



ВНИИА
РОСАТОМ



ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

для исследований
быстропротекающих процессов

Фотоэлектронные приборы для исследований быстропротекающих процессов

На ФГУП «ВНИИА им. Н.Л.Духова» разрабатываются и производятся средства регистрации быстропротекающих процессов при исследованиях в области ядерной физики, для диагностики лазерного излучения. В числе этих средств детекторы гамма- и нейтронного излучения с высокой чувствительностью, высоким временным разрешением и большим линейным током; хронографические электронно-оптические регистраторы оптического диапазона излучения с субпикосекундным временным разрешением; электронно-оптические регистраторы рентгеновского излучения для исследований рентгеновского изображения плазмы в установках лазерного термоядерного синтеза.

Для использования в составе сцинтилляционных детекторов и высокоскоростных электронно-оптических регистраторов создаются уникальные электровакуумные приборы: фотоэлектронные умножители и фотоэлементы с высоким временным разрешением, рентгеновские и хронографические электронно-оптические преобразователи.

ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова» является единственным в мире разработчиком и производителем вакуумных фотоэлементов и фотоэлектронных умножителей, обладающих уникальным сочетанием высокого временного разрешения и большого значения линейного выходного тока, а также малогабаритных хронографических электронно-оптических преобразователей с субпикосекундным временным разрешением и динамическим диапазоном до 24 000.

Отличительные особенности ФЭУ и фотоэлементов ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова»:

- высокое временное разрешение (фотоэлементы от 0,1 нс, ФЭУ от 0,16 нс);
- большой линейный выходной ток (фотоэлементы до 11 А и ФЭУ до 2,5 А);
- диапазон спектральной чувствительности от 200 до 1100 нм;
- широкий диапазон световой чувствительности (фотоэлементы от 30 мкА/лм, ФЭУ от 0,01 А/лм до 550 А/лм).

Отличительные особенности хронографических электронно-оптических преобразователей ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова»:

- спектральный диапазон регистрации оптического излучения от 200 до 1300 нм;
- диапазон регистрации рентгеновского излучения от 0,1 кэВ до 10 кэВ;
- предельное временное разрешение от 0,7 до 20 пс;
- пространственное разрешение от 10 до 30 штр./мм;
- динамический диапазон до 24 000 (в зависимости от временного разрешения).

Быстродействующие вакуумные фотоэлементы

VD1500 фотоэлемент

Предназначен для преобразования ультракоротких оптических импульсов в электрические аналоги. Используется в составе низкочувствительных быстродействующих сцинтилляционных и черенковских детекторов.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		
Диапазон спектральной чувствительности, нм		300–650
Тип фотокатода		Sb-Cs
Диаметр фотокатода, мм		25
Световая чувствительность фотокатода, мкА/лм		25–45
Предел линейности выходного тока, А, не менее		11,0
Темновой ток при напряжении 100 В, нА, не более		0,1
Длительность импульсной характеристики на полувысоте, пс, не более		500
Напряжение питания, кВ		1,8
Габаритные размеры, мм	диаметр	40
	высота	40

VD2000 фотоэлемент

Предназначен для измерения импульсных световых потоков излучения. Используется для комплектации низкочувствительных быстродействующих детекторов с использованием сцинтилляторов и черенковских детекторов, имеющих спектр высвечивания в видимой области.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		
Диапазон спектральной чувствительности, нм		350–650
Тип фотокатода		Sb-Cs
Диаметр фотокатода, мм		50
Световая чувствительность фотокатода, мкА/лм		20–45
Предел линейности выходного тока, А, не менее		8,0
Темновой ток при напряжении 100 В, нА, не более		1,0
Длительность импульсной характеристики на полувысоте, пс, не более		1000
Напряжение питания, кВ		1,8
Габаритные размеры, мм	диаметр	92
	высота	85

VD2100

фотоэлемент

Предназначен для преобразования ультракоротких оптических импульсов в электрические аналоги. Используется для комплектации низкочувствительных быстродействующих детекторов с использованием сцинтилляторов и черенковских детекторов, имеющих спектр высвечивания в ближней ультрафиолетовой и видимой областях.

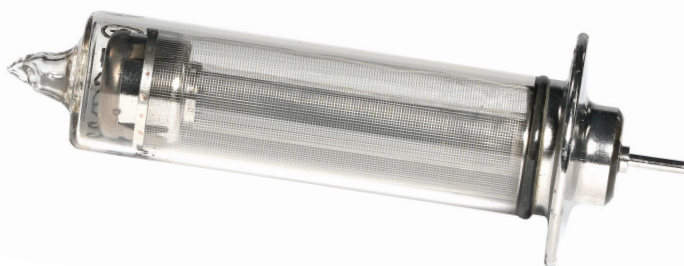


ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		
Диапазон спектральной чувствительности, нм		300–650
Тип фотокатода		Sb–Cs
Диаметр фотокатода, мм		12
Световая чувствительность фотокатода, мкА/лм		20–45
Предел линейности выходного тока, А, не менее		2,5
Темновой ток при напряжении 100 В, нА, не более		0,05
Длительность импульсной характеристики на полувысоте, пс, не более		100
Напряжение питания, кВ		1,5
Габаритные размеры, мм	диаметр	36
	высота	30

VD2200

фотоэлемент

Предназначен для преобразования светового излучения длительностью до 10 мкс в электрический аналог. Применяется в составе низкочувствительных детекторов для регистрации рентгеновского, гамма- и нейтронного излучения.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		
Диапазон спектральной чувствительности, нм		300–650
Тип фотокатода		Sb–Cs
Световая чувствительность фотокатода, мкА/лм		20–45
Темновой ток при напряжении 100 В, нА, не более		0,5
Предел линейности выходного тока, А, не менее		10
Длительность импульсной характеристики на полувысоте, нс, не более		2
Напряжение питания, кВ, не более		2,0
Габаритные размеры, мм	диаметр	40
	высота	116

Сильноточные фотоэлектронные умножители

РТЗ100

Фотоэлектронные умножители

Предназначены для преобразования слабых световых импульсов в электрические аналоги с высоким временным разрешением.

Могут быть использованы при измерении параметров импульсов светового излучения, а также в составе сцинтилляционных детекторов ионизирующего излучения.

Обеспечивают регистрацию световых импульсов длительностью не более 20 мкс.

Фотоэлектронные умножители выполнены с торцевым полупрозрачным фотокатодом и дискретной системой умножения электронов.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		РТЗ100	РТЗ101	РТЗ102
Диапазон спектральной чувствительности, нм		350–650	350–650	300–650
Тип фотокатода		Sb–Cs	Sb–Cs	Sb–Cs
Диаметр фотокатода, мм		50	50	50
Чувствительность фотокатода, мкА/лм		20–40	20–40	20–40
Световая анодная чувствительность, А/лм		50–400	30–400	50–300
Предел линейности выходного тока при освещении световым импульсом длительностью 0,5 мкс, А, не менее		2,5	1,5	2,5
Предел линейности выходного тока при освещении световым импульсом длительностью 20 мкс, А, не менее		0,7	—	0,7
Темновой ток, мкА, не более		0,7	0,7	0,15
Длительность импульсной характеристики, нс, не более		5,0	5,0	5,0
Напряжение питания, кВ, не более		4,0	4,0	4,0
Габаритные размеры, мм	диаметр	91	91	91
	высота	177	177	177

PT5100

Фотоэлектронные умножители

Предназначены для преобразования слабых световых импульсов в электрические аналоги с высоким временным разрешением.

Могут быть использованы при измерении параметров импульсов светового излучения, а также в составе сцинтилляционных детекторов ионизирующего излучения.

Обеспечивают регистрацию световых импульсов длительностью не более 20 мкс.

Фотоэлектронные умножители выполнены с торцевым полупрозрачным фотокатодом и дискретной системой умножения электронов.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		PT5100	PT5101
Диапазон спектральной чувствительности, нм		350–650	300–650
Тип фотокатода		Sb–Cs	Sb–Cs
Диаметр фотокатода, мм		50	50
Чувствительность фотокатода, мкА/лм		20–40	20–40
Световая анодная чувствительность, А/лм		0,5–10	0,5–10
Предел линейности выходного тока при освещении световым импульсом длительностью 0,5 мкс, А, не менее		2,5	2,5
Предел линейности выходного тока при освещении световым импульсом длительностью 20 мкс, А, не менее		0,7	0,7
Темновой ток, мкА, не более		0,7	0,7
Длительность импульсной характеристики, нс, не более		5,0	5,0
Напряжение питания, кВ, не более		3,3	3,3
Габаритные размеры, мм	диаметр	91	91
	высота	157	157

PT2200

Фотоэлектронный умножитель

Предназначен для преобразования слабых световых импульсов в электрические аналоги с высоким временным разрешением.

Может быть использован при измерении параметров импульсов светового излучения, а также в составе сцинтилляционных детекторов ионизирующего излучения.

Обеспечивает регистрацию световых импульсов длительностью не более 20 мкс.

Фотоэлектронный умножитель выполнен с торцевым полупрозрачным фотокатодом и дискретной системой умножения электронов.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон спектральной чувствительности, нм		350–650
Тип фотокатода		Sb–Cs
Диаметр фотокатода, мм		50
Чувствительность фотокатода, мкА/лм		20–40
Световая анодная чувствительность, А/лм		0,005–0,020
Предел линейности выходного тока при освещении световым импульсом длительностью 1,2 мкс, А, не менее		1,5
Темновой ток, мкА, не более		0,05
Длительность импульсной характеристики, нс, не более		5,0
Напряжение питания, кВ, не более		4,5
Габаритные размеры, мм	диаметр	91
	высота	140

PT2501, PT2502, PT2521, PT2522

Фотоэлектронные умножители

Предназначены для регистрации слабых импульсных потоков излучения в УФ, видимом и ближнем ИК диапазоне от 150 до 800 нм. Могут быть использованы как в фотометрии, так и в сцинтилляционных детекторах в счетном или спектрометрическом режимах. Усиление может варьироваться от 10^3 до 10^6 . Предел линейности анодного тока не менее 0,3 А. Временное разрешение составляет не более 0,65 нс.

Фотоэлектронные умножители выполнены с торцевым полупрозрачным фотокатодом и микроканальной системой умножения электронов, помещены в корпус с делителем напряжения.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		PT2501	PT2502	PT2521	PT2522
Диапазон спектральной чувствительности, нм		200–800	200–800	200–650	200–650
Тип фотокатода		S25	S25	S20UV	S20UV
Диаметр фотокатода, мм		25	25	25	25
Чувствительность фотокатода, мкА/лм		250–550	250–550	20–100	20–100
Спектральная чувствительность, мА/Вт, не менее		50 (430 нм)	50 (430 нм)	30 (265 нм) 70 (365 нм)	30 (265 нм) 70 (365 нм)
Усиление		$2 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^6$
Количество МКП		1	2	1	2
Линейность анодного тока при имп. 20 нс, А, не менее		0,3	0,3	0,3	0,3
Темновой ток, А, не более		$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$
Временное разрешение, нс, не более		0,5	0,65	0,5	0,65
Напряжение питания, кВ		5,0	5,0	5,0	5,0
Ток потребления, мкА		200	200	200	200
Габаритные размеры, мм	диаметр	70	70	70	70
	высота	75	75	75	75

PT8500

Фотоэлектронный умножитель

Предназначен для преобразования светового излучения в электрический аналог. Применяется в составе перспективных сцинтилляционных счётных детекторов ионизирующего излучения для регистрации числа сигнальных импульсов в выбранном интервале времени и для анализа распределения амплитуд импульсов. Может быть использован в составе переносной радиометрической и дозиметрической аппаратуры, для работы в блоках детектирования и спектрометрических устройствах, в сцинтилляционных счетчиках.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон спектральной чувствительности, нм		320–650
Световая чувствительность фотокатода, мкА/лм, не менее		60
Спектральная чувствительность фотокатода на длине волны 410 нм, мА/Вт, не менее		60
Спектральная анодная чувствительность для излучения с длиной волны 410 нм, кА/Вт, не менее		30
Энергетическое разрешение со сцинтилляционным детектором на основе кристалла NaI (TI) и источником гамма-излучения Cs ¹³⁷ , %, не более		12
Энергетический эквивалент собственных шумов со сцинтилляционным детектором на основе кристалла NaI (TI) и источником гамма-излучения Am ²⁴¹ , кэВ, не более		10
Напряжение питания, соответствующее световой анодной чувствительности 30 А /лм,В, не более		1250
Темновой ток при напряжении питания, соответствующем световой анодной чувствительности 30 А/лм, нА, не более		15
Диаметр фотокатода, мм		25
Габаритные размеры, мм	диаметр	30
	высота	114

Электронно-оптические преобразователи

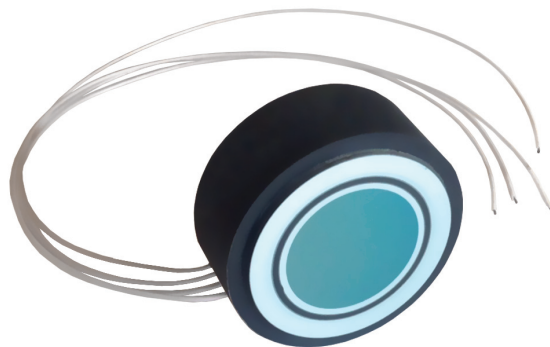
IT2500

Электронно-оптический преобразователь (усилитель яркости)

Предназначен для использования в качестве усилителя яркости в составе хронографических электронно-оптических регистраторов для исследований быстропротекающих процессов.

Чувствителен в видимом диапазоне спектра.

Возможно исполнение с функцией стробирования/за-
твора с временем срабатывания менее 10 нс.



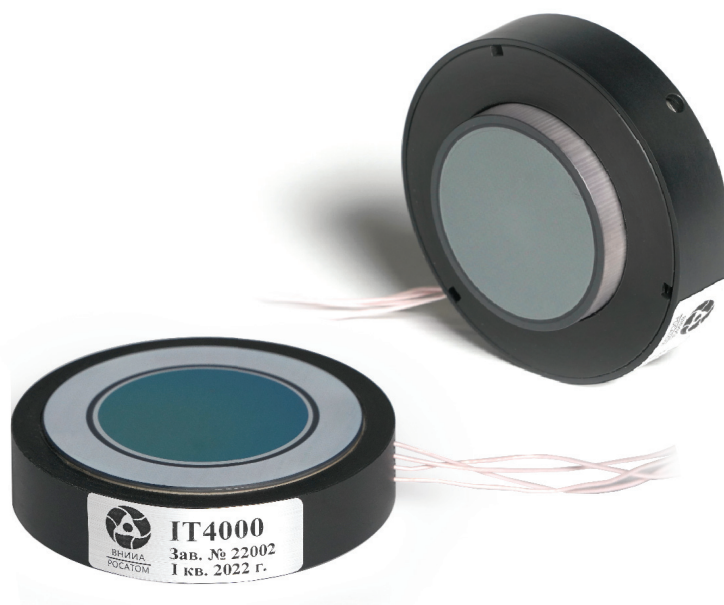
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		
Диапазон спектральной чувствительности*, нм		400–800
Световая чувствительность фотокатода, мкА/лм		350 (тип. 400–500)
Спектральная чувствительность фотокатода для излучения с длиной волны 530 нм*, мА/Вт, не менее		35 (тип. 60)
Пространственное разрешение по рабочему полю экрана, штр./мм, не менее		30 (тип. 40–45)
Коэффициент преобразования на длине волны 530 нм*, отн. ед., не менее		10 000
Коэффициент электронно-оптического увеличения, отн. ед., не менее		1
Яркость темного фона, кд/м ² , не более		2·10 ⁻³
Диаметр рабочего поля фотокатода, мм		25
Диаметр рабочего поля экрана, мм		25
Материал входного и выходного окон*		ВОП
Возможно исполнение с источником питания	входное напряжение, В	12±3
	управляющее напряжение МКП, В	0–5
	ток потребления, мА, не более	30
Габаритные размеры, мм	диаметр с источником питания	75
	диаметр без источника питания	45
	высота	24

*Возможно изменение параметров в соответствии с проектом заказчика.

IT4000, IT4001, IT4002, IT4003

Электронно-оптические преобразователи (усилители яркости)

Кадровые электронно-оптические преобразователи с повышенной информационной ёмкостью с диаметром фотокатода 40 мм применяются в качестве усилителей яркости изображения в составе хронографических электронно-оптических фоторегистраторов для исследований быстропротекающих процессов, а также, в составе кадровых электронно-оптических камер, для моментальной фотографии хода быстропротекающего процесса с временем экспозиции от 100 нс до единиц миллисекунд.



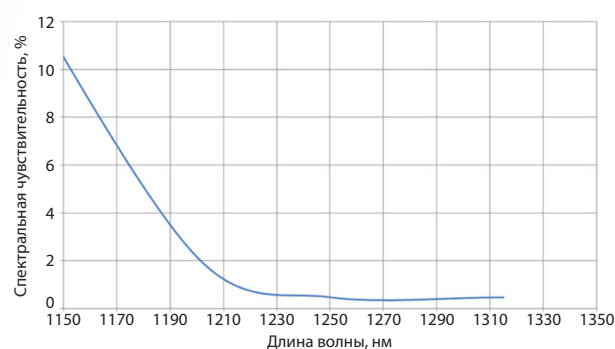
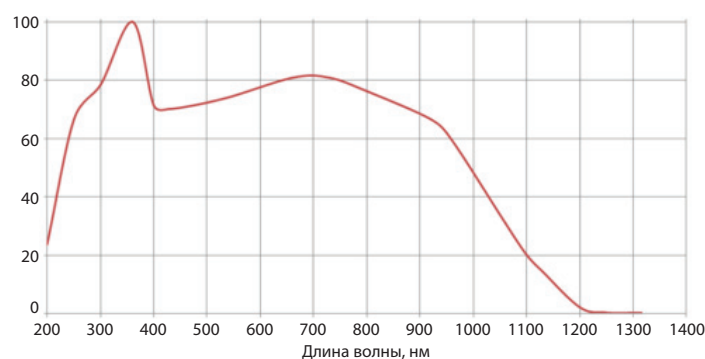
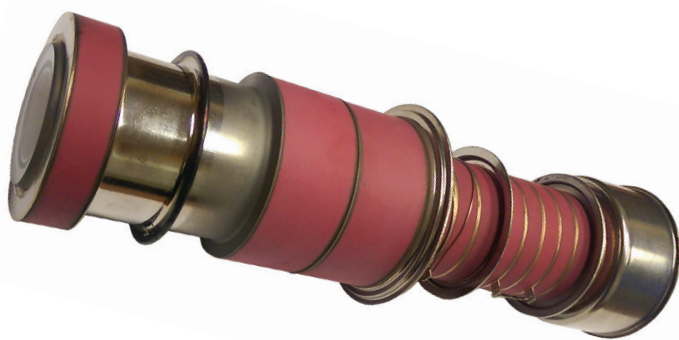
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ				
Наименование показателя, единица измерения	Значение показателя			
	IT4000	IT4001	IT4002	IT4003
Тип входного окна	Стекло	ВОП	Стекло	ВОП
Спектральная чувствительность фотокатода для излучения с длиной волны 410 нм, мА/Вт, не менее	40	—	40	—
Спектральный коэффициент преобразования для излучения с длиной волны 410 нм, отн. ед., не менее	10000	—	10	—
Спектральная чувствительность фотокатода для излучения с длиной волны 530 нм, мА/Вт, не менее	—	40	—	40
Спектральный коэффициент преобразования для излучения с длиной волны 530 нм, отн. ед., не менее	—	10000	—	10
Динамический диапазон, отн. ед., не менее	1·10 ³		1·10 ⁵	
Рабочее поле фотокатода, мм	Ø 40–2,0			
Рабочее поле экрана, мм	Ø 40–2,0			
Предел разрешения по фотокатоду, штр./мм, не менее	35		45	
Цвет свечения экрана на ВОП	зеленый			
Неравномерность яркости свечения экрана, %	25			
Яркость темного фона, Кд/м ² , не более	2·10 ⁻³		5·10 ⁻⁵	
Управление в режиме затвора по фотокатоду	есть			
Минимальная длительность экспозиции, при которой ЭОП обеспечивает регистрацию изображения в однократном режиме включения нс, не более	100			
Габаритные размеры (с источником питания), мм:	диаметр		117	
	высота		24	

ST3001

Хронографический электронно-оптический преобразователь

ST3001 – хронографический ЭОП нового поколения. Предназначен для пространственно-временного преобразования импульсных потоков излучения в диапазоне длин волн от 200 до 1300 нм с временным разрешением до 0,7 пс.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон спектральной чувствительности*, нм		200–1300
Спектральная чувствительность фотокатода для излучения с длиной волны 1060 нм*, мкА/Вт, не менее		100 (тип. 500–700)
Спектральная чувствительность фотокатода для излучения с длиной волны 920 нм*, мкА/Вт, не менее		250 (тип. 800–1000)
Пространственное разрешение по фотокатоду, штр./мм, не менее		30
Затворное число, отн. ед., не менее		$1 \cdot 10^5$
Рабочее поле фотокатода по высоте (перпендикулярно направлению развертки), мм		10
Рабочее поле экрана по ширине и высоте, мм		18×15
Динамический диапазон при регистрации длительности процесса ≥ 300 пс, отн. ед., не менее		8 000
Расчетное предельное временное разрешение, пс		0,7
Наработка на отказ, ч, не менее		2 000
Материал входного окна		кварц
Материал корпуса		металлокерам.
Габаритные размеры, мм	диаметр	55
	длина	217

*Возможно изменение параметров в соответствии с проектом заказчика.

ST4100

Хронографический электронно-оптический преобразователь с АЗВ5-фотокатодом

ST4100 – не имеющий аналогов в России электронно-оптический преобразователь с фотокатодом на основе эпитаксиальных гетероструктур GaAs, обладающий повышенными значениями световой чувствительности и спектральной чувствительности в ближней ИК-области спектра и расширенным динамическим диапазоном регистрации, применяется в составе хронографических электронно-оптических фоторегистраторов для исследования параметров импульсного лазерного излучения в диапазоне длин волн от 450 до 900 нм.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон спектральной чувствительности, нм		450–900
Световая чувствительность фотокатода, мкА/лм, не менее		800
Спектральный коэффициент преобразования для излучения с длиной волны 800 нм, Вт/Вт, не менее		0,5 (тип. 2)
Спектральная чувствительность фотокатода для излучения с длиной волны 800 нм, мА/Вт, не менее		50 (тип. 100)
Динамический диапазон регистрации при длительности процесса 500 пс, отн. ед., не менее		12 000 (тип. 20 000)
Рабочее поле фотокатода по высоте (перпендикулярно направлению развертки), мм, не менее		6
Рабочее поле экрана по ширине и высоте, мм, не менее		18 × 6
Пространственное разрешение по фотокатоду, штр/мм, не менее		30
Расчетное предельное временное разрешение, пс, не более		20
Яркость темного фона, Кд/м ² , не более		1·10 ⁻⁵
Затворное число, отн. ед., не менее		1·10 ⁵
Габаритные размеры, мм	диаметр	54
	длина	215

UniStreak-2

Стрик-камера



Стрик-камеру UniStreak-2 на основе металлокерамического электронно-оптического преобразователя можно применять при исследованиях плазмы, оценки характеристик лазерного излучения, в системах ЛИДАР, в газодинамических исследованиях, в установках класса «мегасайенс».

К основным особенностям стрик-камеры следует отнести широкий диапазон времен регистрации (от единиц пс до десятков мкс), модульную конструкцию (обеспечивает гибкость конфигурирования), дистанционное управление входной оптической системой, регулируемую задержку времени запуска.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		
Область спектральной чувствительности, нм	410–870	
Пространственное разрешение регистратора по всей щели, штр./ мм, не менее	20	
Количество разрешаемых элементов вдоль развертки (20 нс), не менее	200	
Длительность разверток	500 пс; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500 нс; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100 мкс	
Погрешность установки длительности разверток, не более	±10 %	
Нелинейность разверток, не более	±20 %	
Диапазон спектральной чувствительности входа оптического запуска, нм	400–1100	
Устанавливаемые пороги электрического сигнала запуска, В	5; 10; 20	
Величина допустимой импульсной перегрузки на входе электрического запуска	±500 В, 1 мкс	
Время задержки срабатывания регистратора на развертке наименьшей длительности, нс, не более	35	
Напряжение питания регистратора и потребляемая мощность	~ 220 В, = 24 В	60 Вт
Периодическая среднеквадратическая нестабильность задержки запуска (джиттер) для развертки 0,5 нс, пс, не более	60	
Динамический диапазон регистрации лазерного импульса длительностью (450±150) пс на развертке 10 нс, не менее	2000	
Техническое временное разрешение, пс, не более	2	
Входная оптика	1. Объектив с переносом 1:1; 2. Моторизованная щель 0–10 мм с шагом 1 мкм; 3. 16-канальный волоконный ввод с волокнами 50 мкм	
Диапазон измеряемых интервалов времени, нс	0,05 – 90 000	
Удаленное управление регистратором	Посредством комплектного ноутбука с ПО «клиент-сервер», в т.ч. управление питанием	
Интерфейс связи	100BASE-Tx («витая пара», разъем RJ45), до 50 м 100BASE-Fx (одномодовое волокно, разъем SC), до 500 м	

Адрес: ул. Сущёвская, д. 22, Москва, 127030
Тел.: +7 (499) 978 78 03
Факс: +7 (499) 978 09 03, 978 05 78
E-mail: vnii@vnii.ru
www.vnii.ru
