

УДК 620.179.15:004.421.2

**Е. А. Цыбульская**

Институт проблем регистрации информации НАН Украины  
ул. Н. Шпака, 2, 03113 Киев, Украина

## **Моделирование высокопроизводительного томографического алгоритма реконструкции промышленных объектов**

*Описаны алгоритм, задачи, функциональные блоки и основные принципы работы программы моделирования томографического алгоритма реконструкции промышленных объектов. Приведены результаты исследования производительности алгоритма при различных вариантах сканирования.*

**Ключевые слова:** *томографическая реконструкция, алгоритм, моделирующая система.*

Данная статья носит установочный характер и описывает алгоритм, задачи и основные принципы функционирования программы моделирования томографического алгоритма реконструкции промышленных объектов. В дальнейшем будет представлено более детальное описание моделирования каждого из этапов предложенного алгоритма томографической реконструкции.

Исследование внутренней структуры промышленных объектов предполагает, что алгоритм томографической реконструкции должен обеспечивать высокое пространственное разрешение, большой диапазон изменения плотности, возможность работать с объектами, размеры которых превышают размер регистрирующей системы, и вместе с этим небольшое время реконструкции.

Получить объемную томографическую модель объекта можно несколькими путями. Один из методов — получение объема с помощью серии двумерных томограмм, при котором исследуемый объект восстанавливается сечение за сечением [1]. Этот метод эффективен в вычислительном плане, но имеет невысокую разрешающую способность и довольно большое время сбора данных. Наиболее перспективными сейчас являются томографы с коническими пучками и цилиндрической матрицей детекторов [2, 3], так как они имеют ряд преимуществ:

- 1) позволяют лучше использовать телесный угол излучения рентгеновских источников;
- 2) приводят к заметному снижению времени сбора данных за счет одновременного сканирования выбранной зоны восстановления;

© Е. А. Цыбульская

3) обладают высокой разрешающей способностью.

В 2003–2005 гг. в Отделе специализированных средств моделирования были разработаны алгоритмы объемной реконструкции объектов в конических пучках для круговой орбиты сканирования, причем исследуемые объекты могут регистрироваться системой сбора данных как полностью, так и частично [4].

Основными составляющими этих алгоритмов были следующие шаги (рис. 1):

- получение конусных проекций;
- перепаковка данных конусных проекций в проекции параллельных веерных слоев;
- быстрая свертка;
- 2-D вычисление обратных проекций.

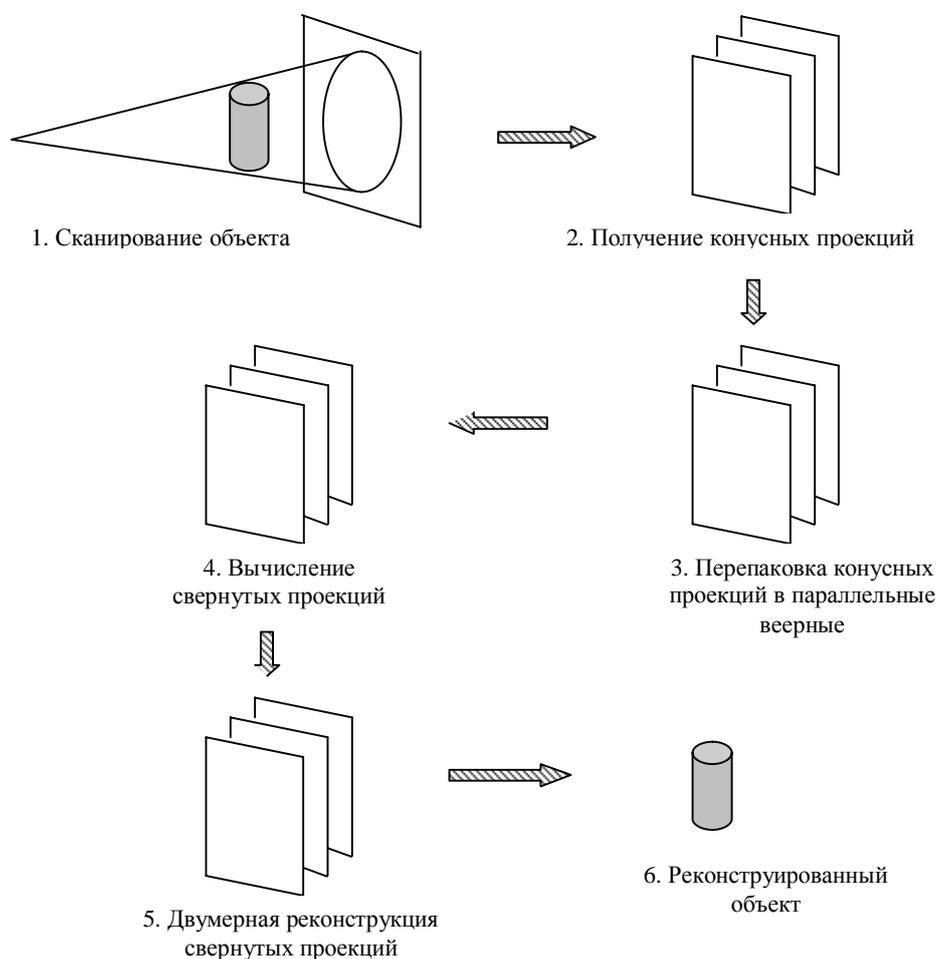


Рис. 1. Алгоритм реконструкции

Для исследования производительности и качества данных алгоритмов при различных вариантах сканирования был разработан программный комплекс,

представляющий собой многофункциональную диалоговую моделирующую систему (рис. 2).

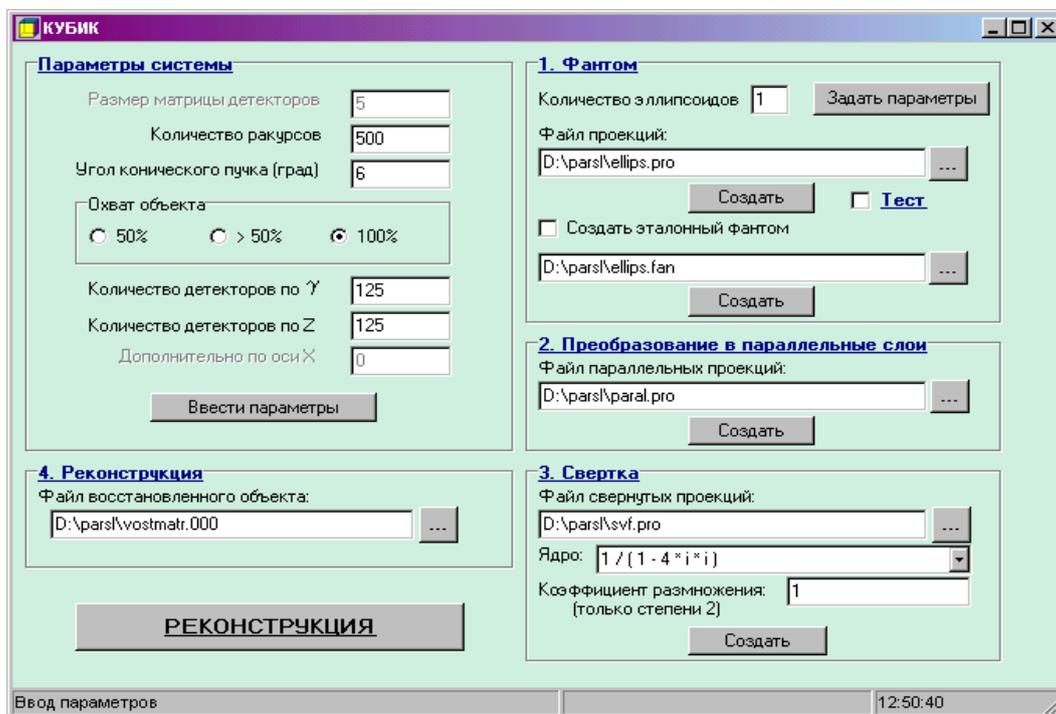


Рис. 2. Диалоговая система моделирования алгоритма реконструкции

Программный комплекс состоит из таких функциональных блоков.

1. Блок установки параметров виртуальной томографической системы.

Позволяет задавать следующие параметры: количество ракурсов (проекций), угол конического луча, размер зоны восстановления (количество детекторов по вертикали и горизонтали), охват объекта системой сбора данных (50 %, 100 %, > 50 %).

2. Блок описания исследуемого объекта.

Объект состоит из нескольких элементарных объектов (эллипсоидов), которые помещают в определенные места зоны реконструкции. Они имеют определенные ориентиры, размеры и плотность. Плотность элементарных объектов может быть отрицательной. Плотность изображения в определенной точке зоны реконструкции равна сумме плотностей всех элементарных объектов, которые накладываются на данную точку.

3. Блок вычисления конусных проекций.

Позволяет получить  $M$  (количество проекций) наборов данных  $P_{\gamma j}$ , где  $\gamma$  — угол отклонения от центрального луча в верном слое,  $j$  — номер верного слоя.

4. Блок перепаковки данных конусных проекций в проекции параллельных верных слоев.

В зависимости от параметров виртуальной томографической системы вычисляются общие коэффициенты для всех проекций и данные конусных проекций пе-

рассчитываются в данные проекций параллельных веерных слоев [5].

5. Блок вычисления свернутых проекций.

Для каждой проекции для данных параллельных слоев выполняется одномерная быстрая свертка с использованием быстрого преобразования Фурье [6].

6. Блок вычисления обратных проекций (получение восстановленного объекта).

Выполняется двумерная реконструкция данных свернутых проекций. Для уменьшения времени реконструкции вычисления проводятся для каждого угла  $\gamma$  одновременно по всем проекциям, что позволяет минимизировать количество тригонометрических операций.

Блоки системы функционально независимы друг от друга и сохраняют промежуточные данные в файлах определенного формата, что дает возможность контролировать выполнение отдельных шагов алгоритма реконструкции.

Испытания производительности алгоритма проводились на компьютере Intel P-IV 2,2 Гц. Полученные результаты сведены в таблицу.

№	Размер объекта	Охват объекта регистрирующей системой	Число ракурсов	Время реконструкции
1.	300×300×120	100 %	500	2 мин 03 сек
2.	300×300×120	50 %	500	1 мин 51 сек
3.	300×300×120	60 %	500	1 мин 53 сек

Полученные результаты показывают, что разработанный алгоритм реконструкции и его программная реализация могут быть использованы при создании реальной томографической системы.

Работа выполнена при участии научного руководителя, профессора М.В. Синькова и старшего научного сотрудника А.И. Закидальского.

1. Терновой К.С., Синьков М.В., Закидальский А.И., Яник А.Ф. и др. Введение в современную томографию. — К.: Наук. думка, 1983. — 345 с.

2. Caroline Jacobson. Fourier Methods in 3D-Reconstruction from Cone-Beam Data. — Dissertation № 427. — Linköping Studies in Science and Technology. — Sweden. — 1996

3. Henrik Turbell. Cone-Beam Reconstruction Using Filtered Backprojection. — Dissertation № 672. — Linköping Studies in Science and Technology. — Sweden. — 2001.

4. Синьков М.В., Закидальский А.И., Самбыкина Э.Е., Цыбульская Е.А. Разработка алгоритмов объемной реконструкции «больших» объектов // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2003. — Т. 5, № 4. — С. 43–50.

5. Закидальский А.И., Цыбульская Е.А. Преобразование конусного пучка в квазипараллельные слои веерного типа для повышения производительности реконструкции томографических изображений // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2004. — Т. 6, № 2. — С. 27–32.

6. Закидальский А.И., Цыбульская Е.А. Быстрая свертка на основе БПФ // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2005. — Т. 7, № 3. — С. 62–70.

Поступила в редакцию 01.12.2005