

**АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦИФРОВЫХ
БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ КАМЕР**А.Х. Оздиев, Д.А. Карпов

Научный руководитель: профессор, д.т.н. С.Н. Ливенцов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: ozdiev@tpu.ru**AUTOMATION OF VISIBLE LIGHT SETUP FOR CHARACTERIZATION OF FAST
SCIENTIFIC CAMERAS**A.H. Ozdiev, D.A. Karpov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. S.N. Liventsov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: ozdiev@tpu.ru

***Annotation.** Current X-ray radiation sources allow investigation of dynamic processes in such fields as life sciences, nanotechnology, medicine etc. Measurements of the processes rely strongly on the performance of the detector system. High-speed digital cameras are the main component of indirect X-ray detector system. These cameras have a set of parameters which affect resulting data quality significantly. There are two major camera technologies used in the indirect detector systems which are only different in sensor architecture, i.e. CCD and CMOS sensors. In the current work we are presenting Visible Light Setup (VLS) that was designed and assembled at the Institute of Photon Science and Synchrotron Radiation of Karlsruhe Institute of Technology. Assembled test bench allows characterization of camera parameters such as: sensor nonuniformities, defect pixels, linearity, noise, spectral sensitivity etc. The process of measurements is time-consuming especially for users who are new to the method and the VLS setup. The performed work was aimed at the automation of the VLS setup, which provides significant decrease of measurement time, increases accuracy and reproducibility of the measurements and also improves simplicity of utilization.*

Информации, представленной в паспортах цифровых быстродействующих камер, часто бывает недостаточно, что вынуждает пользователя проводить дополнительные тесты, которые не всегда могут обеспечить достоверными данными о характеристиках камеры. Стандарт EMVA 1288 определяет единую систему методов измерения, вычисления и представления параметров и характеристик камер и сенсоров, используемых в быстродействующих системах оценки качества процессов на производстве, на основе которой можно систематизировать сенсоры и камеры[1].

Экспериментальная установка VLS реализует эти методы для оценки параметров непрямых детекторов рентгеновского излучения. Схема установки представлена на рисунке 1. Она состоит из галогенного источника света (1), из которого свет напрямую попадает в монохроматор (2). Далее свет заданной длины волны от монохроматора поступает в интегрирующую сферу (3), которая разрушает его пространственные характеристики после чего свет направляется на тестируемую камеру. Откалиброванный фотодиод (4) используется для измерения потока излучения на заданном

расстоянии от интегрирующей сферы. Установка расположена в специальном боксе, исключающем влияние внешних источников света. Таким образом, эксперимент можно поделить на два этапа: измерение плотности излучения в заданной точке и получение экспериментальных данных с сенсора исследуемой камеры.

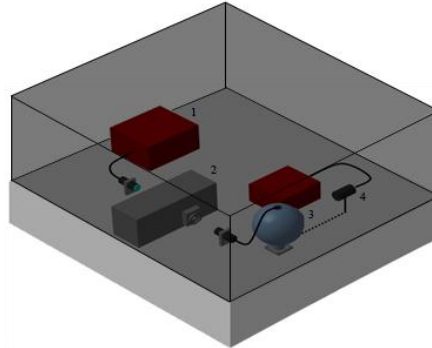


Рис. 1. Visible light setup

Современные станции на источниках синхротронного излучения оснащены большим количеством оборудования, требующего разработки стандартизированной иерархии устройств и *API*, обеспечивающей независимый к ним доступ, для повышения эффективности управления экспериментом. На синхротроне *ANKA* эту задачу решает система *Concert Control System*, имеющая классовую структуру. Каждый тип устройств, например моторы, детекторы и т.д., основывается на базовом классе данного типа. Этот базовый класс обеспечивает основной функционал, распространяемый на все устройства. Система *Concert* предоставляет возможность работать в интерактивном режиме путем использования стандартных скриптов или написания своих собственных[2].

Чтобы получить преимущества использования системы *Concert* была проведена пошаговая интеграция элементов установки *VLS*, предполагающая модернизацию ПО в соответствии с требованиями разработчиков системы *Concert*. Таким образом, в систему *Concert* были добавлены два базовых класса *lightsources* и *photodiodes*, класс устройства ввода/вывода *Wago-I/O-System*. В виде устройств были добавлены галогеновый источник света *FiberLite*, светодиоды типа *LED*, модуль ввода/вывода *Wago*, монохроматор *Newport74100* и фотодиод *Edmund Optics*. Процесс интеграции схематично представлен на рисунке 2. Где блок *per8* означает автоматическую проверку синтаксиса, блок *GitHub* – система контроля версии, на основе которой ведется работа над системой *Concert*, блок Ревизия – проверка, осуществляемая разработчиками.

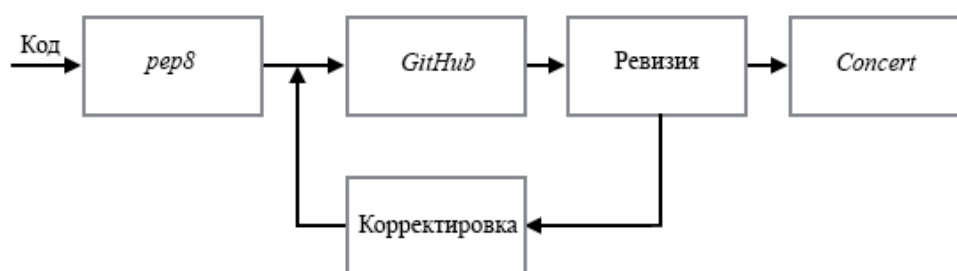


Рис. 2. Процесс интеграции элементов *VLS* в систему *Concert*

Оценка параметров сенсора камеры сводится к оценке 4 основных характеристик: линейности, темнового тока, однородности и спектральных характеристик. Отправной точкой измерений является определение времени экспозиции, соответствующего максимальному уровню засветки сенсора, по дисперсии цифрового сигнала[3]. Этот процесс был разбит на 3 этапа: 1 – определение направления изменения времени экспозиции, ведущего к засветке сенсора; 2 – определение интервала времени экспозиции, на котором происходит засветка сенсора; 3 – определение времени экспозиции, соответствующего засветке сенсора. Далее, для оценки линейности полученное время экспозиции делится на 50 равных отрезков, на каждом их которых снимаются данные. Практически идентичная операция происходит при оценке темнового тока с отличием, заключающемся в полном отсутствии источников света. Неоднородности сенсора оцениваются путем получения большого числа (800) проекций, при уровне засветки ~50%. Спектральная характеристика получается путем снятия проекций на всем доступном монохроматору диапазоне длин волн.

На рисунке 3 представлен график зависимости дисперсии цифрового сигнала от его средней интенсивности для камеры PCO.1400, на основе которого был разработан алгоритм вычисления времени экспозиции, соответствующего максимальной засветке сенсора. Получен в результате измерения проведенного на VLS.

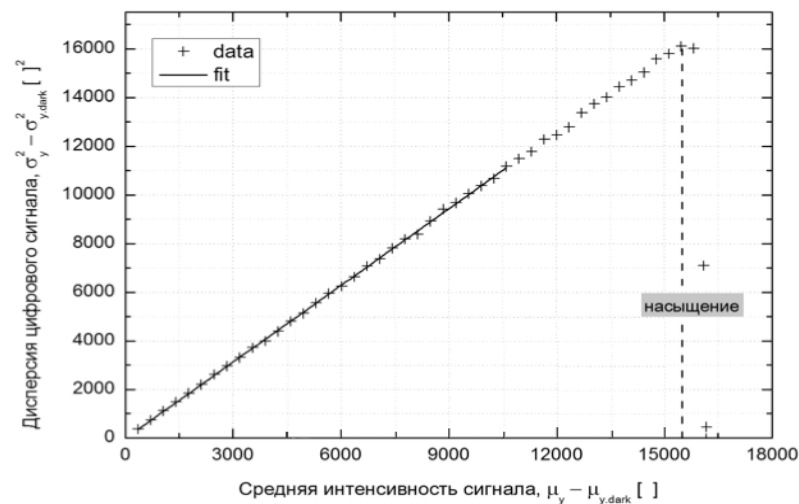


Рис. 3. Зависимость дисперсии цифрового сигнала от его средней интенсивности

Автоматизация установки значительно сократила время проведения измерений, повысила воспроизводимость и точность экспериментов, а также гибкость системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. European machine vision association [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.emva.org/cms/index.php?idcat=26>
2. M. Vogelgesang, T. Farag'о, T. dos Santos Rolo, A. Kopmann and T. Baumbach, When hardware and software work in concert, International Conference on Accelerator and Large Experiment Physics Control Systems. 2013
3. Standard for characterization of image sensors and cameras. 29 November 2010. Release number 3.0