

## НАУЧНЫЕ КАМЕРЫ



**HAMAMATSU**  
PHOTON IS OUR BUSINESS

[hamamatsu.su](http://hamamatsu.su)



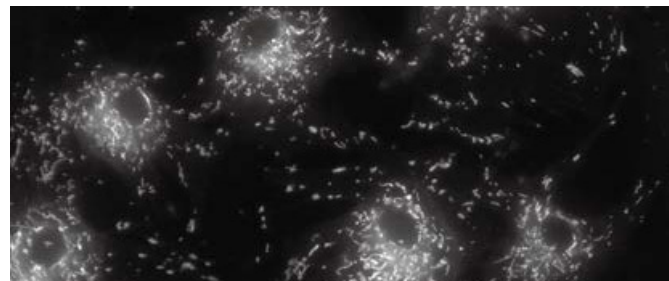
## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

В линейке Hamamatsu представлены научные камеры с чувствительностью, охватывающей широкий диапазон длин волн — от рентгеновского до ближнего ИК излучения, и подходящие для решения широкого спектра задач.

### Биология

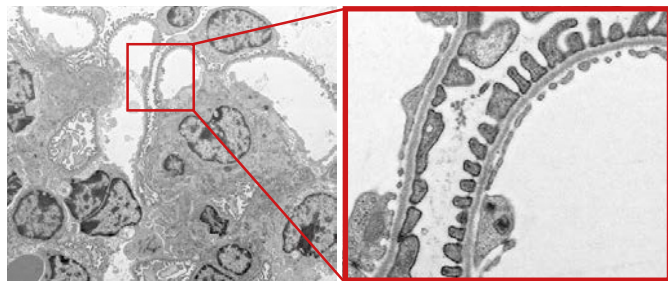
#### Покадровая визуализация живых клеток

Долговременная покадровая визуализация митохондрий в живых клетках.



#### Наблюдение за клетками мышечных почек

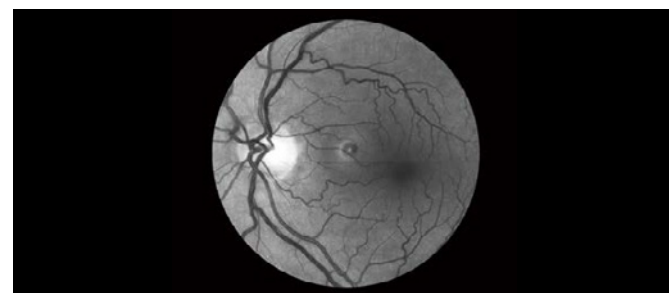
Визуализация мышечных почечных клеток микронного размера с высоким разрешением под электронным микроскопом.



### Медицина

#### Медицинская диагностика

Диагностика путём исследования состояния поражённого участка с помощью ИК визуализации.



### Астрономия

#### Метод удачных экспозиций

Чёткое изображение звёзд получается благодаря широкому полю зрения и малошумящей визуализации путём объединения кадров, наименее подвергнутых воздействию атмосферной турбулентности.

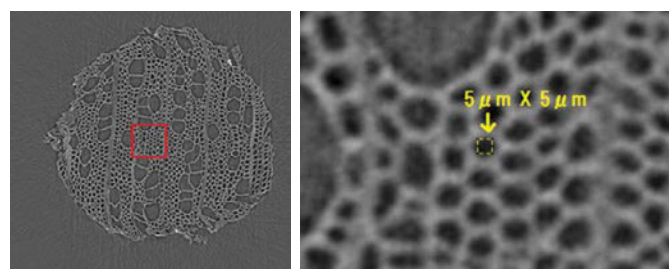


\* Изображение в псевдоцветах

### Синхротронная визуализация

#### Рентгеновская компьютерная томография

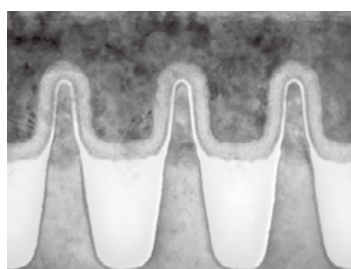
Чёткое изображение зубочистки (поперечное сечение), полученное путем рентгеновской визуализации с высоким разрешением.



### Электронная микроскопия

#### Исследование структуры полупроводниковых приборов

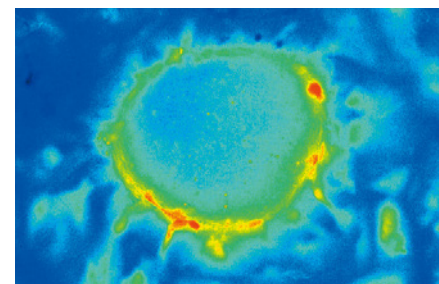
Анализ внутренней структуры полупроводникового прибора на наноразмерном уровне с помощью визуализации с высоким разрешением и с использованием электронного микроскопа.



### Биология

#### Наблюдение за пульсацией кардиомиоцитов

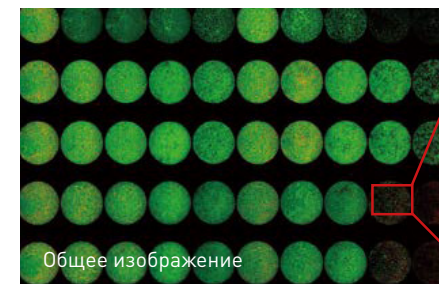
Наблюдение за пульсацией кардиомиоцитов, связанной с изменением концентрации ионов кальция, с помощью высокоскоростной визуализации с использованием флуоресцентных изображений.



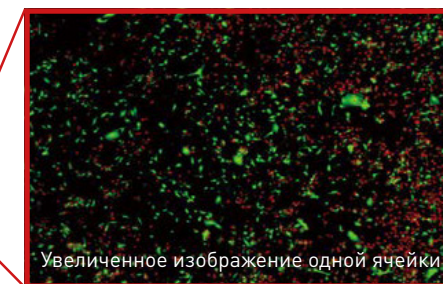
\* Изображение в псевдоцветах

#### Изучение культивируемых клеток

Исследование клеток, культивируемых в одной ячейке микропланшета, с помощью визуализации с высоким разрешением с использованием флуоресцентных изображений.



\* Изображение в псевдоцветах



### Проверка полупроводников

#### Изучение кремниевой пластины в проходящем свете

Исследование массива, сформированного на тыльной стороне кремниевой подложки, с лицевой стороны в проходящем свете с помощью ИК визуализации.



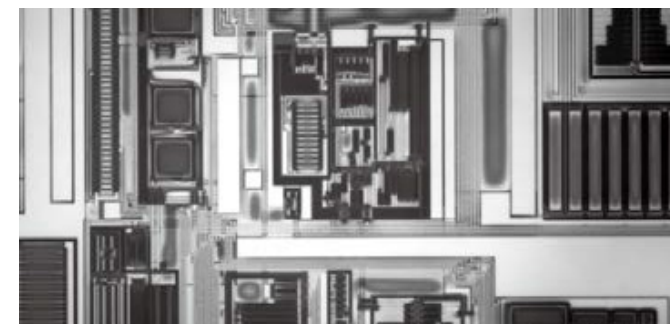
Изображение видимого спектра



Изображение ближнего ИК диапазона (освещение проходящим светом)

#### Исследование полупроводниковых приборов

Исследование массива под слоем кремния с помощью ИК визуализации.



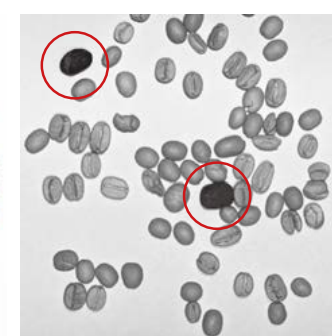
### Проверка качества пищевых продуктов

#### Выявление инородных тел

Выявление в кофейных зёрнах с помощью ИК визуализации мелких камней, едва различимых в видимом свете.



Видимое изображение



Изображение в ближнем ИК диапазоне (освещение проходящим светом)

### Анализ/спектроскопия

#### Идентификация материалов

ИК визуализация используется для идентификации материалов, которые сложно распознать в видимом свете, например, ПВХ, акрил, ПЭТ и полистирол.



Материалы отображаются в разных цветах благодаря математической обработке полученных изображений









\* Изображение в псевдоцветах










Визуализация на нескольких длинах волн.










ЛИНЕЙКА КАМЕР

Диапазон длин волн	От УФ до БИК		От видимого до БИК	
Название	Цифровая ПЗС камера ORCA® II	Камера qCMOS® ORCA®-Quest	Цифровая КМОП камера ORCA®-Fusion BT	Цифровая КМОП камера ORCA®-Fusion
Артикул	C11090-22B	C15550-20UP	C15440-20UP	C14440-20UP
Внешний вид				
Тип сенсора	Матричный	Матричный	Матричный	Матричный
Спектральный диапазон (нм)	200-1000	300-1000	350-1000	
(см. спектральную характеристику на стр. 5)				
Число эффективных пикселей ([Ш] × [В])	1024 × 1024	4096 × 2304	2304 × 2304	2304 × 2304
Размер пикселя ([Ш] мкм × [В] мкм)	13 × 13	4,6 × 4,6	6,5 × 6,5	6,5 × 6,5
Эффективная область ([Ш] мм × [В] мм)	13,3 × 13,3	18,841 × 10,598	14,976 × 14,976	14,976 × 14,976
Полная ёмкость потенциальной ямы (электроны), тип.*1	80 000	7000	15 000	15 000
Динамический диапазон, тип.*1	13 333:1	25 900:1	21 400:1	21 400:1
Охлаждение	Принудительное воздушное / водяное	Принудительное воздушное / водяное	Принудительное воздушное / водяное	Принудительное воздушное / водяное
Температура охлаждения (°C)*1	-75 (водяное охлаждение)	-35 (водяное охлаждение)	-15 (водяное охлаждение)	-15 (водяное охлаждение)
Скорость считывания (кадр/с) (полное разрешение)*1	3,15	120	89,1	89,1
Шум считывания (электроны), среднеквадратичное значение, тип.*1	6	0,27	0,7	0,7
Темновой ток (электрон/пиксель/с), тип.*1	0,0012 (водяное охлаждение)	0,006 (водяное охлаждение)	0,7 (водяное охлаждение)	0,2 (водяное охлаждение)
Интерфейс	IEEE 1394b	CoaXPress (Quad CXP-6) / USB 3.1 Gen 1	CoaXPress (Dual CXP-6) / USB 3.0 *2	CoaXPress (Dual CXP-6) / USB 3.0 *2
Области применения	Анализ/спектроскопия Синхротронная визуализация	Биологическая визуализация Астрономия Проверка полупроводниковых структур Синхротронная визуализация Электронная микроскопия	Биологическая визуализация Синхротронная визуализация Электронная микроскопия	Биологическая визуализация Проверка полупроводниковых структур Синхротронная визуализация Электронная микроскопия

Тип камеры	Бескорпусные камеры для OEM				
Название	Бескорпусная научная КМОП камера (sCMOS)		Бескорпусная цифровая КМОП камера		
Артикул	C11440-62U	C11440-52U30	C13949-50U	C13770-50U	C13752-50U
Внешний вид					
Тип сенсора	Матричный		Матричный		
Спектральный диапазон (нм) (спектральную характеристику см. на стр. 5)					
Число эффективных пикселей (Ш × В)	2048 × 2048		4096 × 3008	2464 × 2056	2048 × 1544
Размер пикселя ([Ш] мкм × [В] мкм)	6,5 × 6,5			3,45 × 3,45	
Эффективная область ([Ш] мм × [В] мм)	13,312 × 13,312		14,13 × 10,37	8,50 × 7,09	7,06 × 5,32
Полная ёмкость потенциальной ямы (электроны), тип.*1	30 000		10 500		
Динамический диапазон, тип.*1	20 000:1	18 000:1	4565:1		
Скорость считывания (кадр/с) (полное разрешение)*1	30		15	40	65
Шум считывания (электроны), среднеквадратичное значение, тип.*1	2,1	2,3	2,3		
Интерфейс	USB 3.0 *2		USB 3.0 *2		
Области применения					

1 В зависимости от режима и условий.  
\*2 Аналог USB 3.1 Gen 1

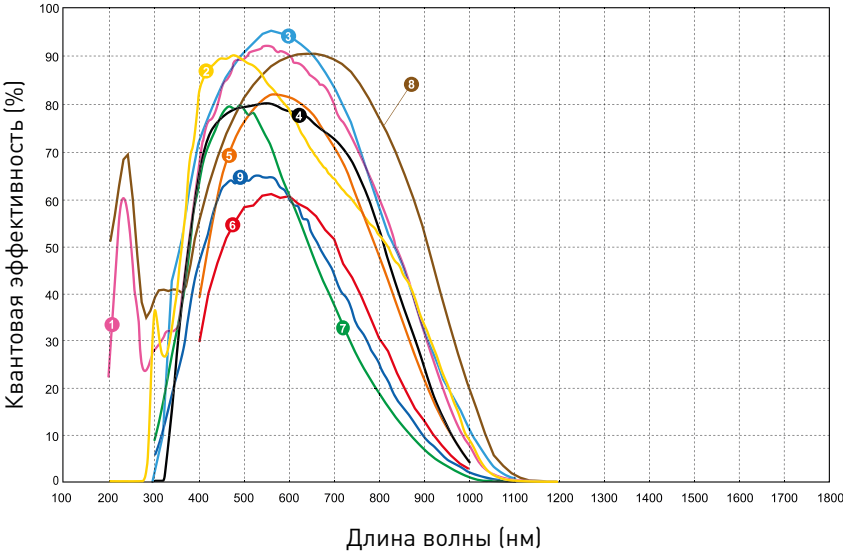
От видимого до БИК				
Цифровая КМОП камера ORCA®-Flash4.0 V3	Цифровая КМОП камера ORCA®-Flash4.0 LT+	Цифровая КМОП камера ORCA®-Lightning	Цифровая КМОП камера ORCA®-spark	TDI-камера
C13440-20CU	C11440-42U30	C14120-20P	C11440-36U	C10000-801
				
Матричный	Матричный	Матричный	Матричный	TDI (с режимом временной задержки и накопления)
				
2048 × 2048	2048 × 2048	4608 × 2592	1920 × 1200	2048 × 128
6,5 × 6,5	6,5 × 6,5	5,5 × 5,5	5,86 × 5,86	12 × 12
13,312 × 13,312	13,312 × 13,312	25,344 × 14,256	11,25 × 7,03	24,58 × 1,536
30 000	30 000	38 000	33 000	80 000
37 000:1	33 000:1	17 000:1	5000:1	1600:1
Принудительное воздушное / водяное	Принудительное воздушное	Принудительное воздушное / водяное	-	-
-30 (водяное охлаждение)	+10	+20	-	-
100	30	121	64,9	50 кГц (строчная)
1,4	1,5	2	6,6	50
0,006 (водяное охлаждение)	0,6	15	-	-
Camera Link/USB 3.0 *2	USB 3.0 *2	CoaXPress (Quad CXP-6)	USB 3.0 *2	Camera Link
Биологическая визуализация Проверка полупроводниковых структур Синхротронная визуализация Электронная микроскопия	Биологическая визуализация Проверка полупроводниковых структур	Биологическая визуализация Синхротронная визуализация	Биологическая визуализация Синхротронная визуализация	Биологическая визуализация Проверка полупроводниковых структур

Бескорпусные камеры для OEM
Бескорпусная TDI-камера
C10000-A01

TDI (с режимом временной задержки и накопления)
200-1000

2048 × 128
12 × 12
24,53 × 1,536
80 000
1600:1
50 кГц (строчная)
50
Camera Link
Биологическая визуализация Проверка полупроводниковых структур

Спектральная характеристика





## ПОДБОРКА ПОПУЛЯРНЫХ МОДЕЛЕЙ

### Популярная модель

#### ORCA®-Flash4.0 V3



Камера ORCA®-Flash  
Артикул C13440-20CU

Эта камера отлично справляется с различным кругом задач — от получения красивых научных изображений до экспериментов, где требуется эффективность регистрации, квантификация и скорость. Камера ORCA®-Flash — это точный прибор для визуализации, предлагающий «умный» отбор данных за счёт наличия встроенной ППВМ, высокоточную калибровку на уровне пикселя внутри камеры, более высокую частоту кадров (USB 3.0), целенаправленную и инновационную синхронизацию, запатентованные режимы считывания по световому листу и характеристика шума для каждой камеры.

### Технические характеристики

#### ПИКОВАЯ КВАНТОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

82% @ 560 нм

#### ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН

37 000:1

#### ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ СЧИТЫВАНИЯ

100 кадров/с

(при использовании специальной платы)

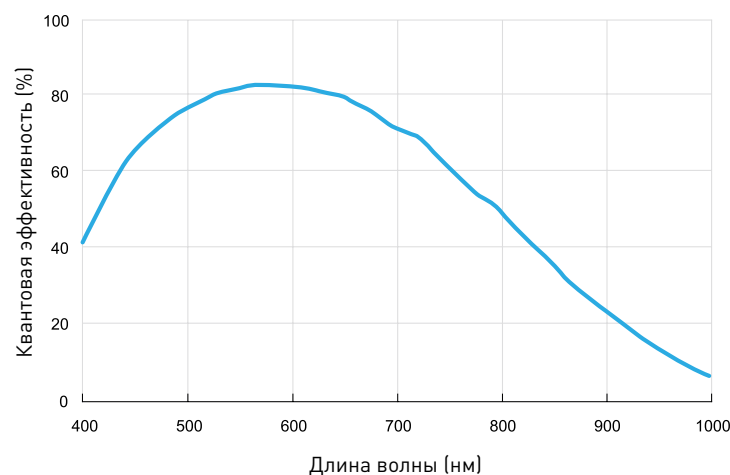
#### УРОВЕНЬ ШУМА

1,4 электрона

(в медленном режиме)

#### ВЫСОКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ

2048 × 2048 пикс (4,2 Мп)



### Особенности

- Калибровка, обеспечивающая количественную точность
- Гибкость для управления данными согласно потребностям пользователя
- Патентованные инструменты для усовершенствованной визуализации
- Акцентирование внимания на нужных данных
- Синхронизация с помощью мощного генератора синхроимпульсов

### Инновационная камера

#### ORCA®-Quest



Камера ORCA®-Quest  
Артикул C15550-20UP

ORCA®-Quest — это первая в мире камера на основе сенсора qCMOS®, способная разрешать число фотоэлектронов, используя новую специальную технологию. qCMOS® (Quantitative CMOS) — это КМОП-сенсор, способный регистрировать и определять число фотоэлектронов, как одиночных, так и множественных. Камера обеспечивает отличную количественную визуализацию.

### Технические характеристики

#### НИЗКИЙ УРОВЕНЬ ШУМА СЧИТЫВАНИЯ

0,27 электрона

(в тихом режиме)

#### ВЫСОКАЯ КВАНТОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

90% @ 475 нм

(qCMOS® с обратной засветкой)

#### ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ СЧИТЫВАНИЯ

120 кадров/с

@ 4096 × 2304 пикс (16 бит)

#### ВЫСОКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ

4096 × 2304 пикс (9,4 Мп)

#### РАЗМЕР ПИКСЕЛЯ

4,6 мкм × 4,6 мкм

#### ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН

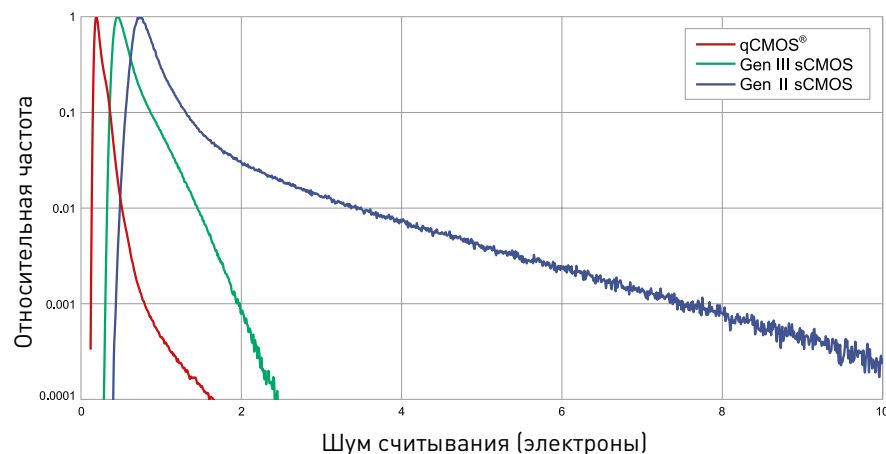
25 900:1

(в тихом режиме)

## Особенности

### 1. ОЧЕНЬ НИЗКИЙ УРОВЕНЬ ШУМА

Камера ORCA®-Quest создана для регистрации излучений слабой интенсивности. В соответствии с новой КМОП-технологией была разработана и сама камера, и уникальный сенсор. При этом была спроектирована и оптимизирована каждая часть сенсора – от внутренней структуры до электроники. В результате удалось достичь очень низкого уровня шума – 0,27 электрона.



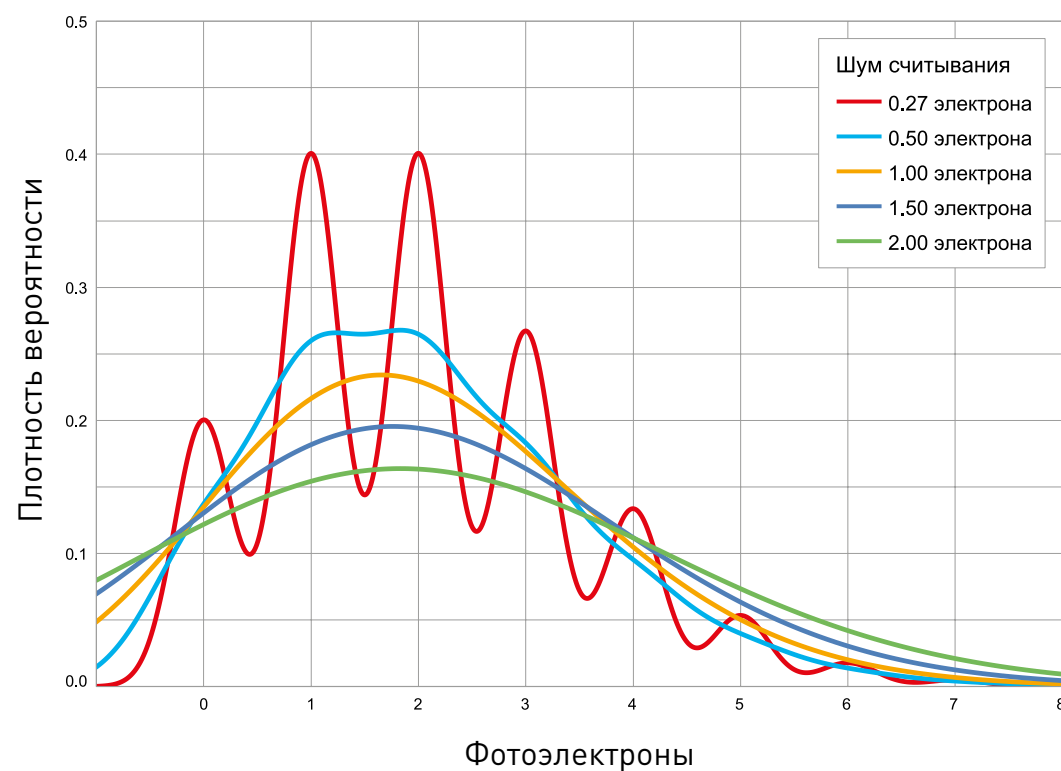
### 2. РАЗРЕШЕНИЕ ЧИСЛА ФОТОНОВ (PNR)

Свет – это скопление множества фотонов. Попадая в сенсор, фотоны преобразуются в электроны, которые называются фотоэлектронами. Разрешение числа фотонов – это способ точного измерения света путём подсчета фотоэлектронов.\*

Для этого уровень шума камеры должен быть достаточно низким по сравнению с сигналом от фотоэлектрона. Обычные sCMOS камеры обеспечивают низкий уровень шума считывания, но он всё-таки выше сигнала от фотоэлектрона, что затрудняет подсчёт фотоэлектронов.

Камера ORCA®-Quest, используя новейшую технологию, считает фотоэлектроны и обеспечивает ультранизкий уровень шума считывания 0,27 электрона (в тихом режиме), температурную и временную стабильность, индивидуальную калибровку и коррекцию значения каждого пикселя в режиме реального времени.

Результаты моделирования распределения вероятностей для фотоэлектронов  
(среднее число фотоэлектронов на пиксель: 2 электрона)

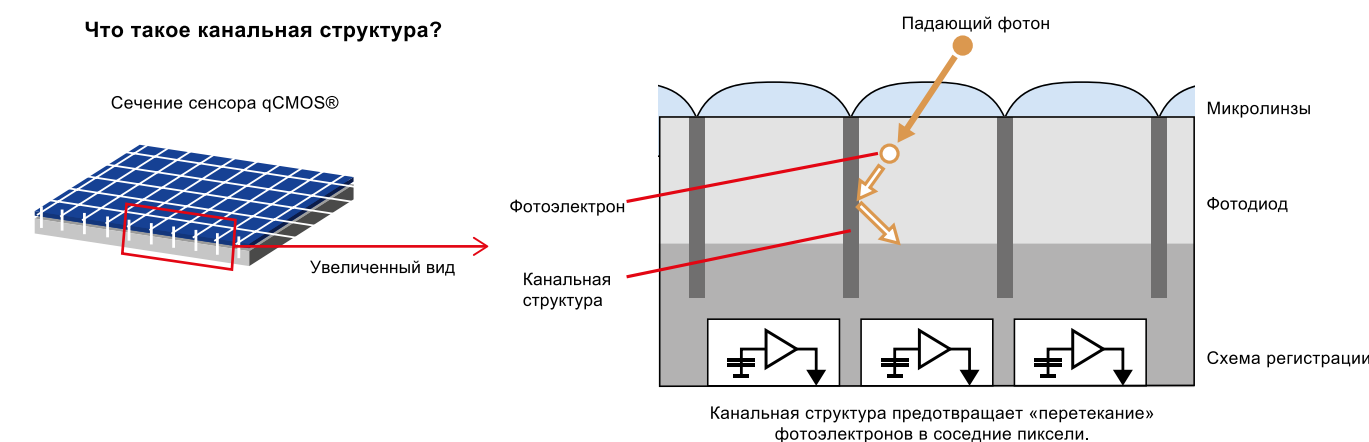


\* Разрешение числа фотонов – это не одно и то же, что счёт фотонов (более точное название – разрешение числа фотоэлектронов. Но так как сравнение идёт со счётом одиночных фотонов вместо счёта одиночных фотоэлектронов, то в данной брошюре будет использоваться термин «разрешение числа фотонов».)

### 3. СТРУКТУРА С ОБРАТНОЙ ЗАСВЕТКОЙ И ВЫСОКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ

Высокая квантовая эффективность необходима, чтобы обеспечивать высокую эффективность регистрации фотонов, и достигается за счёт использования структуры с обратной засветкой.

В обычных сенсорах с обратной засветкой из-за отсутствия разделения между пикселями возникают перекрестные помехи, и разрешение таких сенсоров, как правило, хуже, чем у сенсоров с фронтальной засветкой. Сенсоры qCMOS® камеры ORCA®-Quest имеют структуру с обратной засветкой, которая даёт высокую квантовую эффективность, и межпиксельные каналы, которые снижают перекрестные помехи.

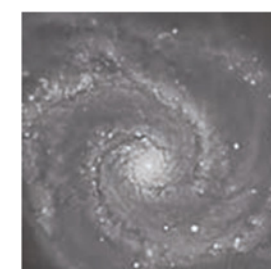
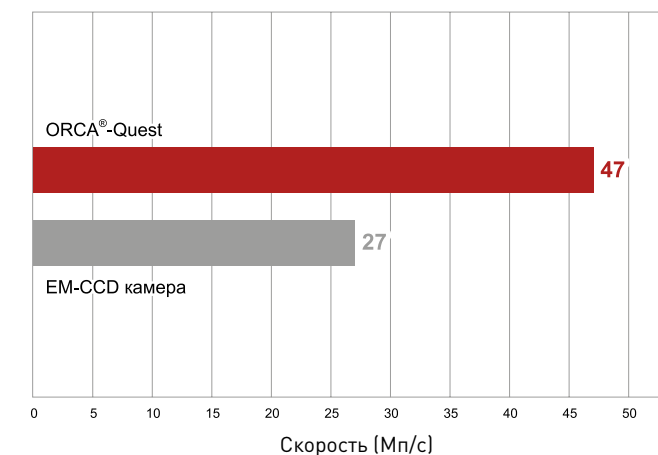


### 4. БОЛЬШОЕ КОЛИЧЕСТВО ПИКСЕЛЕЙ И ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ СЧИТЫВАНИЯ

Для получения изображений, формируемых на уровне счёта фотонов, обычно используются камеры с электронным умножением, например, EM-CCD камеры с разрешением около 0,3 Мп. Камера ORCA®-Quest позволяет формировать изображения не только на уровне счёта фотонов, но также и на уровне разрешения числа фотонов с разрешением 9,4 Мп.

К тому же неверно сравнивать скорости считывания камер с разным числом пикселей по частоте кадров. В этом случае используется пиксельная скорость (количество пикселей × частота кадров), т.е. число считываемых пикселей в секунду. До настоящего времени самой быстрой камерой, способной регистрировать одиночные фотоны, была EM-CCD камера, имеющая скорость около 27 Мп/с. Камера ORCA®-Quest позволяет формировать изображения в режиме разрешения числа фотонов со скоростью около 47 Мп/с, что в почти два раза выше.

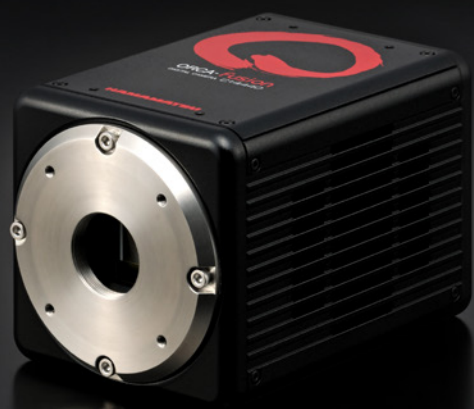
#### ORCA®-Quest (4096 × 2304)



ПЗС-камера с электронным умножением (EM-CCD камера)  
(1024 × 1024)

Оптимальное детектирование

## ORCA®-Fusion BT



### Камера ORCA®-Fusion BT Артикул C15440-20UP

Камера ORCA®-Fusion BT обеспечивает значительные преимущества над камерами с сенсорами 2 поколения научного КМОП в шуме считывания и однородности для улучшения качества изображения. Уникальное сочетание повышенной квантовой эффективности утонченного с обратной стороны сенсора и высокой однородности позволяет достигать максимальной производительности, универсальности и чувствительности.

#### Технические характеристики

### НИЗКИЙ УРОВЕНЬ ШУМА СЧИТЫВАНИЯ

0,7 электрона  
(в тихом режиме)

### ВЫСОКАЯ КВАНТОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

95% @ 550 нм  
(КМОП 3 поколения с обратной засветкой)

### ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ СЧИТЫВАНИЯ

89,1 кадров/с  
@ 2304 x 2304 пикс (16 бит)

### ВЫСОКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ

2304 × 2304 пикс (5,3 Мп)

### НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

0,06 % (7500 электронов)

### ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН

21 400:1  
(в тихом режиме)

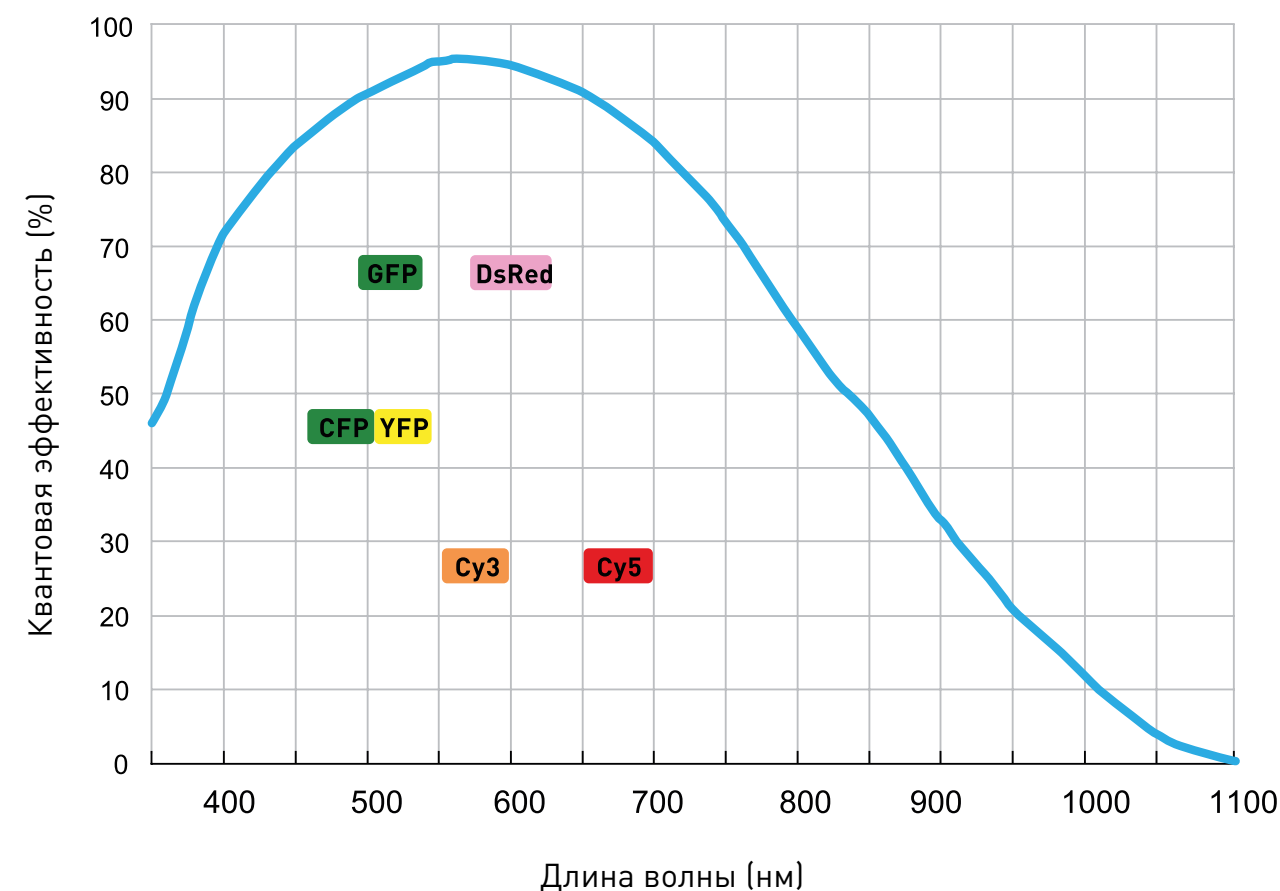
### РАЗМЕР ПИКСЕЛЯ

6,5 мкм × 6,5 мкм

### НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ТЕМНОВОГО СИГНАЛА

0,06 электрона  
(в тихом режиме)

#### Повышенная квантовая эффективность утонченного с обратной стороны сенсора для максимально эффективного сбора фотонов



#### Особенности модели по сравнению с другими КМОП-камерами с обратной засветкой

- Очень низкий уровень шума считывания
- Высокая квантовая эффективность в широком диапазоне длин волн
- Однородность как у ПЗС; минимум пикселей с высоким уровнем шума считывания
- Широкий динамический диапазон
- 3 скорости считывания
- Режим считывания по световому листу (Lightsheet)
- 5,3 мегапикселей
- Интерфейс USB 3.0 и высокоскоростной интерфейс CoaXPress



The background is a vibrant, abstract composition of diagonal lines in shades of blue, purple, and red, creating a sense of motion and depth. Scattered throughout are various geometric shapes, including circles and dots, some solid and some outlined, in colors that complement the background. The overall effect is a modern, high-tech aesthetic.

## КОНТАКТЫ

+7 (812) 245-65-85  
[yeopto@yephotonics.ru](mailto:yeopto@yephotonics.ru)

[hamamatsu.su](http://hamamatsu.su)  
[yephotonics.ru](http://yephotonics.ru)