоне 290–650 нм и пику квантовой эффективности (QE) на 380 нм, обусловленному бикалкатальным фотокатодом с высокой чувствительностью в синей и видимой областях спектра, стандартные PMT Shalom EO хорошо согласуются с излучением большинства распространённых сцинтилляторов.

Серия SPMT-F021 отличается высоким коэффициентом усиления и эффективностью сбора фотоэлектронов. Активная область катода имеет диаметр не менее 46 мм, а трубки оснащены 15-контактным цокольным

основанием. В конструкции динодов и анода используется коробчато-решётчатая схема: диноды последовательно расположены внутри корпуса, а решётчатая структура направляет электроны, снижая потери и рассеяние, что повышает эффективность сбора. При номинальных рабочих напряжениях коэффициент усиления может достигать нескольких десятков миллионов, что делает эту серию особенно подходящей для сцинтилляционных счётчиков и приложений в физике высоких энергий.

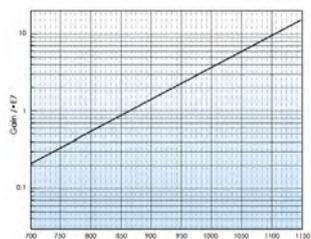
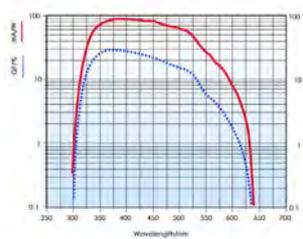
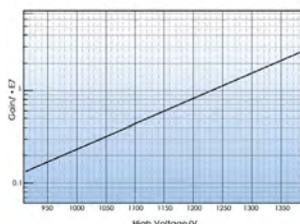
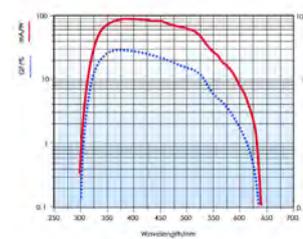
Серия SPMT-T013 ориентирована на быстрый отклик и низкий уровень шума. Типичное время нарастания составляет 1,9 нс, а темновой ток — около 2 нА. Доступны варианты с коробчато-фокусированной и линейно-фокусированной структурой динодов: коробчато-фокусированная конструкция предназначена для высокоточных применений, а линейно-фокусированная — более экономична для задач общего назначения. Стандартные фотомножители серии SPMT-T013 отлично подходят для использования в сцинтилляционных счётчиках и системах измерения радиации.

### Общие характеристики:

Оптическое окно	Боросиликатное стекло	Диапазон рабочей температуры	-30°C~50°C
Фотокатод	Биалкали	Диапазон температуры хранения	-50°C~50°C
Конструкция	Коробчато-решётчатая / Коробчно-фокусная / Линейно-фокусная		

## Product list:

Код	Длина волны	Диаметр	Длина	Активная область фотокатода	Световая чувствительность катода	Синяя чувствительность катода	Усиление
SPMT-T013-A	290-650 нм, QE пик 380 нм	28,5±0,5 мм (диаметр трубки)	Макс. 97±1 мм	Круглая, мин. диаметр 25 мм	Тип. 80 μА/лм	Тип. 11 μА/лмF, мин. 9 μА/лмF	Тип. 7×10 <sup>6</sup>
SPMT-T013-B	290-650 нм, QE пик 380 нм	28,5±0,5 мм (диаметр трубки)	Макс. 97±1 мм	Круглая, мин. диаметр 25 мм	Тип. 80 μА/лм	Тип. 11 μА/лмF, мин. 9 μА/лмF	Тип. 7×10 <sup>6</sup>
SPMT-T013-C	290-650 нм, QE пик 380 нм	28,5±0,5 мм (диаметр трубки)	Макс. 97±1 мм	Круглая, мин. диаметр 25 мм	Тип. 80 μА/лм	Тип. 11 μА/лмF, мин. 9 μА/лмF	Тип. 7×10 <sup>6</sup>
SPMT-F021-A	290-650 нм, QE пик 380 нм	51±0,5 мм (диаметр трубки)	Макс. 147 мм	Круглая, мин. диаметр 46 мм	Мин. 60 μА/лм	Мин. 10,5 μА/лмF	Тип. 2,5×10 <sup>7</sup>
SPMT-F021-B	290-650 нм, QE пик 380 нм	51±0,5 мм (диаметр трубки)	Макс. 147 мм	Круглая, мин. диаметр 46 мм	Мин. 60 μА/лм	Мин. 9 μА/лмF	Тип. 1,6×10 <sup>7</sup>
SPMT-F021-C	290-650 нм, QE пик 380 нм	51±0,5 мм (диаметр трубки)	Макс. 147 мм	Круглая, мин. диаметр 46 мм	Мин. 60 μА/лм	Мин. 7 μА/лмF	Тип. 1×10 <sup>7</sup>

SPMT-T013-Typical Gain  
Hangzhou Shalomeo EOSPMT-T013-Typical Spectral Response  
Hangzhou Shalomeo EOSPMT-F021-Typical Gain  
Hangzhou Shalomeo EOSPMT-F021-Typical Spectral Response  
Hangzhou Shalomeo EO

# Пластиковые сцинтилляторы



Пластмассовые сцинтилляторы от Shalom EO доступны в виде блоков, пластин, стержней/цилиндров, листов, а также в виде изделий с покрытием из ZnS(Ag) (сульфид цинка, легированный серебром), колец, матриц, интегрированных детекторов и мониторов радиационного загрязнения. Пластиковые сцинтилляторы могут быть эквивалентны сцинтилляторам Eljen's или Luxium Solutions.

Пластиковые сцинтилляторы находят применение в ситуациях, требующих быстрого времени затухания и больших площадей. Типичные области применения включают портативные радиационные мониторы, мониторы загрязнения поверхностей, мониторы загрязнения рук и ног.

Пластмассовые сцинтилляторы	
SP101:Эквивалент EJ-212 и BC-400	Детектирование гамма-излучения, рентгеновского излучения и мюонов.
SP102:Эквивалент EJ-212 и BC-400	Детектирование бета-излучения.
Пластмассовые сцинтилляторы с покрытием ZnS	
SP121:Эквивалент EJ-444	Детектирование альфа- и бета-излучения (для мониторов загрязнения рук и ног).
SP122	Детектирование низкоэнергетического гамма-излучения.
SP123Эквивалент EJ-442	Детектирование альфа-излучения.
Интегрированные детекторы и модули на основе пластмассовых сцинтилляторов	
Модуль мониторинга загрязнения поверхности	Базовая технология: На основе пластмассового сцинтиллятора SP121.
	Состав модуля: SP121 + ФЭУ (PMT) + майларовые (PET) пленки + стальная защитная сетка + корпус и электроника.
	Применение: Детектирование альфа-частиц, бета-частиц, а также отдельное (Dual) детектирование Альфа+Бета.
Детекторы на основе пластмассовых сцинтилляторов	Гибкое конструктивное исполнение: Доступна комплектация с ФЭУ (PMT), световодами, электроникой и светонепроницаемой оболочкой.

# 6

## Пластиковые сцинтилляторы SP101 (эквивалент EJ212, BC400)



- Эквивалентны сцинтилляторам Eljen EJ212 или Luxium BC400
- На основе полистирола, высокая механическая прочность
- Хорошая устойчивость к вибрациям и воздействию влаги
- Доступны различные формы и большие габаритные размеры
- Короткое время спада сигнала — 2,4 нс
- Доступны сборки SP101 со световодом, ФЭУ, кремниевым фотодиодом (Si PD) и электронными модулями
- Доступны тонкие экраны из пластиковых сцинтилляторов
- Возможно нанесение алюминиевого покрытия
- Области применения: изотопные уровнемеры, радиационный контроль транспортных средств, мониторинг окружающей радиационной обстановки, антикомптоновские детекторы

Органические, или пластиковые, сцинтилляторы обладают высокой прозрачностью, отличной долговечностью и хорошей устойчивостью к вибрациям, ударам и воздействию влаги. Они также характеризуются чрезвычайно высокой радиационной стойкостью. Пластиковые сцинтилляторы отличаются низкой стоимостью и широкой доступностью изделий больших размеров и различных форм. Пластиковые сцинтилляторы имеют короткое время спада и высокий световой выход. Благодаря своим превосходным свойствам пластиковые сцинтилляторы широко применяются для детектирования рентгеновского и гамма-излучения.

Компания Hangzhou Shalom EO предлагает пластиковые сцинтилляторы SP101 (эквивалент EJ212 и BC400), представляющие собой полистирольный пластик, получаемый методом термической полимеризации мономера стирола с добавлением радиационно-активных материалов РОРОР и р-терфенила. SP101 является быстрым сцинтиллятором с временем спада 2,4 нс, обладает хорошим световым выходом — 20–30 % от NaI(Tl) и 64 % от кристаллов антрацена, а также

максимумом спектра излучения при длине волны 423 нм. Shalom EO предлагает индивидуальные пластиковые сцинтилляторы SP101 различных форм, включая пластины, диски, блоки, стержни, цилиндры, кубы и кольца, а также с опциональными отражающими материалами и конструкциями упаковки. Кроме того, Shalom EO поставляет сборки сцинтилляционных детекторов на основе SP101 с интеграцией световода, фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) и кремниевых фотодиодов (Si PD); при необходимости могут быть установлены электронные модули.

Области применения:

- Изотопные измерители
- Радиационный контроль транспортных средств
- Мониторинг радиационной обстановки окружающей среды
- Антикомптоновские детекторы

### Технические характеристики:

Базовый материал	Полистирол	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	1,02
Температура размягчения (°C)	75	Рабочая температура (°C)	-40 ~ +55
Максимальная длина волны излучения (нм)	423	Показатель преломления при макс. излучения	1,58
Время спада (нс)	2,4	Световой выход (% от NaI(Tl), для γ-излучения)	20 ~ 30
Световой выход (% от кристалла антрацена)	64		

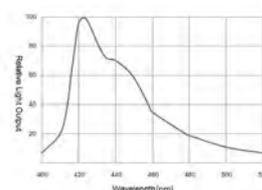
### Модули или типы:

Стандартные пластиковые сцинтилляторы SP101 (эквивалент EJ212)

50 × 500 × 1200 мм  
 50 × 50 × 1000 мм  
 50 × 50 × 1500 мм  
 50 × 50 × 2000 мм  
 Ø50 × 1000 мм  
 Ø50 × 1500 мм  
 Ø50 × 2000 мм

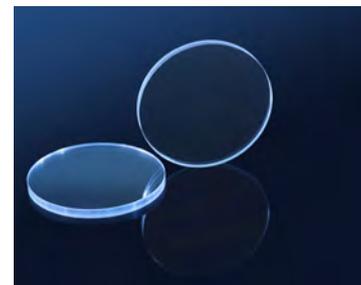
### Кривые

Спектр светового излучения



## Сцинтилляторы из литиевого стекла SG101 для обнаружения нейтронов

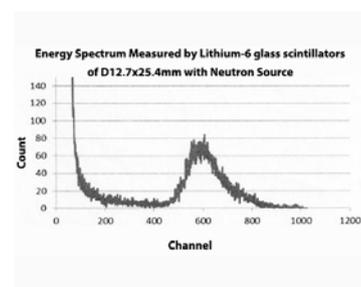
- Высокая эффективность обнаружения тепловых нейтронов
- Короткое время затухания и хорошие тепловые свойства
- Отличные возможности дискриминации  $n$ - $\gamma$ -лучей
- Доступны различные формы
- Применение на атомных электростанциях, предприятиях по переработке ядерных отходов, в системах радиационного мониторинга окружающей среды и т. д.



SG101 представляет собой разновидность сцинтиллятора из стекла, легированного литием-6 (стекло Li-6), используемого для обнаружения тепловых нейтронов. Он имеет высокую эффективность для обнаружения тепловых нейтронов, короткое время затухания, отличные возможности дискриминации  $n$ - $\gamma$ -лучей и хорошую тепловые свойства. Стекло Li-6 часто изготавливается в цилиндрической или прямоугольной форме.

Shalom EO предлагает изготовленные на заказ сцинтилляторы из литиевого стекла Li-6 по запросу клиента. Наши сцинтилляторы из литиевого стекла (Li-6) применяются на атомных электростанциях, в установках по переработке ядерных отходов, а также в

системах радиационного мониторинга окружающей среды для точного контроля нейтронного излучения. Сцинтилляторы Li-6 также находят применение в экспериментах по времени пролёта нейтронов (TOF), каротаже скважин, неразрушающих испытаниях и нейтронной спектроскопии. фотографии.



### Характеристики:

Плотность (г/см <sup>3</sup> )	2.3	Допинг Li-6	7,5-11,2% массы
Светоотдача (относительно NaI(Tl))	12%	Диапазон измерения	тепловой нейтрон
Время затухания сцинтилляции (нс)	53	Пиковая длина волны излучения (нм)	416
Энергетическое разрешение тепловых нейтронов	≅ 28%	Диапазон рабочих температур	-150°C ~ 200°C

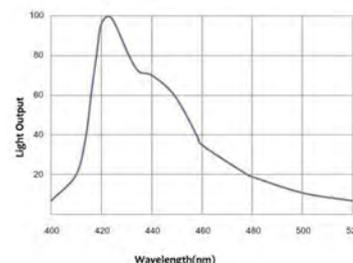
## Пластиковые сцинтилляторы SP102 для детектирования бета-излучения

- Высокая эффективность детектирования бета-излучения
- На основе полистирола, отличная однородность и отсутствие деформации
- Короткое время спада — 2,4 нс
- Диапазон толщин 0,25–1,0 мм, доступны различные формы
- Отличается по составу легирующих веществ от SP101
- Эквивалентны сцинтилляторам Eljen EJ212 и Luxium BC400



Пластиковый сцинтиллятор SP102 изготавливается из тех же материалов, что и пластиковые сцинтилляторы SP101, но содержит иные легирующие вещества по сравнению с SP101. Пластиковые сцинтилляторы серии SP102 разработаны специально для детектирования бета-излучения ( $\beta$ -излучения); их толщина обычно находится в диапазоне 0,25–1,0 мм. Малая толщина позволяет снизить световой выход, создаваемый гамма-излучением ( $\gamma$ -излучением). Пластиковые сцинтилляторы SP102 обладают высокой эффективностью детектирования, отличной однородностью и отсутствием деформации.

Компания Shalom EO предлагает изготовление пластиковых сцинтилляторов SP102 по индивидуальным требованиям заказчика.



### Технические характеристики :

Материал подложки	Полистирол	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	1.023
Показатель преломления	1,58	Световой выход (% от кристалла антрацена)	64
Максимальная длина волны излучения (нм)	423	Время спада (нс)	2,4
Температура размягчения (°C)	75	Диапазон рабочих температур (°C)	-40 ~ +55
Диапазон измерений	50 кэВ ~ 3 МэВ		

## Пластиковые сцинтилляторы SP121 (эквивалент EJ444) для детектирования альфа- и бета-излучения

- Эквивалентны сцинтилляторам Eljen EJ444
  - Подходят для детектирования как альфа-, так и бета-излучения
  - На основе полистирола, с поверхностным покрытием ZnS(Ag) на слое SP102
  - Хорошая равномерность и отличная однородность сцинтилляционного слоя
- Доступны в различных геометрических формах
- Слои ZnS(Ag) со стандартной толщиной 4,5 мг/см<sup>2</sup>, а также другие варианты толщины по заказу

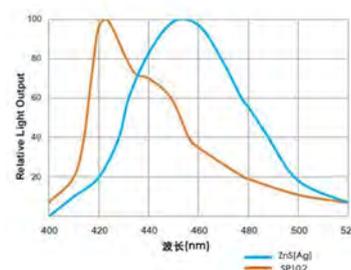


Компани Shalom EO разработала серию пластиковых сцинтилляторов SP121, эквивалентных Eljen EJ444, предназначенных для одновременной регистрации  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения. Сцинтиллятор SP121 представляет собой пластиковый сцинтиллятор SP102 с нанесённым на его поверхность слоем ZnS(Ag). Типовая поверхностная плотность слоя ZnS(Ag) составляет 4,5 мг/см<sup>2</sup>.

Сцинтиллятор SP102 используется для регистрации  $\beta$ -излучения и характеризуется максимумом спектра излучения при длине волны 423 нм. Слой ZnS(Ag) предназначен для регистрации  $\alpha$ -излучения и имеет максимум излучения при 450 нм. Толщина слоя ZnS(Ag) тщательно рассчитывается и оптимизируется для обеспечения эффективного поглощения  $\alpha$ -частиц.

Для нанесения покрытия ZnS(Ag) применяется современный высокоточный технологический процесс, обеспечивающий высокую однородность и равномерность сцинтилляционных характеристик готовых изделий.

Кривые  
Спектр светового излучения



### Технические характеристики:

Состав	SP102	ZnS(Ag)
Материал	Полистирол	ZnS(Ag)
Плотность (г/см <sup>3</sup> )	1.023	4,1
Показатель преломления	1,58	—
Световой выход (% от кристаллов антрацена)	64	280
Максимальная длина волны излучения (нм)	423	450
Время спада (нс)	2,4	200
Диапазон рабочих температур (°C)	-40 ~ 55	-40 ~ 55
Толщина нанесённого слоя (мг/см <sup>2</sup> )	—	4,5

## Детектор на основе пластикового сцинтиллятора для контроля поверхностного радиационного загрязнения

- Состоит из пластикового сцинтиллятора, фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), плёнок Mylar (PET), металлической сетки, алюминиевого корпуса и электронных модулей с гибкой конфигурацией
- Использует пластиковый сцинтиллятор SP121 (эквивалент Eljen EJ444), оптимизированный для регистрации и измерения поверхностного альфа- и бета-излучения
- Поддерживает три режима детектирования: регистрация  $\alpha$ -излучения, регистрация  $\beta$ -излучения, а также совместная регистрация  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения
- Обеспечивает несколько форматов цифровых выходных сигналов, совместимых с различными системами сбора данных и цифровой обработки
- Реализуется с использованием оптической резонаторной конструкции либо со световодами из полиметилметакрилата (PMMA)
- Области применения: переносные зонды радиационного контроля, мониторы рук и ног, напольные мониторы поверхностного радиационного загрязнения



Компания Shalom EO предлагает серию индивидуально разрабатываемых детекторов поверхностного радиационного загрязнения на основе пластиковых сцинтилляторов, предназначенных для идентификации и количественного измерения источников альфа- и бета-излучения. В основе детекторов используется пластиковый сцинтиллятор SP121 (эквивалент EJ444), интегрированный с фотоэлектронным умножителем, электронными модулями, полиэфирными плёнками Mylar, металлической защитной сеткой и алюминиевым корпусом.

Электронная часть детектора может гибко конфигурироваться и включает делители напряжения, высоковольтные источники питания, предусилители и модули оцифровки сигналов. Такая архитектура обеспечивает высокий уровень системной интеграции и позволяет адаптировать прибор под конкретные требования заказчика.

Благодаря сочетанию высокочувствительных пластиковых сцинтилляторов, широкого диапазона регистрируемых типов излучения и модульной электроники, детекторы

легко интегрируются в измерительное оборудование пользователя. Устройства подходят для применения в переносных зонд-детекторах поверхностного загрязнения, мониторах контроля рук и ног, а также в системах мониторинга загрязнения полов и рабочих поверхностей.

Детекторы поддерживают три режима работы: регистрацию  $\alpha$ -излучения,  $\beta$ -излучения и одновременную регистрацию  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучений с использованием двухсцинтилляционной конфигурации. Сцинтилляционные элементы могут изготавливаться в различных геометрических формах и размерах в зависимости от требований конкретного применения. В стандартном исполнении оптический тракт реализован в виде оптической резонаторной полости; при необходимости для повышения эффективности сбора света и улучшения передачи сигнала используется световод из PMMA. Поддержка различных форматов выходных сигналов обеспечивает совместимость с широким спектром систем сбора и обработки данных.

### Specification :

Сцинтилляционный материал	Пластиковый сцинтиллятор SP121	Детектирование	Альфа; Бета; Альфа + Бета
Усилитель	Многоступенчатое усиление напряжения	Отбор импульсов	Пороговый отбор по напряжению + аппаратная антисовпадательная схема
Выход предусилителя	Импульс с хвостом или квазигауссовский импульс	Оптическое окно детектора	2 слоя плёнки Mylar по 3 мкм
Корпус	Алюминиевый корпус	Условия эксплуатации	Температура: $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; влажность: <95%

## Пластиковые сцинтилляторы SP122 для детектирования низкоэнергетического гамма-излучения

- Подходят для детектирования низкоэнергетического  $\gamma$ -излучения ( $\gamma$ -кванты с энергией до 40 кэВ)
- На основе полистирольного сцинтиллятора SP101 с поверхностным покрытием ZnS(Ag) на SP101
- Хорошая равномерность и отличная однородность
- Доступны различные формы и размеры
- Покрытия ZnS(Ag) со стандартной толщиной 8–10 мг/см<sup>2</sup>, а также возможны индивидуальные варианты толщины



Серия пластиковых сцинтилляторов SP122 разработана компанией Shalom EO для детектирования низкоэнергетического  $\gamma$ -излучения. Подложкой для SP122 служит наш пластиковый сцинтиллятор SP101, на поверхность которого нанесён слой ZnS(Ag) толщиной

8–10 мг/см<sup>2</sup>. Для нанесения покрытия ZnS(Ag) применяется современный и высокоточный технологический процесс, что обеспечивает отличную однородность и равномерность готовых пластиковых сцинтилляторов. SP122 способен регистрировать  $\gamma$ -излучение с энергией до 40 кэВ.

### Технические характеристики:

	SP101	ZnS(Ag)
Материал подложки	Полистирол	ZnS(Ag)
Плотность (г/см <sup>3</sup> )	1.023	4,1
Показатель преломления	1,58	—
Световой выход (относительно кристаллов антрацена)	64%	280%
Максимальная длина волны излучения (нм)	423	450
Время спада (нс)	2,4	200
Диапазон рабочих температур (°C)	-40 ~ +55	-40 ~ +55
Толщина покрытия (мг/см <sup>2</sup> )	—	8–10

## Пластиковые сцинтилляторы SP123 (эквивалент EJ442) для детектирования альфа-излучения

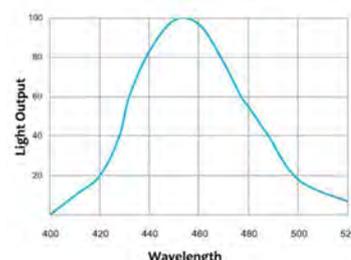
- Эквивалентны сцинтилляторам Eljen EJ442
- Подходят для детектирования  $\alpha$ -излучения
- На основе подложек из PMMA с нанесёнными поверхностными покрытиями ZnS(Ag)
- Отличная однородность и равномерность
- Доступны различные формы и большие размеры до 1000 × 1000 мм
- Слои ZnS(Ag) со стандартной толщиной 4,5 мг/см<sup>2</sup>, возможна индивидуальная толщина по заказу



Компания Shalom EO предлагает серию пластиковых сцинтилляторов SP123 (эквивалент EJ442), предназначенных для детектирования  $\alpha$ -излучения. Пластиковые сцинтилляторы SP123 состоят из покрытия ZnS(Ag), нанесённого на поверхность пластикового материала из полиметилметакрилата (PMMA), где ZnS(Ag) используется в качестве сцинтилляционного материала с максимумом излучения при 450 нм. Обычная толщина слоя ZnS(Ag) составляет 4,5 мг/см<sup>2</sup>, а толщина подложки из PMMA обычно находится в диапазоне от 0,1 мм до 10 мм. Пластиковые сцинтилляторы SP123 могут изготавливаться большой площади; доступны размеры до 1000 × 1000 мм. Для

нанесения покрытия ZnS(Ag) применяется современный и высокоточный технологический процесс, что обеспечивает отличную однородность и равномерность готовых сцинтилляторов.

Кривые:  
1. Спектр светового излучения



### Технические характеристики :

Параметр	PMMA	ZnS(Ag)
Материал подложки	PMMA	ZnS(Ag)
Плотность (г/см <sup>3</sup> )	1,19	4,1
Световой выход (% от кристалла антрацена)	—	280
Максимальная длина волны излучения (нм)	—	450
Время спада (нс)	—	200
Диапазон рабочих температур (°C)	-40 ~ +55	-40 ~ +55
Толщина покрытия (мг/см <sup>2</sup> )	—	4,5

## Пластиковый сцинтилляционный детектор

- Специализированные сборки детекторов на основе пластиковых сцинтилляторов
- Возможность комплектации дополнительными модулями: световодами, фотоэлектронными умножителями (ФЭУ), электронными блоками, светонепроницаемыми корпусами и др.
- Высокий световой выход и быстрый временной отклик
- Оптимальны для счёта гамма-излучения общего назначения, ядерного мониторинга, а также регистрации альфа- и бета-частиц
- Использование крупногабаритных пластиковых сцинтилляторов различных геометрических форм



Пластиковые сцинтилляционные детекторы, основанные на пластиковых сцинтилляторах, характеризуются высоким световым выходом, малыми постоянными времени сцинтилляции и быстрым откликом.

Дополнительными преимуществами являются высокая радиационная стойкость, а также стабильные химические и механические свойства. Такие детекторы оптимально подходят для быстрого обнаружения гамма- и рентгеновского излучения, регистрации альфа- и бета-частиц, нейтронов, а также для задач ядерного счёта и мониторинга.

Компания Shalom EO предлагает серию изготавливаемых на заказ пластиковых сцинтилляционных детекторов для задач радиационного контроля и измерений. Пластиковые сцинтилляторы могут быть интегрированы с различными компонентами системы регистрации излучения, включая световоды, фотоэлектронные умножители (ФЭУ), светонепроницаемые корпуса, радиационные окна и электронные модули.

Одним из ключевых преимуществ применяемых пластиковых сцинтилляторов является возможность

их изготовления в крупных размерах и различных геометрических формах, что делает такие детекторы особенно эффективными для задач грубого счёта гамма-излучения. К типичным областям применения относятся порталные мониторы для контроля транспортных средств, системы обнаружения радиоактивного загрязнения и приборы ядерной безопасности.

Конфигурация ФЭУ и состав электронной части определяются по запросу заказчика. Детекторы могут быть оснащены делителями напряжения, встроенными высоковольтными модулями, предусилителями и другими функциональными блоками. Все основные параметры и характеристики пластиковых сцинтилляционных сборок подлежат индивидуальной настройке в соответствии с требованиями конкретного применения.

### Технические характеристики

технические характеристики

Изделия могут быть изготовлены по индивидуальным требованиям заказчика.

## Световоды из PMMA для пластиковых сцинтилляционных детекторов

- Изготовлены из литого PMMA, импортируемого из Германии
- Высокая устойчивость к пожелтению, обеспечивающая длительный срок эксплуатации
- Параметры и геометрия разрабатываются индивидуально под конкретные сцинтилляционные детекторы
- Широкий выбор форм и сечений: световоды типа «рыбий хвост», конические световоды, прямоугольные и круглые световоды, плоские стержни и другие нестандартные конфигурации
- Совместимы с ФЭУ (PMT), SiPM и другими фотодетекторами
- Полностью совместимы со сцинтилляционными детекторами Shalom EO



Световоды являются ключевыми компонентами сцинтилляционных детекторов и предназначены для эффективной передачи сцинтилляционного света от активного объема сцинтиллятора к устройству регистрации — фотоэлектронному умножителю (ФЭУ, PMT) или кремниевому фотоумножителю (SiPM). Применение световодов, как правило, необходимо в двух случаях: когда площадь сцинтиллятора превышает активную площадь фотодетектора, а также когда форма поперечного сечения сцинтиллятора отличается от формы входного окна фотодетектора.

Литой PMMA (полиметилметакрилат) является одним из наиболее распространенных материалов для изготовления сцинтилляционных световодов. Он также известен как акриловый пластик и в коммерческой практике выпускается под торговыми наименованиями Lucite, Perspex, Plexiglas и др.

Компания Shalom EO предлагает специализированные световоды из PMMA, разработанные для применения в сцинтилляционных детекторах. Все геометрические и оптические параметры световодов могут быть адаптированы для оптимизации характеристик конкретного детектора. Доступны различные формы световодов, включая световоды типа «рыбий хвост» для плавного перехода от узких прямоугольных торцов к круглым сечениям,

конические световоды для сопряжения квадратных и круглых поверхностей, а также световоды круглого, прямоугольного и плоского сечения и другие нестандартные конструкции.

Для обеспечения эффективной передачи света используются полированные поверхности и/или отражающие покрытия, реализующие режим полного внутреннего отражения. Световоды обеспечивают равномерную и эффективную передачу сцинтилляционного света и полностью совместимы с ФЭУ, SiPM и другими системами считывания.

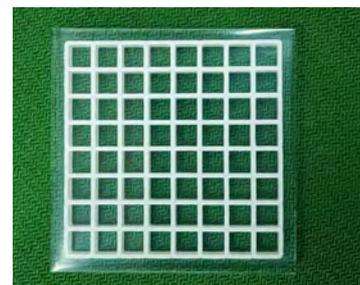
Литой PMMA, используемый в световодах, импортируется из Германии и характеризуется высоким оптическим пропусканием, высокой устойчивостью к ультрафиолетовому излучению, хорошей термостойкостью и устойчивостью к пожелтению, что обеспечивает стабильные характеристики при длительной эксплуатации. Световоды из PMMA, применяемые совместно с пластиковыми сцинтилляционными детекторами Shalom EO, эффективно используются в задачах регистрации гамма-излучения, ядерного мониторинга, а также обнаружения альфа- и бета-частиц.

### Технические характеристики:

Материал подложки	PMMA (полиметилметакрилат)	Плотность	1,19 г/см <sup>3</sup>
Показатель преломления	1,49	Технология изготовления	Литьё
Рабочая температура	-40–55°C		

## Пластиковые сцинтилляторные матрицы и пластиковые сцинтилляторные волоконные матрицы

- Индивидуальное изготовление пластиковых сцинтилляторных матриц и волоконных матриц под требования заказчика
  - Пластиковые сцинтилляторные матрицы выполнены из материала SP101, эквивалентного EJ212 и BC400
- Волоконные матрицы поставляются с плоскими и зеркально отполированными торцами волокон
  - Возможности пластиковых матриц: минимальный размер пикселя  $3 \times 3$  мм, минимальное расстояние между пикселями 6 мм
  - Возможности волоконных матриц: размер пикселя от 0,25 мм до 1 мм, расстояние между волокнами обычно 0,5 мм



Пластиковые сцинтилляторные матрицы  
Пластиковые сцинтилляторы представляют собой твёрдые растворы люминесцентных добавок в прозрачной полистирольной (PST) основе, которые излучают видимый свет при воздействии ионизирующего излучения. Они характеризуются быстрым временем отклика, малым весом и экономичностью. Световой выход пластиковых сцинтилляторов ниже, чем у NaI(Tl), но достаточен для большинства практических применений.

Пластиковые сцинтилляторные матрицы — это сборки из нескольких отдельных элементов (пикселей), расположенных в сетке или матрице. Каждый пиксель испускает свет при взаимодействии с излучением (гамма-лучи, бета-частицы, нейтроны), что обеспечивает пространственное разрешение и позиционную чувствительность. Такие матрицы особенно полезны в задачах, где важны точное позиционное определение или пространственное распределение радиации.

Пластиковые сцинтилляторные волоконные матрицы (PSF)

Пластиковые сцинтилляторные волокна — это тонкие гибкие оптические волокна из сцинтилляционного материала с люминесцентными добавками. Сердцевина волокна испускает свет при воздействии излучения, а оболочка с меньшим показателем преломления обеспечивает полное внутреннее отражение и направляет свет к детектору.

Волоконные матрицы состоят из структурированного

набора таких волокон. Каждое волокно действует как мини-световод, а вся матрица предоставляет детализированную информацию о позиции, времени и интенсивности падающего излучения.

Решения Shalom EO

Компания Shalom EO предлагает две серии пластиковых сцинтилляторных матриц:

·SPA101 — пластиковые сцинтилляторные матрицы на базе SP101 (эквивалент EJ212 и BC400), оптимизированные для детектирования гамма-лучей, рентгеновских лучей и мюонов. Минимальный размер пикселя —  $3 \times 3$  мм, минимальное расстояние между пикселями — 0,5 мм. Толщина элементов зависит от размера пикселя: для пикселей  $<6 \times 6$  мм обычно 2–5 мм.

·SFA100 — пластиковые сцинтилляторные волоконные матрицы. Размер пикселя варьируется от 0,25 мм до 1 мм, расстояние между волокнами обычно 0,5 мм, минимальная длина волокна — 10 мм. Концы всех волокон плоские и зеркально отполированные для максимальной эффективности сбора света.

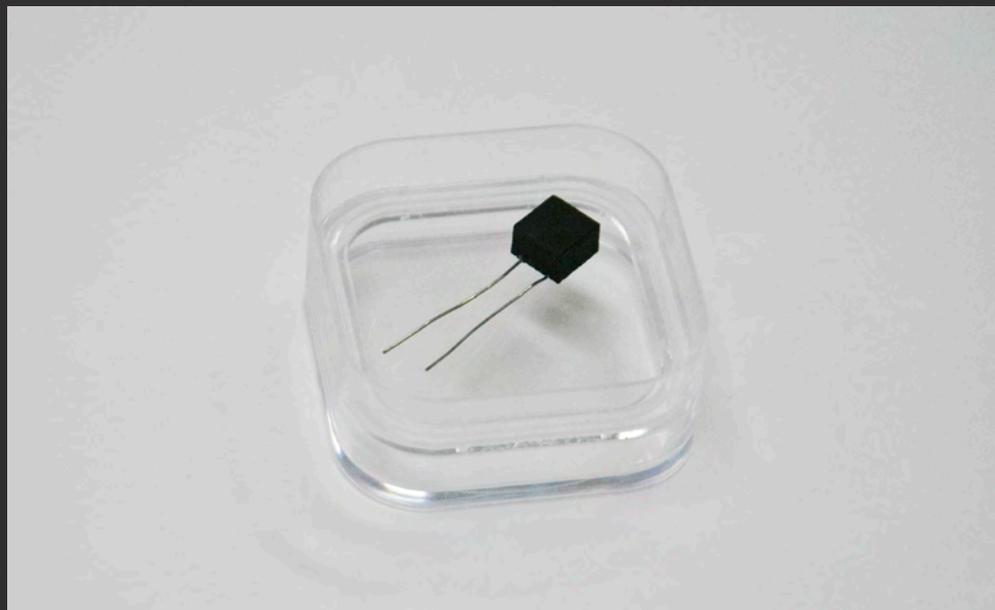
Обе серии позволяют изготавливать матрицы по индивидуальным требованиям заказчика, обеспечивая точное позиционное разрешение и высокую эффективность сцинтилляционного детектирования.

### Технические характеристики

технические характеристики

Изделия могут быть изготовлены по индивидуальным требованиям заказчика.

# Детекторы CZT



Детекторы CZT (теллурид кадмия и цинка), изготовленные из монокристаллов  $\text{CdZnTe}$ , представляют собой полупроводниковые твердотельные материалы для регистрации излучения, которые демонстрируют высокую эффективность и высокое энергетическое разрешение при детектировании рентгеновских и гамма-лучей. В отличие от типичных сцинтилляторных детекторов, детекторы CZT непосредственно преобразуют рентгеновские и гамма-лучи в электрические сигналы, исключая необходимость использования дополнительных оптоэлектронных преобразователей. Детекторы CZT обладают превосходным энергетическим разрешением при комнатной температуре по сравнению с традиционными детекторами и могут напрямую измерять  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучение. Благодаря кадмию, цинку и теллуру, которые обеспечивают высокий атомный номер и плотность, CZT является выдающимся материалом для детектирования различных видов излучения, включая гамма-лучи, альфа- и бета-частицы. Эти детекторы характеризуются быстрым временем отклика, сниженным фоновым шумом и находят широкое применение в медицинской визуализации, ядерной физике, системах безопасности и других областях.

# 7

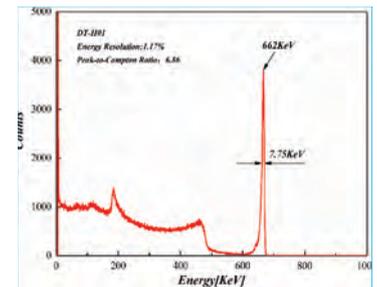
# Гемисферические детекторы CZT (CdZnTe) серии CZT-HM01

- Подходят для детектирования рентгеновских и средне-высокоэнергетических гамма-лучей
- лучей
- Специальная конструкция электродов (золото, Au)
- Работа при комнатной температуре с высоким энергетическим разрешением
- Короткое время отклика и стабильная работа в течение длительного времени
- Основные области применения: космические зонды, промышленная инспекция, ядерная наука и технология, национальная безопасность, экологический контроль



Гемисферические детекторы CdZnTe или полусферические зонды CZT — это детекторы со специальной конструкцией электродов. Благодаря уникальному дизайну, основанному на теории потенциала, «чувствительная область» детекторов CZT имеет форму полусферы, что позволяет уменьшить влияние дырок на сигнал. Это обеспечивает возможность измерения высокоэнергетических лучей с высоким энергетическим разрешением; для гамма-лучей <sup>137</sup>Cs с энергией 662 кэВ энергетическое разрешение превышает 3%. Компания Shalom EO предлагает серию гемисферических детекторов CZT-HM01 (CdZnTe), которые могут использоваться для детектирования рентгеновских

и средне-высокоэнергетических гамма-лучей. Благодаря отличному энергетическому разрешению эти детекторы широко применяются в ядерной науке и технологии, системах национальной безопасности, экологическом контроле, космических зондажах и промышленной инспекции.



## Технические характеристики :

Материал	CdZnTe		
Плотность	5,8 г/см <sup>3</sup>		
Объемное сопротивление	> 10 <sup>10</sup> Ω·см		
Электрод	Au		
Размер	5,0 (±0,1) × 5,0 (±0,1) мм <sup>2</sup>	10,0 (±0,1) × 10,0 (±0,1) мм <sup>2</sup>	15,0 (±0,1) × 15,0 (±0,1) мм <sup>2</sup>
Допуск по толщине	2,5 (±0,05) мм	5,0 (±0,05) мм	7,5 (±0,05) мм
Температура хранения	10°C-40°C		
Влажность хранения	20%-80%		
Рабочая температура	0°C-40°C(standard), -20-40°C(Tailor-made)		
Диапазон энергий	10KeV(beryllium window)-3MeV		
Энергетическое разрешение (22 °C)	<3%@662KeV		

# Гемисферические детекторы CZT (CdZnTe) серии CZTDT-01C1

- Диапазон энергий: 10 кэВ – 3,0 МэВ (доступен выбор модели), энергетическое разрешение <2,0% для <sup>137</sup>Cs при 662 кэВ (доступен выбор модели)  
Простота эксплуатации и удобство использования
- Высокое энергетическое разрешение, оптимизировано для точных измерений энергии
- Компактная конструкция: малый размер и лёгкая конструкция для удобного обращения
- Стабильная работа при комнатной температуре
- Низкое энергопотребление

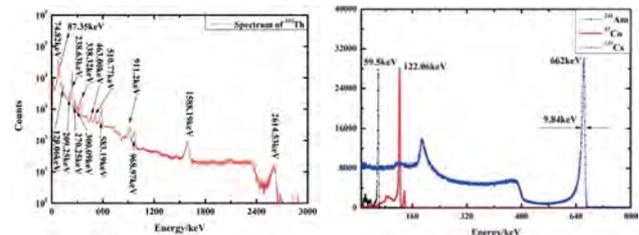


Гемисферические детекторы CZTDT-01C1 высокой энергетической разрешающей способности представляют собой передовое решение в области детектирования излучения, используя возможности гемисферических кристаллов CdZnTe. Этот компактный и эффективный детектор высокой энергии от Shalom EO разработан для точного захвата и анализа энергетического спектра высокоэнергетических фотонов, таких как гамма- и рентгеновские лучи, обеспечивая исключительную производительность в различных областях применения с высоким энергетическим разрешением. Инновационный дизайн детекторов CZTDT-01C1 минимизирует энергопотребление и повышает стабильность, что делает их идеальными для задач чувствительного детектирования радиации. Состоящий из кристаллов CZT (доступны различные размеры по выбору) и схемы малошумящего предусилителя, этот детектор высокой энергетической разрешающей способности удовлетворяет строгим требованиям профессионалов в различных сферах, обеспечивая надёжное и точное детектирование радиации.

Графики: Детектор CZTDT-01C1 демонстрирует выдающиеся спектральные характеристики, точно различая различные источники излучения. Возможности анализа энергетического спектра включают изотопы, такие как <sup>241</sup>Am, <sup>57</sup>Co, <sup>137</sup>Cs и <sup>232</sup>Th. Ниже приведены графики, демонстрирующие отличную производительность высокоэнергетических гемисферических детекторов CZT (CdZnTe) CZTDT-01C1 от Shalom EO, обеспечивающих чёткие и высокоразрешающие результаты детектирования в широком диапазоне энергий.

1. Энергетический спектр детектора CZTDT-01C1 (CZT, CdZnTe) под <sup>232</sup>Th

2. Энергетический спектр детектора CZTDT-01C1 (CZT, CdZnTe) под <sup>241</sup>Am, <sup>57</sup>Co, <sup>137</sup>Cs



### Области применения:

- Общественная безопасность: обнаружение радиации для охраны и реагирования на чрезвычайные ситуации
- Экологический мониторинг: измерение уровней радиации в окружающей среде
- Ядерная наука: высокоточные измерения для научных исследований
- Медицинская диагностика: использование для детектирования радиации в медицинских приложениях
- Промышленная инспекция: обеспечение безопасности в промышленных условиях

### Технические характеристики:

Потребляемая мощность	0,4 Вт	Источник питания	±12 В
Выходное сопротивление	50 Ω	Рабочая температура	0°C – 40°C (для стандартных изделий) –20°C – +40°C (для изделий по заказу)
Энергетическое разрешение	<2% @ <sup>137</sup> Cs, 662 кэВ	Диапазон энергий	10 кэВ (с бериллиевым окном) – 3 МэВ
Интегральная нелинейность	10 кэВ – 1,3 МэВ <0,5%; 10 кэВ – 3 МэВ <1,0%	Рабочая среда	Без конденсации: 0°C – 40°C (<4% влажность) Регулируемые условия: –20°C – 0°C (<5% влажность)
Вход высоковольтного питания	DC +800 В @ 5×5×2,5 мм CZT; DC +900 В @ 10×10×5 мм CZT	Кристалл	10×10×5 мм / 5×5×2,5 мм, гемисферический CZT
Выходной сигнал	Экспоненциальный спад, T <sub>r</sub> <150 нс	Соединение	5-контактный разъём
Дрейф пика при разных температурах	<4% @ 0°C–40°C; <5% @ –20°C–0°C	Дрейф пика за 8 часов	<1%
Размер	φ30 × 57 мм	Вес	≤60 г

# CZT (CdZnTe) Детектор Энергетического Спектра Альфа-Излучения (CZTDT-P02)

- Компактная конструкция и простота в обращении
- Быстрая реакция
- Высокое энергетическое разрешение, обеспечивающее точную идентификацию и измерение альфа-частиц
- Работа в условиях видимого света
- Доступны модульные исполнения по заказу



Детектор энергетического спектра альфа-излучения CZT (CdZnTe) от Shalom EO (CZTDT-P02) использует кристалл кадмий-цинк-теллурида (CZT), специально оптимизированный для обнаружения альфа-частиц с исключительным энергетическим разрешением. Этот модуль детектора CZT отличается высокой энергетической точностью для альфа-лучей <1,0% при 5,486 МэВ при 25°C (в вакууме), что позволяет точно идентифицировать и измерять альфа-частицы от источников, таких как изотопы радона. Наш детектор CZT (CdZnTe) CZTDT-P02 универсален и позволяет эффективно обнаруживать заряженные частицы при видимом свете благодаря встроенному оконному элементу, блокирующему видимый свет, а также в условиях вакуума или газовой среды. Детектор основан на кристалле сцинтиллятора CdZnTe, имеет компактную конструкцию и малые размеры, что облегчает его интеграцию в различные установки с ограниченным пространством. Металлический корпус и окна выполнены из материалов высокого класса, обеспечивающих устойчивость к царапинам и долговечность. Детектор альфа-излучения CZT идеально подходит для применения в научных исследованиях, мониторинге окружающей среды и других областях, где требуется

высокая точность, включая ядерную физику, измерение радиоактивности газов и экологический контроль с необходимостью высокоточного детектирования альфа-частиц.

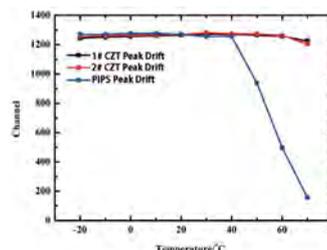
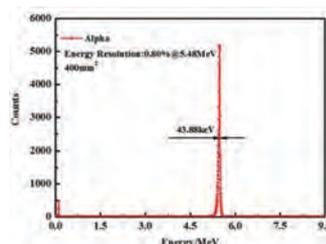
Применение:

- Ядерная наука
- Измерение радиоактивности газов
- Мониторинг атмосферы

Графики:

1.Энергетическое разрешение детектора CZTDT-P02 (CZT) от Shalom EO, измеренное при 5,486 МэВ альфа-излучения

2.График температурной зависимости: Сравнение работы детектора CZT с детектором PIPS при различных температурах.

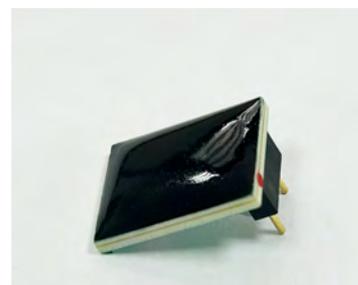


## Технические характеристики :

Материал	CdZnTe (CZT)	Плотность	5,8 г/см <sup>3</sup>
Сопротивление	>10 <sup>10</sup> Ω·см	Толщина детектора	0,7 (±0,1) мм
Активная площадь окон	490/900 мм <sup>2</sup> (круглое окно); 400/900 мм <sup>2</sup> (квадратное окно)	Рабочая температура	-20°C до +40°C (стандарт); -20°C до +60°C (по заказу)
Энергетическое разрешение	<1,0% при 5,486 МэВ при 25°C (в вакууме)	Условия хранения	Температура -20°C до +40°C; влажность 20%-80% (без конденсации)
Примечания	Доступны нестандартные размеры и конструкции корпуса		

## Планарный детектор CZT (CdZnTe) (серия CZT-P01)

- Работа при комнатной температуре; высокое энергетическое разрешение.
- Специальная конструкция электродов (Au).
- Короткое время отклика и стабильность для длительных операций.
- Пикселлированная матрица с эффективным Z 50 и плотностью 5,8 г/см<sup>3</sup>.
- Основные области применения: космические зонды, промышленные инспекции, ядерная наука и технологии, национальная безопасность, исследование окружающей среды.



Shalom EO предоставляет планарные детекторы CdZnTe серии CZT-P01, которые разработаны и основаны на монокристаллах CdZnTe. Благодаря специальной конструкции электродов планарный детектор CZT (или CdZnTe) подходит для обнаружения рентгеновских лучей и низкоэнергетических гамма-лучей, имеет высокое энергетическое разрешение и высокую производительность. Он имеет хорошую стабильность при работе в непрерывном режиме при

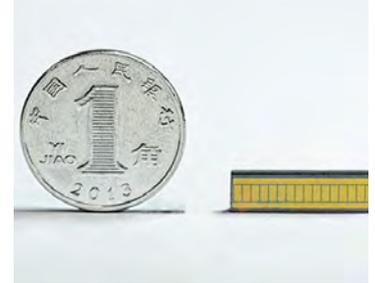
комнатной температуре даже без радиатора. Детекторы CdZnTe широко используются в спектральных измерениях и анализе, мониторинге радиационной безопасности, промышленной инспекции, экологическом мониторинге, борьбе с терроризмом, тестировании безопасности пищевых продуктов и в других областях. Планарные детекторы, изготовленные по индивидуальному заказу, доступны в Shalom EO по вашему запросу.

### Технические характеристики :

Материалы	Монокристаллы CdZnTe	Плотность	5,8(г/см <sup>3</sup> )
Объемное сопротивление	>10 <sup>10</sup> Ω·см	Размер	5,0(±0,1)×5,0(±0,1) мм <sup>2</sup>
Размер	10,0(±0,1) ×10,0(±0,1) мм <sup>2</sup>	Допуск по толщине	2,0(±0,1) мм
Электрод	Au	Рабочая температура	-20°C-40°C
Энергетический диапазон	6КэВ-350КэВ	Энергетическое разрешение	<5,5% при 59,5 кэВ
(транспортирование и хранение)	10°C-40°C	Диапазон относительной влажности (транспортирование и хранение)	20%-80%

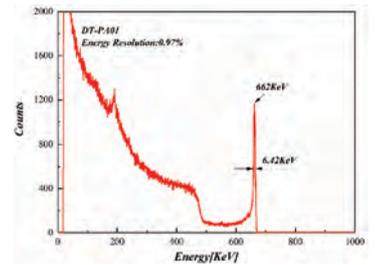
# Пиксельные детекторы CZT (CdZnTe) (серия CZT-PX01)

- Работа при комнатной температуре; высокое энергетическое разрешение.
- Специальная конструкция электродов (Au).
- Короткое время отклика и стабильность для длительных операций.
- Пикселлированная матрица с эффективным Z 50 и плотностью 5,8 г/см3.
- Основные области применения: космические зонды, промышленные инспекции, ядерная наука и технологии, национальная безопасность, исследование окружающей среды.



Полупроводниковый детектор CZT (или CdZnTe) представляет собой пиксельную матрицу с эффективным Z 50 и плотностью 5,8 г/см3. Гамма-лучи попадают в полупроводниковый детектор CZT и непосредственно преобразуются в электронно-дырочные пары. Эти заряды (электроны и дырки) затем дрейфуют к положительному и отрицательному электродам соответственно, индуцируя выходные электрические сигналы. Shalom предлагает пиксельные детекторы CdZnTe серии CZT-PX01, выполненные на основе полупроводниковой технологии CZT и оснащённые уникальной конструкцией электродов. Благодаря этому пиксельные детекторы CZT обеспечивают высокие энергетическое и пространственное разрешение. Детекторы данной серии

подходят для широкого спектра задач регистрации гамма-излучения, включая применение в космических зондовых системах, промышленной инспекции, ядерной науке и технологиях, а также в области национальной безопасности и т. д.



## Характеристики:

Материалы	Кристаллы CdZnTe	Плотность	5,8 г/см3
Объемное сопротивление	> 10 <sup>10</sup> Ω·см	Электрод	Au
Размер в пикселях	1,1×1,1 мм2	Массив пикселей	8×8
Рабочая температура	-20°C-40°C	Размер	10,0(±0,1) ×10,0(±0,1) мм2
Допуск по толщине	2,0(±0,1) мм 5,0(±0,2) мм	Энергетический диапазон	6КэВ-350КэВ 20КэВ-700КэВ
Энергетическое разрешение (22°C)	<6% при 59,5 кэВ <4,5% при 122 кэВ <3% при 622 кэВ	Диапазон температур (транспортирование и хранение)	10°C-40°C
Диапазон относительной влажности (транспортирование и хранение)	20%-80%		

# Детекторы излучения RIID и многоканальные анализаторы



Портативные гамма-спектрометры (RIID): Портативные идентификаторы радиоактивных изотопов (RIID) от Shalom EO разработаны на основе сцинтилляторов NaI(Tl) или LaBr<sub>3</sub>(Ce) в сочетании с газоразрядными счетчиками Гейгера-Мюллера (ГМ). Наши приборы RIID специально спроектированы для ручного выполнения таких задач, как измерение мощности дозы гамма-излучения, поиск источников радиоактивного излучения и оперативная идентификация радиоактивных изотопов. Сферы применения разнообразны: от атомных электростанций до научно-исследовательских лабораторий.

Многоканальные анализаторы (МКА/МСА): Многоканальный анализатор (МКА) на базе цоколя от Shalom EO совместим с 14-контактным разъемом ФЭУ (модель E687-14W). МКА обладает разрешением до 4096 каналов, поддерживает технологию питания через Ethernet (PoE) и оснащен встроенным программным обеспечением с автоматической стабилизацией спектра и API для вторичной разработки и системной интеграции.



## Портативный идентификатор радионуклидов

- Высокое разрешение сцинтилляторов NaI(Tl) или LaBr<sub>3</sub>(Ce), совмещенных с SiPM для анализа гамма-спектров и трубками Гейгера-Мюллера для сигнализации о высоких дозах
- Многофункциональность: измерение дозы (от фона до 1 Зв/ч), поиск источников и идентификация радиоактивных изотопов
- Продвинутое алгоритмы цифровой фильтрации для улучшения энергетического разрешения
- Редактируемая библиотека, поддерживающая 4 категории и 16 изотопов, с сигнализацией о неизвестных нуклидах
- Автоматическая калибровка энергии и стабилизация спектра в реальном времени
- Встроенная диагностика, включая самопроверку и визуализацию формы импульса
- Удобный интерфейс с понятными элементами управления и визуализацией
- Хранение больших объемов данных в реальном времени с возможностью передачи через хост-программное обеспечение и автоматической генерацией отчетов
- Применение: ядерная промышленность, электростанции, национальная безопасность, пограничный контроль, CDC и научные лаборатории
- Может быть выполнено с соответствием стандартам ANSI



Компания Shalom EO предлагает компактный и легкий портативный гамма-спектрометр для идентификации радиоактивных изотопов (RIID), объединяющий сцинтилляторы NaI(Tl) или LaBr<sub>3</sub>(Ce) с кремниевыми фотомножителями (SiPM) для высокоточной идентификации изотопов и трубки Гейгера-Мюллера для сигнализации о высоких дозах. Устройство поддерживает идентификацию 16 изотопов в четырех категориях (SNM, MED, IND, NORM) с настраиваемой библиотекой, при этом неизвестные нуклиды вызывают звуковую или визуальную сигнализацию. Широкий диапазон измерения дозы от фонового уровня до 1 Зв/ч позволяет эффективно измерять дозу, искать радиоактивные источники и быстро идентифицировать вещества, что делает прибор идеальным для ядерной промышленности, электростанций, национальной безопасности, пограничного контроля, CDC и научных лабораторий. RIID также может загружать и хранить большой объем данных в реальном времени через хост-программное обеспечение с автоматической компиляцией отчетов.

Основное преимущество инновационной архитектуры обработки сигналов и анализа Shalom EO заключается в

эффективном обнаружении аномальной радиоактивности и высокоточной дифференциации радионуклидов. В отличие от традиционных идентификаторов радиоизотопов, RIID Shalom EO использует сложные алгоритмы цифровой фильтрации, уменьшающие шум и точно разрешающие перекрывающиеся пики: энергетическое разрешение может быть улучшено с 7,5% до ~6% для NaI(Tl) и с 3,5% до ~2% для LaBr<sub>3</sub>(Ce). Иногда источники радиации могут быть экранированы. Наш идентификатор радионуклидов справляется с такими сложными ситуациями, как обнаружение скрытых или экранированных специальных ядерных материалов (SNM) и идентификация при наличии нескольких изотопов в одном спектре.

Автоматическая калибровка энергии и адаптивная стабилизация спектра в реальном времени делают портативный гамма-спектрометр RIID стабильным и надежным при изменении температуры и длительной эксплуатации. Прибор питается от внутренней литиевой батареи или внешнего источника переменного тока и размещен в прочном водонепроницаемом корпусе IP65, подходящем для работы в сложных условиях.

### Характеристики:

Детектор	Сцинтилляционный детектор NaI(Tl) или LaBr <sub>3</sub> (Ce) (сопряжённый с SiPM) + ГМ-трубка с энергетической компенсацией	Точность идентификации радионуклидов	≥90%
Энергетическое разрешение (662 кэВ)	≤6% для NaI(Tl), ≤2% для LaBr <sub>3</sub> (Ce)	Ёмкость хранения данных	не менее 10 000 полных спектров
Энергетический диапазон	25 кэВ ~ 3 МэВ	Сигнализация	Звуковая и визуальная
Диапазон измерения мощности дозы	0,1 μSv/ч ~ 1 Sv/ч	Режим связи	RS-232 / USB 2.0 / Ethernet; Wi-Fi
Относительная собственная погрешность мощности дозы	≤±15%	Время непрерывной работы	≥8 ч
Многоканальное преобразование	1024 / 2048 / 4096 каналов	Питание	Встроенный литиевый аккумулятор или внешнее питание 220 В AC / 50 Гц
Стабилизация спектра	В реальном времени, дрейф каналов ≤1%	Условия эксплуатации	-40 ~ +55 °C (влажность 10% ~ 90%)
Идентификация радионуклидов	Соответствует GB/T 31837-2015, не менее 4 категорий и 16 нуклидов	Степень защиты	IP65
Время идентификации радионуклидов	≤30 с (при превышении фона на 0,5 μSv/ч)	Размер сцинтилляционного кристалла	1,5" × 1,5"
Масса	≤2,5 кг	Габаритные размеры	≤280 мм (Д) × 80 мм (Ш) × 170 мм (В)

## Многоканальный анализатор (MCA) с трубочным цокольным корпусом (Tube Base MCA)

- Цоколь для PMT + встроенный высоковольтный модуль + предусилитель + многоканальный анализатор амплитуды импульсов + Ethernet-порт + встроенное программное обеспечение
- Совместимость с детекторами NaI(Tl), LaBr3(Ce), CeBr3, SrI2 и фотомножителями с 14-контактным цоколем E687-14W
- Разъём Ethernet RJ45 с функцией Power over Ethernet (PoE)
- Использование FPGA (Field-Programmable Gate Array) для реализации различных методов цифровой обработки сигналов (DSP), таких как трапецидальное формирование, быстрое формирование, подавление наложения импульсов (pile-up rejection) и автоматическое восстановление базовой линии
- Встроенный осциллограф для мониторинга в реальном времени и диагностики неисправностей
- Программное обеспечение с удобным пользовательским интерфейсом и API, позволяющее интеграцию нескольких устройств и вторичную разработку
- Предназначен для анализа ядерных импульсных форм,  $\gamma$ -спектрального анализа и расчёта активности



Компания Hangzhou Shalom EO предлагает многоканальные анализаторы, монтируемые на цоколь фотомножителя (Tube Base Multichannel Analyzer, MCA), оптимизированные для энергетической спектроскопии со сцинтилляционными детекторами. MCA совместимы с широко используемыми детекторами NaI(Tl), LaBr3(Ce), CeBr3 и SrI2; поддержка других типов детекторов возможна по запросу заказчика. Каждый прибор интегрирует Ethernet-порт, 14-контактный цоколь PMT типа E687-14W, встроенный высоковольтный модуль для ФЭУ, предусилитель, многоканальный анализатор амплитуд импульсов и программное обеспечение. Пользователь может выбрать разрешение по каналам: 1024, 2048 или до 4096 каналов.

Важной особенностью является наличие разъема Ethernet RJ45 с поддержкой Power over Ethernet (PoE), что позволяет осуществлять питание и передачу цифровых данных по одному кабелю. Ядерные импульсные сигналы оцифровываются и передаются в специализированное программное обеспечение на ПК для выполнения ключевых видов анализа, таких как анализ формы ядерных импульсов, анализ гамма-спектров и расчет радиоактивности.

Кроме того, MCA от Shalom EO поддерживают работу с логикой стробирования (gated logic) и синхронизированную

временную координацию между несколькими устройствами, что позволяет объединять несколько MCA в одну систему. Это особенно важно в применениях, где требуется точная временная синхронизация между различными модулями, включая крупномасштабные детекторные сети, системы удаленного мониторинга и детекторные массивы.

Мы также предоставляем соответствующее программное обеспечение:

Встроенное ПО может подключаться к ПК через Ethernet-порт или USB-интерфейс. Функция автоматической стабилизации спектра обеспечивает точные спектральные измерения и анализ для идентификации и количественной оценки излучений с различными энергиями. Пользователи могут настраивать параметры многоканальной системы и выполнять такие задачи, как сбор и анализ энергетических спектров, калибровка энергетической эффективности, анализ нуклидов, автоматические измерения и другие функции. Открытый программный API позволяет выполнять кастомизацию, упрощая интеграцию и вторичную разработку для задач анализа данных, автоматизации и других специализированных применений.

### Характеристики :

Режим связи	Ethernet (PoE)	Диапазон настройки трапецидальных параметров	Фронт нарастания: 50 нс ~ 5 мкс; Плоская вершина: 50 нс ~ 5 мкс
Совместимость	Фотоумножитель с цокольным основанием E687-14W, 14 контактов	Регулировка усиления	0.25 ~ 10
Потребляемая мощность	< 2 Вт	Интегральная нелинейность	< $\pm 0.05$ %
Диапазон высокого напряжения	0 ~ $\pm 1250$ В	Дифференциальная нелинейность	< $\pm 0.1$ %
Коэффициент преобразования	1024 / 2048 / 4096 каналов (настраиваемо)	Максимальная частота входных импульсов	200 кк/с
Разрешение АЦП	12 бит	Максимальная ёмкость канала	$N_{max} = 2^{32} - 1$
Частота дискретизации АЦП	20 / 40 / 65 / 80 МГц	Рабочая температура окружающей среды	-40 °C ~ +60 °C
Режим обработки сигналов	Цифровое трапецидальное формирование	Температура хранения	-40 °C ~ +70 °C
Время формирования	150 нс ~ 15 мкс	Габаритные размеры	$\Phi 67$ мм $\times$ 110 мм
Масса	250 г		

## **Hangzhou Shalom Electro-optics Technology Co., Ltd.**

Адрес: Room A635, Boke Mansion, No.9 Xiyuan Road,  
Sandun, Hangzhou 310030, China.

Тел: +86-571-87920630

Email: [sales@shalomeo.com](mailto:sales@shalomeo.com)

Site: [www.shalomeo.ru](http://www.shalomeo.ru)

---

## **Официальный дистрибьютор: ООО "С-Компонент"**

125362, г. Москва, ул. Тушинская, д. 17

Тел: +7 (495) 663-93-17

Email: [crystals@c-component.ru](mailto:crystals@c-component.ru)

[www.c-component.ru](http://www.c-component.ru)

