

ЦИФРОВОЙ ИНТРОСКОП ПОВЫШЕННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ КАНАЛЬНЫХ ФОТОУМНОЖИТЕЛЕЙ

А.Б. Дорин, В.Ф. Ельцин, М.Г.Ермак, А.В. Тимофеев
ООО Предприятие «Грин Стар Технолоджиз»

И.В. Романов, М.В. Сафонов, И.О. Касаткин
Войсковая часть 68240

Наиболее универсальный и информативный из методов интроскопии является радиационный метод. Контроль качества продукции, анализ функционирования узлов и механизмов, контроль багажа, почтовых отправок, грузовых контейнеров и транспортных средств, продуктов питания и сырья, судебно-медицинская экспертиза, регистрация быстропротекающих процессов и физических явлений в оптически непрозрачных средах — вот, далеко неполный перечень сфер применения средств радиационной интроскопии. Необходимость решения все усложняющихся задач, появление новых преобразователей и возможности цифровой обработки сигнала и изображения, привели к значительному прогрессу - созданы радиационные интроскопы на основе “бегущего” и “верного” луча с преобразованием излучения протяжёнными многоэлементными детекторами. В рентгеновских и гамма-интроскопах современные технологии сканирования и обработки изображений объединяются с новейшими компьютерными технологиями для исследования объектов даже за толстой стальной обшивкой.

В работе приведены результаты сканирования объектов цифровым радиационным интроскопом (ЦРИ) на основе многоэлементного детектора и канальных фотоумножителей при регистрации рентгеновского и гамма-излучения в диапазоне от 50 кэВ до 3000 кэВ с дальнейшим преобразованием в блоке управления и обработки информации в высококонтрастное изображение.

Многоэлементный детектор состоит из 256 независимых комбинированных детекторов на основе кристаллов из алюмоиттриевого перовскита $YAlO_3(Sc)$ (далее YAP-кристаллов) и 8 позиционно-чувствительных 32-х канальных ФЭУ. YAP-кристалл имеет постоянную времени высвечивания 27 нс, что позволяет получить сигнал с временем нарастания 20-30 нс и временем спада ~ 150 нс и соответственно **значительно увеличить быстродействие системы** относительно используемых кристаллов CsJ(Tl). Особенностью линейного ФЭУ Н 7260 фирмы Hamamatsu является работа на 32 канала, высокая чувствительность и малый темновой ток.

Сигналы многоканального детектирующего модуля поступают на резистивную матрицу блока управления и обработки информации, в котором они суммируются, поразрядно взвешиваются и преобразуются в два потока А и В. Далее сигналы усиливаются, фильтруются и поступают на входы аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Далее данные с АЦП поступают на модуль цифровой обработки, реализованный на программируемой логической интегральной схеме. В основу метода определения активированного канала ФЭУ (метода аналоговой обработки) положен способ анализа токового распределения в матрице. Ток, возникающий в матрице, разделяется между её плечами А и В пропорционально месту регистрации кванта. Позиция зарегистрированного кванта определяется как отношение $E_A/(E_A+E_B)$, где E_A , E_B – энергии импульсов в каналах А и В соответственно. Для повышения точности вычисления в тракте производится восстановление базовой линии. Далее в запоминающем устройстве накапливается количество событий по всем каналам ФЭУ

за время экспозиции. Регистрация по всем каналам ФЭУ за время экспозиции может происходить как в режиме счета единичного события, так и в режиме счета амплитуды от отдельных гамма-квантов. По истечении времени экспозиции, накопленные данные через логическую схему считываются микропроцессором активной кросс панели и передаются в ЭВМ.

Детальная чувствительность характеризует размер наименьших объектов, различимых на изображении и определяется размером пятна контрастного рентгеновского изображения. Детальная чувствительность ЦРИ с многоканальным детектирующим модулем из YAP-кристаллов, определенная по проволочным эталонам №14, №13 и №12, составляет менее 0.4 мм (см. рис.1).

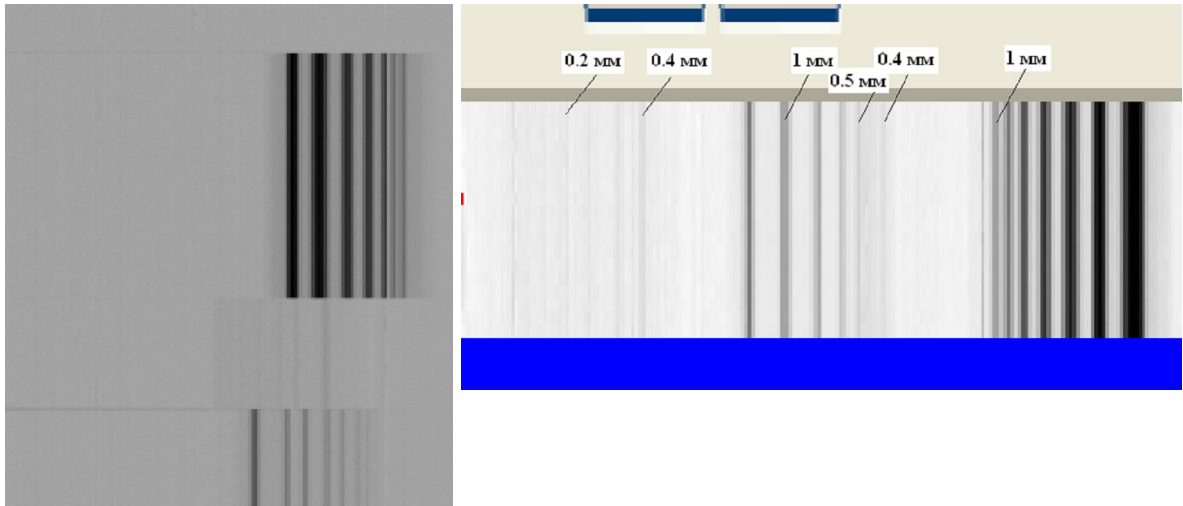


Рис. 1

Контрастная чувствительность определяется как отношение размера наименьшего объекта, различимого на изображении к толщине просвечиваемого металла, на котором проводится измерение.

Контрастная чувствительность ЦРИ при определении стальных объектов 1 мм, 2 мм и 8 мм за изделием из стали толщиной 92 мм оценивается в 1.1% (рис.2).

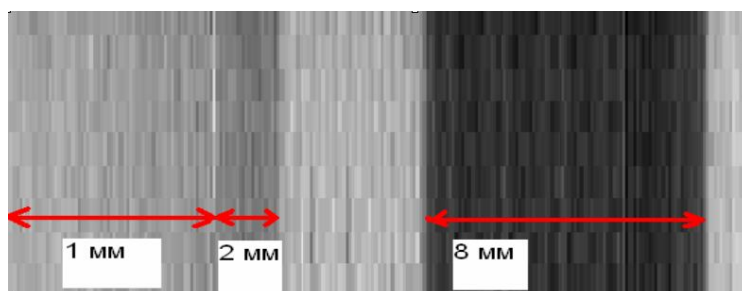


Рис. 2

Контрастная чувствительность ЦРИ при определении стальных объектов 4 мм, 8 мм и 12 мм за изделием из стали толщиной 150 мм равна 2.7% (рис.3).

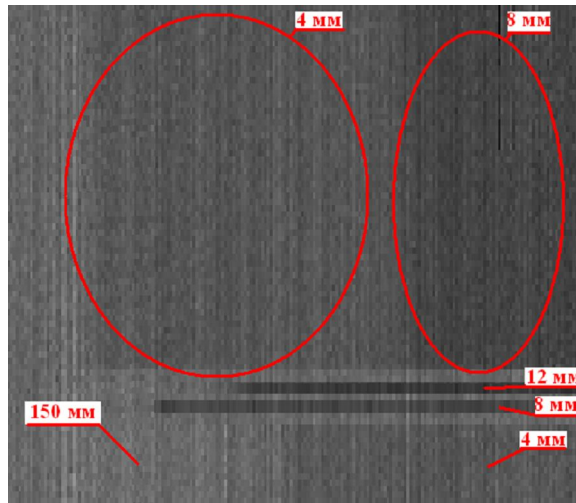


Рис. 3

Зависимость регистрируемой скорости счета («пропускная» характеристика) ЦРИ при увеличении входной загрузки излучения представлена на рис.4. Пропускная способность ЦРИ достигает значения порядка $2.5 \cdot 10^6$ имп/с.

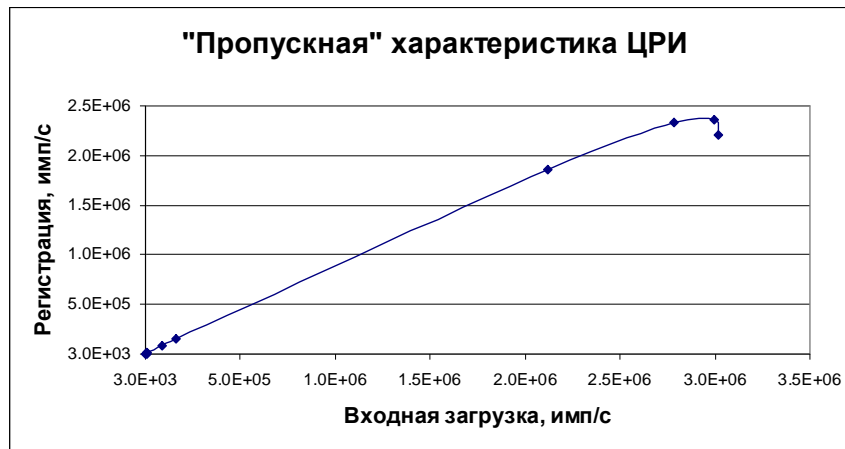


Рис. 4

На рис. 5 приведено несколько результатов сканирования различных объектов, находящихся за стальными экранами различной толщины.

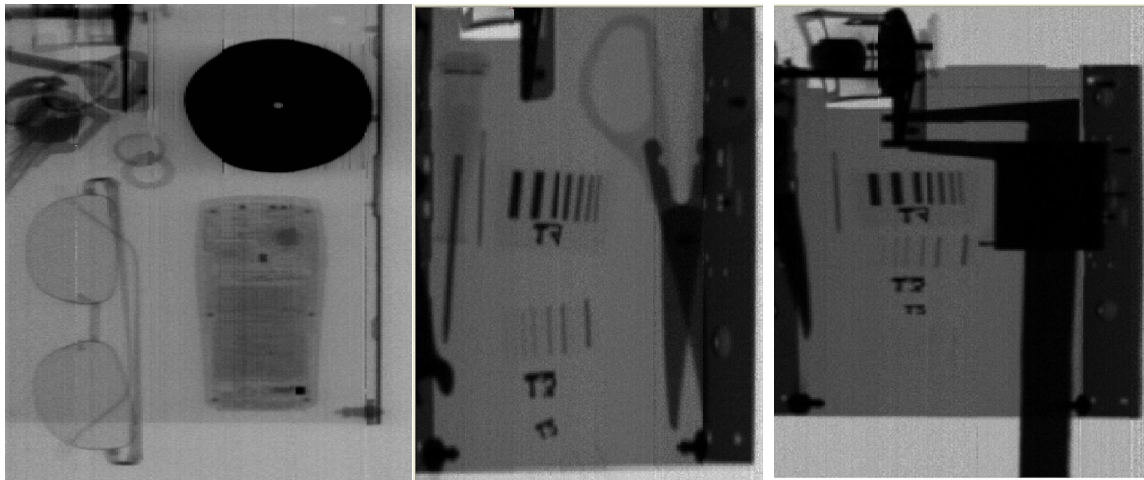


Рис. 5

В результате проведения экспериментальных исследований с ЦРИ, можно сделать вывод, что ЦРИ с многоэлементным модулем из YAP-кристаллов превосходит применяемые цифровые интроскопы с кристаллами из CsJ(Tl) по контролируемой толщине (до 150 мм относительно 100 мм стали), контрастной чувствительности (1.1 % относительно 1.25%), пропускной способности (до $2.5 \cdot 10^6$ имп/с при постоянной времени 27 нс относительно 1000 нс CsJ(Tl)), что позволит при его применении значительно увеличить быстродействие систем сканирования при регистрации излучения в диапазоне энергий от 50 кэВ до 3000 кэВ для контроля изделий эквивалентных стали толщиной до 150 мм.