

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВОЙ РЕГИСТРАЦИИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.А. Бузун<sup>1)</sup>, А.П. Бык<sup>1)</sup>, П.В. Бычков<sup>1)</sup>, В.К. Гончаров<sup>1)</sup>,  
И.И. Кравцевич<sup>1)</sup>, А.Е. Сиколенко<sup>1)</sup>, С.В. Косьяненко<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Белорусский государственный университет, Институт прикладных физических проблем имени Севченко, ул. Курчатова 7, 220045 Минск, Беларусь, [bykar@bsu.by](mailto:bykar@bsu.by)

<sup>2)</sup>АО "АСТИАГ", Департамент "Радиационные диагностические технологии", г. Сосновый бор, Ленинградская область, Россия, [d5@astiaru](mailto:d5@astiaru)

Представлены две новые камеры для цифровой регистрации рентгеновского излучения. Регистрация двумерного изображения на основе матрицы RadEye™100 фирмы Rad-icon Imaging Corp подразделения корпорации DALSA и регистрация одномерного изображения на основе линейки X-CARD 0.2-256G фирмы Detection Technology, Inc.

### Введение

Цифровая регистрация рентгеновского излучения повышает точность регистрации, снижает потребность в расходных материалах, повышает скорость и достоверность получения экспериментальных данных. Несомненным преимуществом цифровой регистрации является возможность привязки к импульсному источнику излучения, а для наиболее совершенных систем - использование электронного затвора с малыми временами экспозиции.

### Основная часть

Авторы данной статьи имеют достаточно большой опыт создания регистраторов оптического излучения видимого диапазона на основе многоэлементных датчиков. Это позволило приступить к разработке и созданию серии экспериментальных регистраторов рентгеновского излучения. На первом этапе были разработаны две цифровые камеры для одномерной и двумерной регистрации рентгеновских лучей [1]. Они использовались в НИИФП им. А.Н. Севченко БГУ при создании новых рентгенооптических элементов и разработке способов получения квазимонохроматического направленного пучка рентгеновского излучения с использованием новых элементов рентгеновской оптики, что невозможно без качественной регистрации рентгеновского излучения на аппаратуре современного уровня.

Дальнейшим продолжением данной тематики явилось создание двух новых камер на основе матрицы RadEye100 фирмы Rad-icon Imaging Corp подразделения корпорации DALSA и линейки X-CARD 0.2-256G фирмы Detection Technology, Inc.

Датчик изображения RadEye™100 с очень большой площадью представляет собой полностью интегрированную фотодиодную КМОП-матрицу с трехсторонним мозаичным размещением, предназначенную для формирования изображений как видимого, так и высокоэнергетического излучения. Большая активная область 49.2 мм x 98.3 мм состоит из матрицы кремниевых фотодиодов 512 x 1024 на 96 мкм центрах. Используется ли он напрямую для детектирования видимого излучения, либо со сцинтиллятором для детектирования рентгеновского или другого энергетического

излучения, RadEye™100 – идеальное решение для различных применений: от научного до промышленного. Внешний вид матрицы показан на рисунке 1.



Рис. 1. Внешний вид матрицы RadEye™100

Матрица RadEye100 "мозаичная" с трех сторон, что означает, что можно формировать сенсоры большего размера путем мозаичного размещения двух или более устройств. Версия EV сенсора RadEye100 включает волоконно-оптическую лицевую панель, которая permanently прикреплена к активной области кристалла. Волоконно-оптическая панель помогает защитить сенсор от случайных повреждений.

Разработанная камера позволяет управлять режимами работы матрицы: съем полного кадра, съем с пропуском каждой второй строки и каждого второго столбца, ускоренный съем только первых 6 пикселей в строке, съем с неразрушающим считыванием. Режим считывания без разрушения может использоваться для контроля уровня экспозиции в устройстве, или для реализации режима малозумного считывания путем вычитания двух изображений перед и после экспозиции. Реализованные функции позволяют управлять временем накопления, синхронизировать формирователь изображений с запуском источника рентгеновского излучения.

Оцифрованное 14-битное изображение передается в компьютер по интерфейсу USB 2.0.

Камера прошла предварительное тестирование на имеющемся в АО «Астиаг» оборудовании и показала хорошие результаты при рентгенометрической дефектоскопии сварных соединений труб диаметра от 150 мм [2]. В качестве примера на рисунке 2 показана регистрация участка кольцевого сварного соединения. Диаметр трубы составлял 530 мм, время экспозиции 2 с/кадр, количество кадров 2, толщина стенки 9 мм.

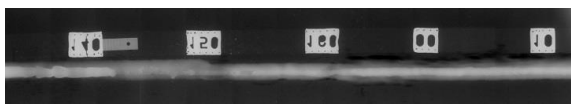


Рис. 2. Изображение участка сварного соединения

Камера на основе рентгеновской линейки X-Card 0.2-256G предназначена для регистрации одномерных распределений излучения. X-Card – это плата линейного матричного детектора рентгеновского излучения. Внешний вид линейки с разработанным управляющим контроллером показан на рисунке 3.



Рис. 3. Внешний вид рентгеновской линейки X-Card 0.2-256G с управляющим контроллером

X-плата состоит из сцинтилляционных фотодиодных матриц с кремниевым покрытием в сочетании со встроенным считывающим кристаллом с КМОП-структурой. Рентгеновский сигнал, поглощенный в сцинтилляторе, преобразуется в видимое излучение, которое детектируется фотодиодной матрицей. Электрический ток с фотодиодной матрицы интегрируется в считывающем КМОП-кристалле усилителями заряда (по одному на каждый пиксель). Выходное напряжение с усилителя заряда отбирается для всех пикселей

одновременно. Затем выборочное напряжение считывается в последовательном режиме..

В устройстве X-Card 0.2-256G 256 активных пикселей детектора в одном ряду с шагом пикселя 0,2 мм. Также X-Card 0.2-256 доступна без сцинтиллятора. При необходимости увеличения длины регистрируемого участка аналогичные линейки стыкуются впритык. Камера осуществляет управление линейкой, задание времени накопления, синхронизацию при необходимости с импульсным источником излучения, 16-битное аналого-цифровое преобразование видеосигнала и передачу данных в компьютер по интерфейсу USB 2.0. Минимальное накопление 130 мкс, шаг приращения накопления 1 мкс, задержка начала накопления относительно прихода синхроимпульса задается с шагом 1 мкс.

Созданное программное обеспечение камер работает с операционными системами Windows XP и Windows 7, носит общий характер, не ориентировано для решения частной задачи. Для пользователей, решивших использовать камеру со своим программным обеспечением, помимо необходимых драйверов и управляющей DLL, передается также SDK с описанием и примерами.

### Заключение

Предварительное тестирование камер, проводившееся в НИИ ПФП им. А.Н. Севченко БГУ, г. Минск, а также в АО «АСТИАГ» показали высокую эффективность камер при регистрации рентгеновского излучения, а также удобство пользовательского интерфейса программного обеспечения.

### Список литературы

1. Бузун А.А., Бык А.П., Бычков П.В., Гончаров В.К., Дудчик Ю.И., Кравцевич И.И., Сиколенко А.Е. Цифровая регистрация рентгеновского излучения // Прикладные проблемы оптики, радиофизики и физики конденсированного состояния: материалы международной научно-практической конференции Минск, Беларусь, 27-28 февраля // НИИПФП им.А.Н.Севченко БГУ. Минск, 2013. С. 20 – 22.
2. Бузун А.А., Бык А.П., Бычков П.В., Гончаров В.К., Кравцевич И.И., Сиколенко А.Е. Цифровые камеры на основе ПЗС-датчиков для регистрации рентгеновского излучения. // Достижения физики разрушающего контроля: сб.науч.тр. Под.ред. Н.П. Мигуна. Минск: Институт прикладной физики НАН Беларуси, 2013. С. 374 – 379.
3. Косьяненко С.В., Суворов В.М., Цветков П.В., Шорохов М.В. Цифровой рентгеновский контроль сварных соединений в режиме реального времени // Территория Нефтегаз. Москва, 2015. № 11. С.12-13.

## NEW POSSIBILITIES OF DIGITAL REGISTRATION OF X-RAY RADIATION

A.A. Buzun<sup>1</sup>, A.P. Byk<sup>1</sup>, P.V. Bychkou<sup>1</sup>, V.K. Goncharov<sup>1</sup>, I.I. Kravtsevich<sup>1</sup>, A.E. Sikolenko<sup>1</sup>, S.V. Kosjanenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sevchenko Institute of Applied Physics Problems, Belarussian State University,  
7 Kurchatov Str., 220045 Minsk, Belarus, bykap@bsu.by

<sup>2</sup>ASTIAG JSC, Department of Radiation Diagnostic Technologies,  
Sosnovi Bor, Leningrad Region, Russia, d5@astia.ru

Two new cameras for digital X-ray registration are presented. Registration of a two-dimensional image based on the RadEye™100 matrix from the Rad-Icon Imaging Corporation from business unit DALSA Corporation's and the registration of a one-dimensional image based on the X-CARD 0.2-256G line from Detection Technology, Inc.