

# ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ИХ КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА

И. Ю. Звягин

Источниками рентгеновских лучей являются вакуумные приборы – рентгеновские трубки [1], а в последнее время – синхротронные источники. Все эти источники характеризуются целым рядом параметров, один из которых - размер. Для рентгеновских трубок размер фокусного пятна анода, области, с которой происходит излучение, является важной характеристикой. Несмотря на то, что размер пятна нормируется производителем, его точное значение для данного экземпляра трубки может отличаться. Во время их производства и эксплуатации необходимо иметь возможность оценивать свойства фокусного пятна, так как дефект рентгеновской трубки обесценит все данные, полученные с её помощью. Поэтому определение размеров источника излучения является важной задачей.

Получить изображение источника излучения можно с использованием многоэлементной преломляющей рентгеновской линзы, как это описано в [2, 3]. Однако такие линзы являются дорогостоящими и обладают хроматическими aberrациями.

Данная работа посвящена получению изображения фокального пятна рентгеновской трубки и оценки его размера иным методом. Для формирования изображения фокального пятна рентгеновской трубки использована «пинхол» камера (камера-обскура). Изображение визуализировалось с использованием цифровой рентгеновской камеры.

Для эксперимента используется специальная установка, которая представлена на рис 1.

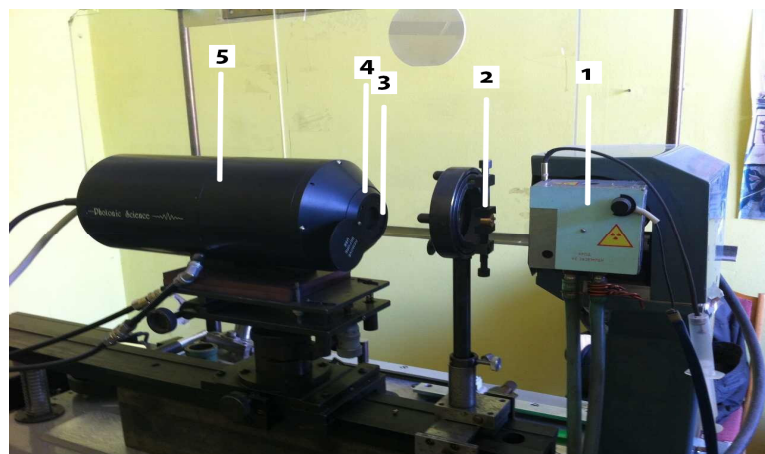


Рис. 1. Общий вид установки:

1 -Источник рентгеновского излучения; 2 – Камера-обскура;  
3,4,5 – Цифровая рентгеновская камера

В качестве источника излучения использовалась рентгеновская трубка БСВ-19 с медным анодом и фокусным пятном размером 0,2 x 2 мм. Угол между зеркалом анода и рабочим пучком составлял 6°. Рентгеновская трубка охлаждалась водой. Рабочее напряжение на аноде трубки составля-

ло 25 кВ, анодный ток – 14 мА. Энергия фотонов характеристического излучения меди составляла 8 кэВ.

Для изготовления камеры-обскуры использовалась свинцовая пластина с отверстием диаметром 100 мкм. Для изготовления отверстия использовалось специальное устройство. На микроскопе МИР-12 был проведен замер диаметра отверстия, которое представлено на рис. 2.



Рис. 2. Изображение отверстия диаметром 100 мкм через микроскоп МИР - 12

В качестве рентгеновской камеры для регистрации изображения объекта использовалась ПЗС камера фирмы Photonic Science (модель FDI VHR). Камера содержит ПЗС-матрицу, к которой присоединена волоконно-оптическая шайба с нанесенным сцинтиллятором. Размер рабочей области рентгеновской камеры составляет 18 x 12 мм, число пикселей равно 4008 x 2670. Толщина сцинтиллятора оптимизирована для фотонов с энергией в диапазоне от 5 до 35 кэВ.

После изготовления и сборки компонентов установки, был произведен ряд экспериментов, результаты которых представлены ниже.

Измерения параметров фокусного пятна проводились при измене-

нии трех параметров:

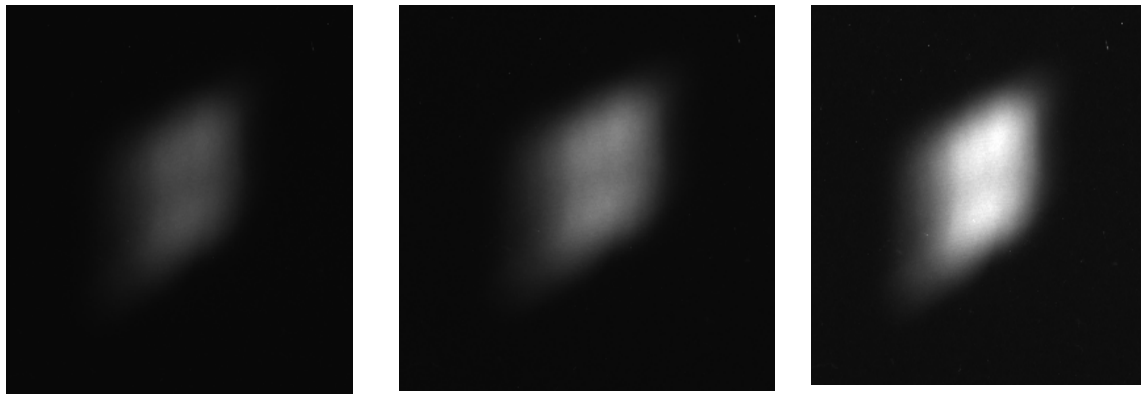
- расстояние от источника до камеры-обскуры –  $A$ , мм
- расстояние от камеры-обскуры до экрана –  $B$ , мм
- экспозиция –  $t$ , с

На выходе были получены изображения, которые обрабатывались в программе Image Pro Express. После обработки, получены следующие изображения, для следующих комбинаций параметров, которые представлены на рис. 3:

- а)  $A = 75\text{мм}$ ,  $B = 300\text{мм}$ ,  $t = 3\text{с}$ ;
- б)  $A = 75\text{мм}$ ,  $B = 300\text{мм}$ ,  $t = 5\text{с}$ ;
- в)  $A = 75\text{мм}$ ,  $B = 300\text{мм}$ ,  $t = 10\text{с}$ ;

Далее был проведен расчет экспериментального размера источника на основании полученных данных.

Для того чтобы получить размер пятна, использовалась функция Measure distance, которая попиксельно вычисляет размеры изображения.



а) б) в)

Рис. 3. Изображение пятна при экспозиции: а)  $t = 3c$ , б)  $t = 5c$ , в)  $t = 10c$

Результаты работы функции представлены ниже. Полученные размеры пятна в пикселях составили:  $a = 170$ ,  $b = 114$ .

Число пикселей в ПЗС камере Photonic Science равно  $4008 \times 2670$ , а размер рабочей области составляет  $18 \times 12$  мм. С помощью простых вычислений можно получить  $1 \text{ pix} = 4.5 \text{ мкм}$ .

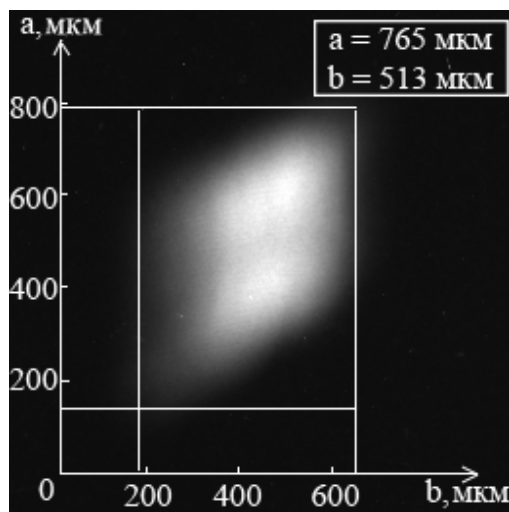


Рис. 4. Размеры пятна:  
а (мкм) x b (мкм)

Результаты перерасчета размера пятна в мкм представлены ниже в виде  $a \times b$  и составили  $765 \times 513$  мкм (рис. 4)

Для сравнения экспериментально полученного размера пятна с теоретическим значением нужно вычислить:

- средний размер пятна  $a$ , мкм;
- размер пятна (ширина или высота) на источнике по формуле (1)

$$\frac{A}{B} = \frac{x}{a}, \quad (1)$$

где  $A = 75 \text{ мм}$ ,  $B = 300 \text{ мм}$ ,  $a = 655 \text{ мкм}$ ,  $x$  – размер пятна на источнике.

В результате расчетов значение размера пятна на источнике составило  $171 \text{ мкм}$ . Заявленный изготовителем размер пятна указанный в паспорте рентгеновской трубки (ширина или высота) равен  $210 \text{ мкм}$ , что достаточно хорошо согласуется с полученным значением.

### Литература

1. Иванов С.А. Рентгеновские трубки технического назначения. Л.: Энергоатомиздат, 1989.

2. Дудчик Ю. И. Рентгеновский микроскоп на основе короткофокусной многоэлементной преломляющей линзы // Вест. Белорус. гос. ун-та. Сер. 1, Физика. Математика. Информатика. 2009. №2. С. 38–43.
3. Дудчик Ю. И., Хуанг Ч., Му Б., Ванг Т., Пан Г. Рентгеновская микроскопия с использованием синхротронного излучения и элементов преломляющей рентгеновской оптики // Вест. Белорус. гос. ун-та. Сер.1, Физика. Математика. Информатика.-2010. №2. С. 24–28.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ VBA В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

**Д. Ф. Карим**

Visual Basic for Applications (VBA) является базовым языком в приложениях Microsoft Office (Word, Excel, Access, PowerPoint, и др.). С помощью Visual Basic for Applications (VBA) можно создавать макросы, позволяющие автоматизировать рутинную, повторяющуюся работу с документами, электронными таблицами, презентациями и т.д., а также разрабатывать сложные приложения обработки баз данных с использованием диалоговых окон. С помощью VBA можно создавать пользовательские меню, диалоговые окна и панели инструментов, радикально изменяющие интерфейс используемых приложений в целях комфортной работы пользователя.

Язык программирования VBA ориентирован на пользователей с базовым уровнем подготовки, а не на профессиональных программистов и является доступным для освоения и практического применения приложением. Вышеперечисленные достоинства стали основой широкого распространения и популярности VBA не только для приложений Microsoft Office, но и для векторных графических пакетов, таких как популярный у дизайнеров CorelDRAW и система автоматизированного проектирования AutoCAD [1].

Редактор векторной графики CorelDRAW позволяет обрабатывать растровые и векторные изображения, включая разнообразные варианты трансформации плоской и объемной графики. Возможности популярного продукта обеспечивают пользователя набором опций, необходимым для создания эффектных графических макетов для полиграфии, логотипов. Кроме того, данный программный продукт предоставляет мощный инструментарий для использования в работе над интернет-проектами.

Можно выделить дополнительно преимущества использования VBA [2] в качестве средства автоматизации графических работ в среде AutoCAD, как то:

- VBA, в отличие от встроенного языка программирования AutoLISP, требующего знаний и навыка программирования, имеет интуитивно понятный интерфейс;