

## **СКАНИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В ОБРАТНОРАССЕЯННОМ РЕНТГЕНОВСКОМ ИЗЛУЧЕНИИ**

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета.  
Минск, Республика Беларусь. dudchik@bsu.by

Показана возможность получения изображения объектов из различных материалов в обратно рассеянном излучении при их сканировании рентгеновским пучком, приведено описание макета рентгеновского сканера.

Рентгеновские лучи широко используются в неразрушающем контроле для просвечивания изделий и материалов, в области безопасности - для поиска и идентификации скрытых объектов. Комплекс аппаратуры для просвечивания изделия и (или) материала содержит источник рентгеновских лучей и цифровую камеру или фотопленку. Объект располагается между источником и камерой, изображение получается за счет того, что различные участки объекта по-разному поглощают рентгеновские лучи. Такое изображение называется теневым. В ряде случаев получить теневое изображение затруднительно из-за невозможности поместить камеру или фотопленку в требуемом месте за объектом. Как пример из области безопасности можно привести случай досмотра предмета, стоящего вплотную к стене, или обследование стен с целью поиска устройств съема информации в помещениях. Поэтому, как дополнение к известному методу получения теневого изображения объектов, в последние годы разрабатывается методика получения изображения объектов с использованием обратнорассеянных рентгеновских лучей. Для получения изображения объекта в обратнорассеянных лучах объект сканируют узконаправленным рентгеновским пучком, а рассеянное излучение регистрируется детектором, который располагается со стороны источника излучения. Преимуществом такой методики получения информации об объекте является односторонний доступ к объекту, поэтому разработка рентгеновского сканера, работающего на основе обратнорассеянного излучения, является актуальной проблемой.

Нами разработан рентгеновский сканер на основе обратно рассеянного рентгеновского излучения. Сканер содержит рентгеновскую трубку, механическое сканирующее устройство для формирования рентгеновского пучка и детектор для измерения интенсивности обратно рассеянных рентгеновских лучей. Сканирующее устройство содержит коллиматор рентгеновских лучей, который перемещается по двум координатам, и таким образом формирует рентгеновский пучок в заданном месте на объекте. В устройстве использованы шаговые двигатели типа ДШИ 200. Применение шаговых двигателей позволило осуществлять позиционирование узконаправленного рентгеновского пучка на исследуемый объект и осуществлять сканирование без применения датчиков обратной связи. Точность позиционирования рентгеновского пучка на исследуемом объекте при его удалении от источника излучения на расстояние 500 мм составляет 1-3 мм. Разработанное программное обеспечение позволяет устанавливать частоту перемещения рентгеновского пучка по исследуемому объекту от 10 до 1500 точек в секунду. Так же программным способом возможно при каждом перемещении пучка устанавливать время счета импульсов от детектора обратно рассеянного рентгеновского излучения в диапазоне от 500 до 50000 микросекунд.

В качестве источника рентгеновского излучения могут использоваться стационарные рентгеновские аппараты типа ДРОН-2, переносные типа РЕИС-25 и другие. Интенсивность обратно рассеянного рентгеновского излучения измерялась счетно-вычислительным устройством, состоящим из сцинтилляционного детектора на основе монокристалла NaI(Tl) и фотоэлектронного умножителя [1,2]. Управление сканером и обработка информации может осуществляться двумя способами: on-line (подчиняясь командам компьютера) так и off-line (при помощи микроконтроллера). Программное обеспечение разрабатывалось на базе Си/C++.

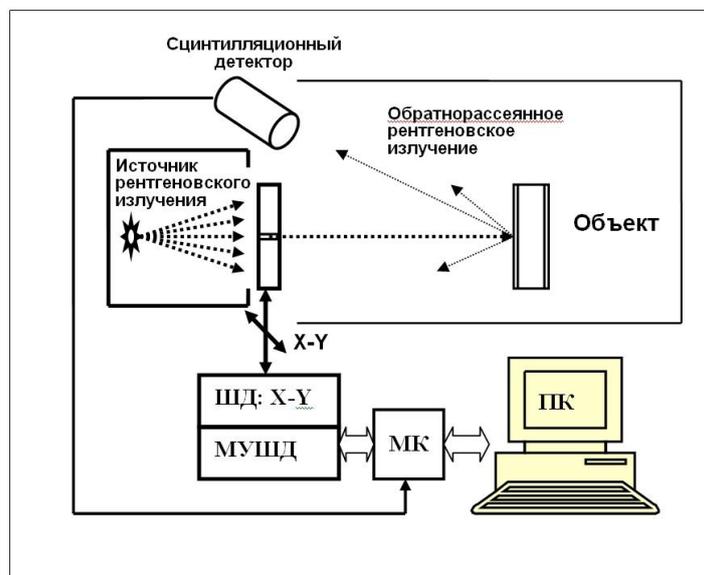
Для проведения исследований с обратно рассеянным рентгеновским излучением собран макет стенда, фотография которого показанна на рисунке 1, структурная схема стенда показана на рисунке 2.



1 – рентгеновская трубка, 2 – сканирующее устройство, 3 – сцинтилляционный детектор,  
4- объект, 5 - рентгеновская ПЗС-камера  
Рисунок 1 – Фотография стенда

В качестве образцов для получения изображения использовались:

- решетка из пластмассы толщиной 1,5 мм, ширина прорезей - 3 мм, расстояние между прорезями 3 мм, фотография решетки показана на рисунке 3.
- решетка из металлических стержней, диаметр стержней 2,5 мм, расстояние между стержнями 3 мм, фотография решетки показана на рисунке 4.



ЩД:Х-У – шаговые двигатели, МУЩД – модули управления шаговыми двигателями, МК – микроконтроллер, ПК – персональный компьютер  
Рисунок 2 – Структурная схема стенда

На рисунках 5 и 6 показаны изображения объектов из пластмассы и металлических стержней в обратно рассеянном излучении решеток при их сканировании рентгеновским пучком.

Сканирование исследуемых объектов рентгеновским лучем проводилось в режиме on-line. В качестве источника рентгеновского излучения использовался рентгеновский аппарат РЕЙС 25 с напряжением на трубке 24 кВ и током 95 мкА. Диаметр коллиматора составлял 1 мм. Образцы размещались на расстоянии 160 мм от источника рентгеновского излучения. Поле сканирования составляло 100x130 точек. Отраженный сигнал усиливался фотоэлектронным умножителем, количество отраженных импульсов подсчитывалось счетчиком импульсов на микроконтроллере AtMega2560. Изображение объекта формировалось по заданному алгоритму и выводилось на экран монитора компьютера.

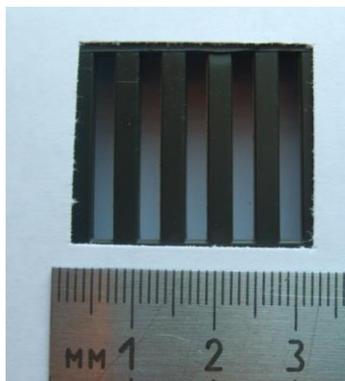


Рисунок 3 – Фотография решетки из пластмассы



Рисунок 4 – Фотография решетки из металлических стержней

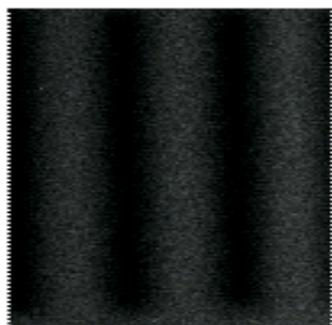


Рисунок 5 – Изображение решетки из пластмассы в обратно рассеянном рентгеновском излучении

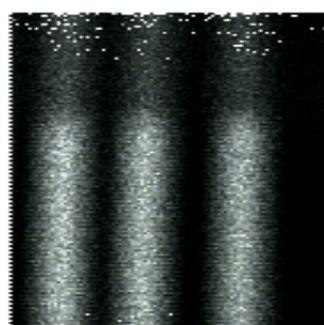


Рисунок 6 – Изображение металлических стержней в обратно рассеянном рентгеновском излучении

Проведенные исследования показали перспективность использования сканирующих систем для получения изображения объектов в обратно рассеянных рентгеновских лучах.

Работа поддержана Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований, проект Ф16Р-070.

#### Список литературы

1. В.А.Забродский. Применение обратно-рассеянного рентгеновского излучения в промышленности. – М.: Энергоатомиздат, 1989. - 120 с.
2. Физика визуализации изображений в медицине: Т. 1: Пер. с англ. /Под ред. С. Уэбба. – Мир, 1991.