

4. Н.И. Ягушкин, А.И. Сергеев, Э.А. Гостищев. Исследование радиационно-электрических процессов в диэлектриках при облучении электронами с энергиями до 100 кэВ // Модель космоса. Т.2.: Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов / под ред. Л.С. Новикова. – 2007. – 1144 с.
5. Проект стандарта Европейской ассоциации по космической стандартизации» European Cooperation for Space Standardization ECSS-E-20-06 (последняя версия Draft 2 от 17 января 2006).
6. S. Lai, M. Tautz, and K. Tobiska. Effects of Solar UV on Spacecraft Charging in Sunlight // 44<sup>th</sup> AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, Nevada, Jan. 9–12, 2006.
7. Fujii, A.; Onodera, Noriyoshi; Murakami et al. Charging Analysis of Engineering Test Satellite VIII (ETS-VIII) of Japan // Spacecraft Charging Technology, Proceedings of the Seventh International Conference. Edited by R.A. Harris, European Space Agency, ESA SP-476, 2001., p.183.
8. Л.С. Новиков, В.Н. Милеев, К.К. Крупников, А.А. Маклецов. Электризация КА в магнитосферной плазме // Модель космоса. Т.2.: Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов / под ред. Л.С. Новикова. – 2007. – 1144 с.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ И УСЛОВИЙ ПРОСВЕЧИВАНИЯ

*А.И. Буллер, В.К. Кулешов*  
Россия, 634028, г.Томск, ул. Савиных 7  
«НИИ ИН» Лаборатория № 10  
тел. 89069570963

*В данной работе были проведены исследования по теме:  
«Оптимизация параметров люминесцентных преобразователей и условий  
просвечивания». Поставлены эксперименты, на основании которых проводились  
заключения по оптимальности параметров люминесцентных экранов. Проводи-  
лась оценка контраста вследствие использования растровой решетки.*

В настоящее время эта задача является более чем актуальной вследствие широкого применения методов неразрушающего контроля в области мягкого рентгеновского излучения. В частности для изделий малых толщин и плотности, для диагностики в медицине и т. д.

Оптимизация параметров просвечивания необходима для извлечения максимального количества информации из теневого рентгеновского изображения, увеличения контраста, четкости и яркости изображения с целью повышения качества контроля исследуемого объекта, а также максимально облегчения обработки данных различными цифровыми системами.

Поставленная задача достигалась подбором нагрузки люминофоров обеспечивающих оптимальные параметры яркости и разрешающей способности для выбранного диапазона рентгеновского излучения. А также определением уменьшения влияния рассеянного излучения на изображение вследствие использования отсевающего раstra.

При выборе типа экрана преобразователя из следующих экранов (CsI(Tl), МФЭ (Метало-флуоресцентный экран), ZnCdS(Ag), LaOS<sub>3</sub>(Tb)) был выбран CsI(Tl), который удовлетворяет следующим требованиям:

- 1) Совпадением области чувствительности со спектральным выходом ПЗС матрицы.  
 $\lambda_{\text{макс}} = 540 \text{ нм.}$

- 2) Прозрачность к собственному излучению.
- 3) Большим атомным номером  $Z = 54$ .
- 4) Большой плотностью  $\rho = 4,51 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ .
- 5) Высокой конверсионной эффективностью  $\eta = 15\text{--}20 \%$ .

В работе был проведен ряд экспериментов с CsI(Tl) люминесцентными экранами различной нагрузки.

Измерение разрешающей способности CsI(Tl).

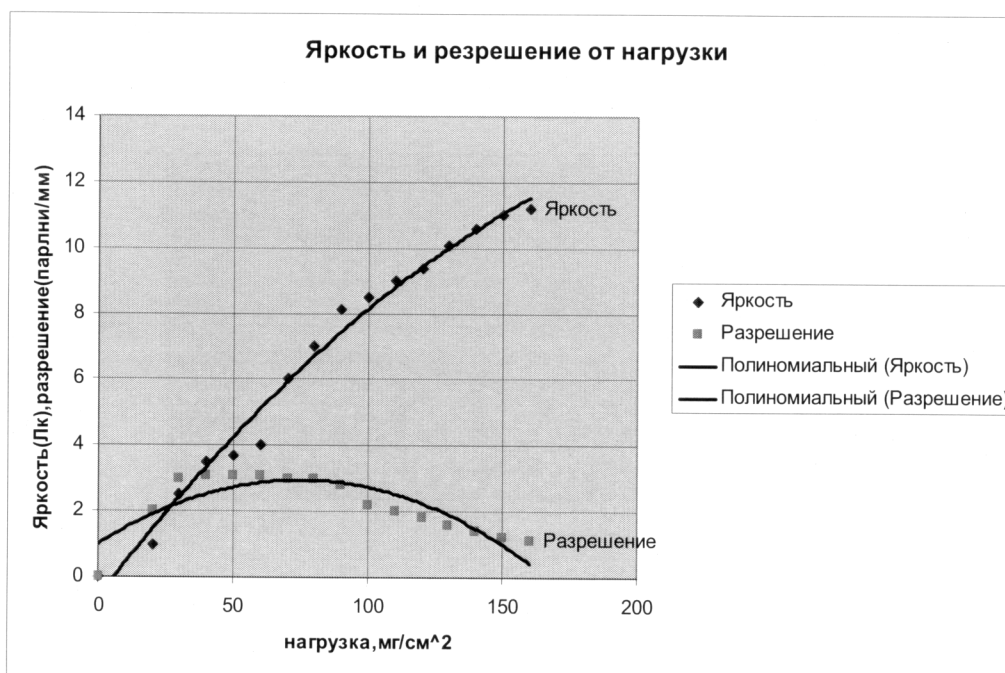
Исследования проводились на рентгеновском аппарате РУП-150/300. Люминесцентный экран, на котором также размещалась МИРА с нанесенными на нее параллельными рентген не прозрачными линиями, помещался на расстоянии 100 см от источника излучения. За люминесцентным экраном помещалась ПЗС камера, защищенная от прямого излучения свинцовым стеклом. Изображение с камеры подавалось на ПК, где с помощью специализированного программного продукта обрабатывалось и анализировалось.

Условия проведения эксперимента по определению яркости аналогичные измерению разрешающей способности за исключением отсутствия МИРЫ и вместо ПЗС камеры устанавливался гальванометр.

Исходя из данных, полученных в результате проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы:

- 1) Наибольшей разрешающей способностью обладают экраны на основе CsI(Tl) с нагрузкой от 30 до 90 мг/см<sup>2</sup>. При дальнейшем увеличении нагрузки и неизменными параметрами просвечивания происходит снижение разрешающей способности вследствие увеличения доли рассеяния света в слое люминофора.
- 2) Увеличение нагрузки люминофора увеличивает его яркость вследствие увеличения поглощения рентгеновских лучей, но это в свою очередь приводит к уменьшению разрешающей способности и снижению чувствительности к мелким деталям изображения.
- 3) Для данных условий просвечивания экран с наиболее оптимальными параметрами разрешающей способности и яркости является CsI(Tl) нагрузкой – 96,34 мг/см<sup>2</sup>, разрешающей способностью – 2,8 пар линий/мм. Яркостью – 8,2 отн.ед.

*Зависимость яркости и разрешения от нагрузки экрана*



В рамках работы были проведены исследования по определению изменения контраста вследствие, уменьшения рассеянного излучения на изображение с использованием отсеивающего растра.

Отсеивающие растры помещаются перед приемником рентгеновского излучения для уменьшения доли рассеянного излучения, возникающего в исследуемом объекте, а также в элементах конструкций рентгеновских аппаратов, расположенных между фокусом рентгеновской трубки и приемником излучения.

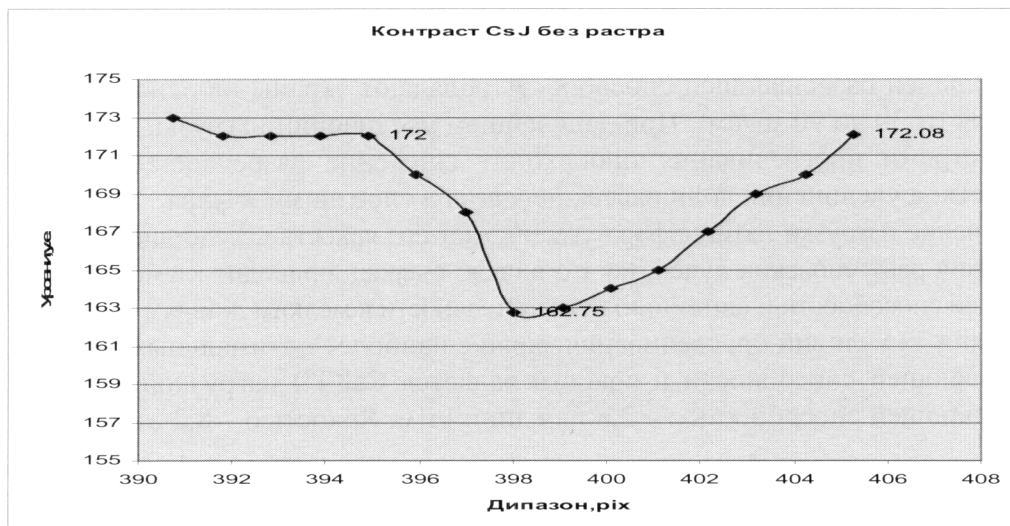
Для определения изменения контраста необходимо вычислить разницу между уровнем яркости фона и яркости тестового объекта. Для проведения сравнения мы получили теневые картинки с использованием экрана CsI(Tl), одна из которых выполнена с использованием растровой решетки, а вторая без растра.

Коэффициент улучшения контраста, обусловленный наличием растра

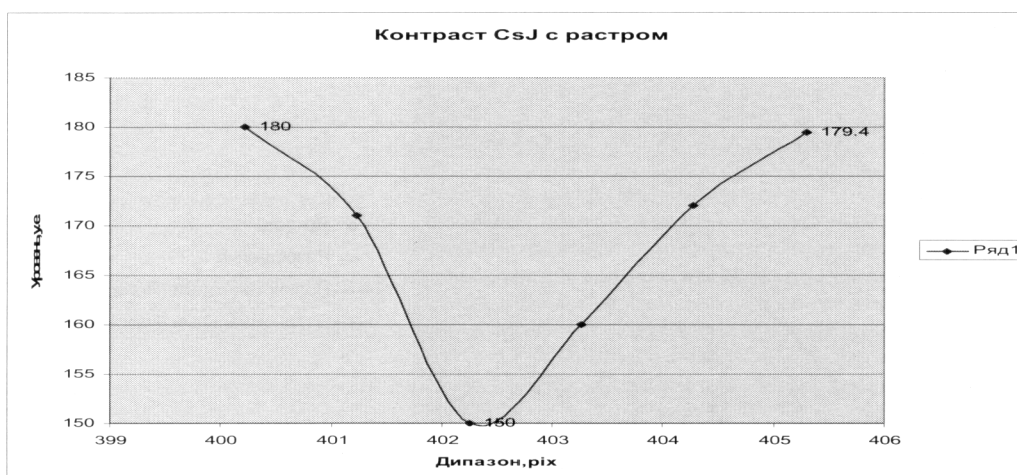
$$K = K_p / K_0.$$

Теневые изображения обработаны специализированным программным продуктом «ДИАДА».

*Изменение контраста CsI(Tl) без использования растровой решетки.*



*Изменение контраста CsI(Tl) с использованием растровой решетки.*



Разность уровней яркости экрана CsI(Tl):

$$K(\text{CsI}) = V_{\text{фон}} - V_{\text{катетер}}$$

$$K(\text{CsI}) = 172 - 162,5 = 9,5 \text{ отн.ед}$$

$$K(\text{CsI+rastr}) = 180 - 150 = 30 \text{ отн.ед}$$

$M = K(\text{CsI+rastr}) / K(\text{CsI}) = 30 / 9,5 = 3,16$ , где  $M$  – показатель увеличения контраста изображения.

Использование растровой решетки в случае CsI(Tl) люминесцентного экрана позволило в 3,16 раз увеличить контраст изображения.

### **Заключение**

В заключение отметим, что, как вытекает из всего рассмотренного материала, между характеристиками экранов, определяющими качество изображения, и характеристиками эффективности существует довольно сложная связь, в значительной мере зависящая от условий применения экранов. Это обстоятельство должно постоянно учитываться при решении практических задач.

### **Список литературы**

1. В.А. Бакушев, Н.В. Ветчинкин, Л.В. Владимиров, Б.М. Кантер, В.В. Клюев, А.Н. Кронгауз, Б.И. Леонов, Ю.П. Телегин, А.З. Шварцман. Рентгенотехника: справочник. В 2-х кн / под. ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1980. – Кн. 1. 1980. – 431 с.: ил.
2. Гурвич А.М. Рентгенлюминофоры и рентгеновские экраны. – М.: Атомиздат, 1976. – 151 с.
3. Н.Н. Блинов, Ф.Г. Горелик, Э.Б. Козловский, Б.И. Леонов. Перспективы развития цифровых систем регистрации рентгеновских изображений с использованием люминесцентных экранов. Всесоюзный научно-исследовательский институт Минздрава СССР. – М., 1989. – 24 с.
4. Техника систем индикации / А.Н. Шеманина, Н.И. Иванова. – М.: МИР, 1970. – 302–310 с.
5. Байза К., Хентер Л., Холбек Ш. Рентгенотехника. – Будапешт: Изд-во Академии Наук Венгрии, 1973. – 325 с.

УДК 681.31

## **СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВИДИМОЕ**

*В.Ю. Алхимов, Ю.В. Алхимов, В.К. Кулешов  
Томский политехнический университет  
E-mail: alkhimov@tpu.ru*

*Приведены результаты исследования применения газоразрядных преобразователей рентгеновского излучения в видимое и рентгеновских установок контроля на их основе.*

В настоящее время развитию средств неразрушающего контроля во всем мире уделяется значительное внимание. Основное условие, которому должны удовлетворять такие средства, – не оказывать вредного влияния на здоровье человека и контролируемые объекты. Рентгеновский метод, дающий теневую картину объекта контроля, обладает во многих случаях значительным преимуществом, но, чтобы использовать этот метод, необходимо максимально уменьшить вредное воздействие рентгеновского излу-