

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТОМОГРАФИЧЕСКОГО СКАНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ  
ДЕТЕКТОРАМИ МАЛОГО РАЗМЕРА**

А.Х. Оздиев

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Ю.Ю. Крючков  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050  
E-mail: [ozdiev@tpu.ru](mailto:ozdiev@tpu.ru)

**SOLUTION TO THE PROBLEM OF TOMOGRAPHIC SCANNING OF OBJECTS BY  
SMALL AREA X-RAY DETECTORS**

A.H. Ozdiev

Scientific Supervisor: Prof., Dr. Yu.Yu. Kryuchkov  
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050  
E-mail: [ozdiev@tpu.ru](mailto:ozdiev@tpu.ru)

***Abstract.** Standard X-Ray tomographic setups basically consist of 3 parts: radiation source, mechanics for mounting a sample and detector system. Each part of tomographic setup in one way or another contributes into the quality of reconstructed images. Detector system is responsible for data acquisition process. Development of detectors improves them in terms of resolution, acquisition speed, dark current etc. Such improvements increases costs for producing of detectors as well as their final price. Tomographic scanning of long objects requires using detectors of corresponding size. It makes tomographic setups expensive, because the price of detectors also increases with increasing of their size. Presented work proposes to solve this problem by shifting detector along the longest dimension of the sample and applying optimized filtered backprojection algorithm.*

**Введение.** Цифровые рентгеновские детекторы имеют следующие основные характеристики: размер активной области детектора, фактор оптической восприимчивости поверхности детектора, размер пикселя, предельное пространственное разрешение, размер матрицы изображения, динамический диапазон, вес и т.д. Очевидно, что с увеличением размера активной области детектора будет увеличиваться его цена. Необходимость проводить томографическое исследование объектов, например, вытянутых вдоль одного из своих измерений может требовать применения детекторов соответствующего размера. Это может привести к нехватке бюджета в условиях его ограниченности.



*Рис. 1. Примеры детекторов: Viewworks Vivix-S и Carestream DRX-1*

В данной ситуации становятся актуальными методы оптимизации технологии проведения томографического эксперимента, в частности геометрии сканирования и алгоритма реконструкции.

Наиболее простым решением задачи является последовательное смещение детектора вдоль самого длинного измерения объекта, при его полном покрытии пучком излучения, как показано на рисунке 2.

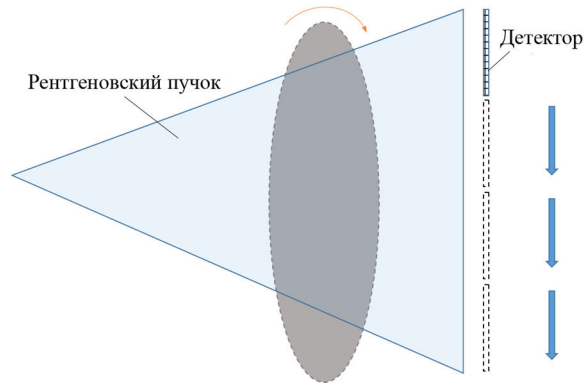


Рис. 2. Схематичное изображение геометрии сканирования при смещении детектора вдоль объекта исследования (вид сверху)

**Теоретическая часть.** Простейшим алгоритмом реконструкции изображений в компьютерной томографии является алгоритм обратного проецирования, в соответствии с которым оценка плотности  $u(x, y)$  вычисляется следующим образом. Проекция  $p(s, \theta)$  функции двух переменных  $u(x, y)$  для каждого значения угла  $\theta$  представляет собой одномерную функцию. Ее можно преобразовать в двумерную, зафиксировав угол  $\theta$  и растянув (выполнив обратное проецирование) по всей плоскости  $(x, y)$  в соответствии с выражением

$$p_{\theta}(x, y) = p(x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta, \theta) \quad (1)$$

Очевидно, сечение двумерной функции  $p_{\theta}(x, y)$  плоскостью, перпендикулярной плоскости  $(x, y)$  и проекция которой на плоскость  $(x, y)$  с осью  $x$  составляет угол  $\theta$ , равно  $p(x, \theta)$ . Далее складываем все обратные проекции  $p_{\theta}(x, y)$  для  $0 \leq \theta \leq \pi$ . В результате получим суммарное изображение, которое используется в качестве функции плотности  $u(x, y)$  [1].

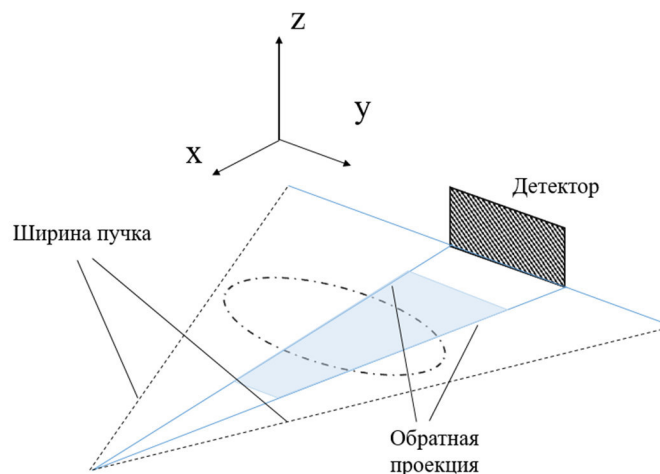


Рис. 3. Схема обратного проецирования при использовании оптимизированного алгоритма

Оптимизация алгоритма заключается в обратном проецировании проекционных данных, полученных на каждом этапе смещения детектора [2], вдоль их реальных траекторий в рассматриваемой области реконструкции, как показана на рисунке 3.

**Моделирование.** Для моделирования был сгенерирован тестовый образец в виде изображения вытянутого овального объекта с большим количеством легкоидентифицируемых форм внутри для проверки работоспособности алгоритма. Сбор всех обратных проекций, полученных на каждом этапе смещения детектора и их дальнейшее складывание между собой позволили получить реконструированное изображение сгенерированного фантома.

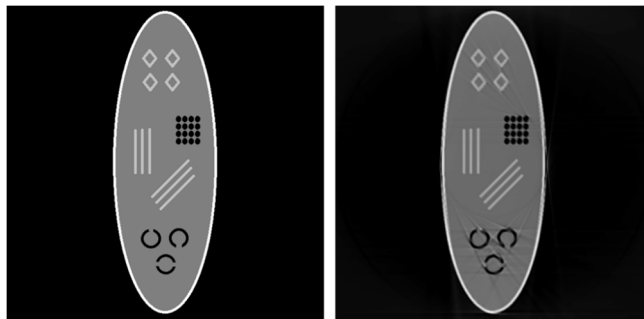


Рис. 4. Фантом слева и его реконструированное изображение справа

Представленный результат реконструкции не подвергался дополнительной фильтрации и обработке алгоритмами устранения артефактов, на что указывают полосовые артефакты, которые вызваны «склеиванием» частей объекта реконструированных отдельно. Реконструкции частей тестового объекта для трех этапов смещения детектора представлены на рисунке 5.

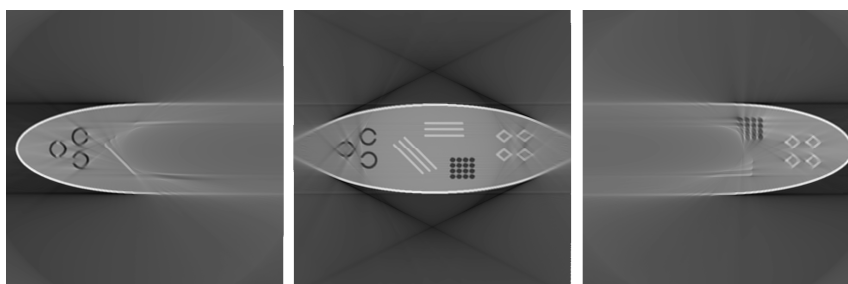


Рис. 5. Результаты реконструкции с трех этапов смещения детектора

**Выводы.** Результаты моделирования и реконструкции демонстрируют работоспособность предложенного подхода. Применение оптимизированного алгоритма обратного проецирования может позволить применять детекторы, размеры которых уступают размерам исследуемых объектов, что позволит значительно сократить расходы на покупку оборудования при проектировании установки для рентгеновской томографии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Государственного задания "Наука", в рамках научного проекта №11.6342.2017/БЧ

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. - 352 с.
2. Оздиев А.Х., Модифицированный алгоритм обратного проецирования для томографической реконструкции при сканировании образца с пошаговым сдвигом // Высокие технологии в современной науке и технике (ВТСНТ-2016) – Томск, 2016 – С. 433–434.