

УДК 615-471:616.07

И.А.Марциновский (6 курс, каф. ФЭ), Д.В.Григорьев, к.ф.-м.н., доц.

## РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ СВЕРТКИ И ОБРАТНОЙ ПРОЕКЦИИ В ЗАДАЧАХ РЕКОНСТРУКТИВНОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТОМОГРАФИИ

ABSTRACT: X-ray tomography is an interesting line of investigation today. In this work we produced and realized the reverse projection algorithm of reconstruction which overcontrasting and estimate its tolerance to input data noise. Reconstruction quality of algorithms was compared for different test objects. The method could be implemented in different applications of flaw detection because it makes possible to obtain clear information about eventual defect of investigated material.

Рентгеновская томография в настоящее время остается одним из наиболее популярных методов неразрушающей диагностики. Хотя в области медицины ЯМР-томография существенно потеснила рентгеновскую, последняя до сих пор остается незаменимой в технической дефектоскопии.

Среди множества алгоритмов реконструкции метод обратного проецирования с двойным дифференцированием наиболее приспособлен для выявления неоднородностей во внутренней структуре объектов, поскольку обеспечивает как усиление высших пространственных гармоник, (так называемое переэконтрастирование), так и чрезвычайно высокую скорость восстановления.

В ходе работы был изучен и реализован алгоритм восстановления изображения области методом свертки и обратного проецирования применительно к проблемам дефектоскопии. Здесь в первую очередь важно не качественное восстановление изображения исследуемой области, а выявление наличия дефектов и их контуров. Как правило, дефект связан с резким изменением плотности материала, а от нее, в свою очередь, зависит коэффициент ослабления излучения. Учитывая этот факт, удалось минимизировать время восстановления изображения, эффективно построив и реализовав вычислительную часть. Переэконтрастирование лучше всего выделяет те участки объема, где происходит резкое изменение коэффициента ослабления.

Если в реконструируемой области задана функция  $f(\theta, p)$ , и она удовлетворяет известным условиям интегрируемости [1], существует радоновский образ этой функции  $Rf(\theta, p)$ . В общем случае задача восстановления образа сводится к нахождению обратного преобразования Радона.

$$[R^{-1}](r, \phi) = -\frac{1}{2\pi^2} \int_0^\pi \int_{-E}^E \frac{1}{r \cos(\theta - \phi) - l} p_1(l, \theta) dl d\theta$$

Показано [2], что обратное преобразование Радона для функции сводится к следующей последовательности:

$$R^{-1} = -\frac{1}{2\pi} BHD,$$

т.е. берется частная производная по  $p$ , производится преобразование Гильберта, производится обратное проецирование, осуществляется нормировка.

Для нахождения и выделения дефектов имеет смысл заменить первый и второй шаг взятием второй производной по  $p$  функции  $Rf(\theta, p)$ . Для этого можно использовать численное дифференцирование, однако более точный результат будет получен в случае интерполяции исходных данных сплайном. В работе используется естественный

бикубический сплайн, причем сразу же находятся вторые производные интерполирующих функций в виде, удобном для проведения последующего обратного проецирования.

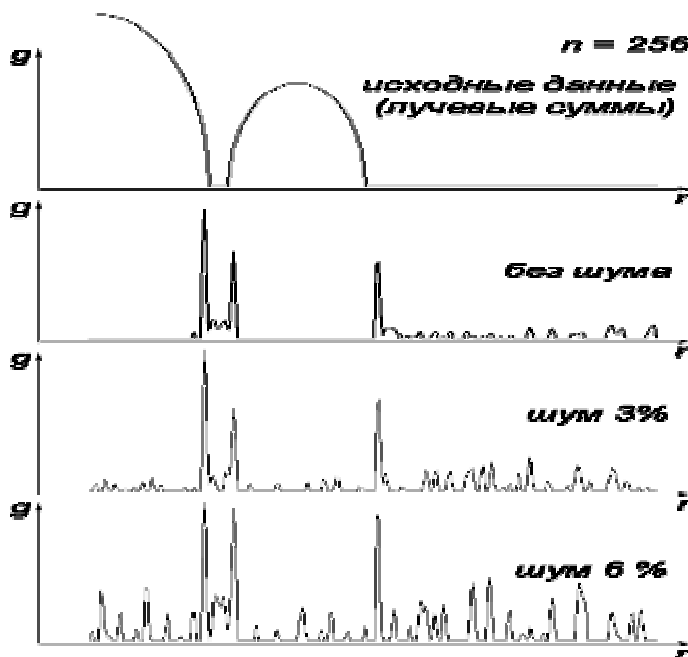


Рис. 1. Кривые реконструированной функции  $f(\theta, \rho)$  при разных значениях относительного шума для выбранного фиксированного угла  $\theta$ .

Была получена оценка устойчивости алгоритма (рис. 1) по отношению к зашумленности входных данных. Видно, что алгоритм достаточно устойчив к возмущениям на входе. На практике шум обусловлен особенностями технической реализации источника и детектора, квантовой природой рентгеновских фотонов, а также некоторыми другими особенностями конкретной реализации аппаратуры.

Результаты, полученные в данной работе, могут быть применены в технической неповреждающей дефектоскопии для выявления раковин, трещин и иных дефектов. В дальнейшем предполагается внедрить алгоритм на промышленной установке рентгеновской дефектоскопии.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ф. Наттерер, Математические аспекты компьютерной томографии, Мир, 1990.
2. Г. Хермен, Восстановление изображений по проекциям, Мир, 1983.