

его резонансная частота и амплитуда выходного сигнала. Следовательно, выполнив измерения незаполненного резонатора и резонатора с диэлектриком, можно получить информацию о влажности.

4. Методы измерения влажности в свободном пространстве (оптические методы):

Принцип данных методов заключается в измерении параметров прошедшей или отраженной волны, предварительно собранной в узкие пучки с помощью передающей и приемной антенн, после взаимодействия с материалом. Исследуемый материал размещается между передающей и приемной антеннами.

В ходе работы были рассмотрены понятия нефти и влагосодержания. Также было выяснено, чем вредит большое содержание воды в нефти и рассмотрены СВЧ методы измерения влагосодержания.

Список информационных источников

1. Берлинер М.А. Измерение влажности. — М.: Энергия, 1973. — 400 с.

2. Кричевский Е.С., Волченко А.Г. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов. — М.: Энергоамиздат, 1980. — 160 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ ОБРАТНОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ

Хайдукова В. М.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., профессор кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Желание заглянуть внутрь непрозрачного объекта, не разрушив его, существовало на протяжении многих веков развития человечества. Первым шагом в решении этой проблемы было открытие Рентгеном Х-лучей, которые впоследствии были названы рентгеновскими.

В основе формирования рентгеновских изображений лежит использование эффекта неодинаковой рентгеновской плотности веществ. Одни вещества пропускают лучи лучше, другие хуже. Пройдя через тело и попав на чувствительную пленку, лучи засвечивают участки пленки тем сильнее, чем меньше плотность вещества.

Возможность оценки взаимного расположения различных органов тела, их точной геометрической формы при таком методе исследования

существенно ограничена. Основной причиной является то, что мы получаем плоское (двумерное) теневое изображение объемного (трехмерного) объекта.

Внутренние органы тела на рентгеновском изображении наслаиваются друг на друга и важные особенности их пространственного расположения значительно искажаются или полностью утрачиваются. Задачи получения изображения каждого изолированного слоя объекта, не искаженного никакими «наложениями», и восстановления его внутренней структуры решает современная компьютерная томография.

Математические основы компьютерной томографии были заложены задолго до появления первых рентгеновских компьютерных томографов. Еще в 1917 г. математик Радон предложил метод решения обратной задачи интегральной геометрии, состоящий в восстановлении (реконструкции) многомерных функций по их интегральным характеристикам. Однако этот метод не находил практического применения до тех пор, пока не появились, во-первых, рентгеновские установки, позволяющие получать большое количество высококачественных снимков, необходимых для восстановления внутренней структуры реальных объектов, во-вторых, быстродействующие ЭВМ, способные эти снимки обрабатывать. Первый в мире рентгеновский компьютерный томограф был продемонстрирован Хаунсфилдом в 1972 г.

Внедрение методов компьютерной томографии в медицину позволило существенно повысить эффективность диагностики и обеспечило создание новых методов лечения. В настоящее время методы компьютерной томографии также широко используются в электронной и рентгеновской микроскопии, в геофизике, в астрофизике и в других областях науки и техники.

Алгоритм обратного проецирования

Простейшим алгоритмом реконструкции изображений в компьютерной томографии является алгоритм обратного проецирования, в соответствии с которым оценка плотности $\mu(x, y)$ вычисляется следующим образом. Проекция $p(x, \theta)$ функции двух переменных $\mu(x, y)$ для каждого значения угла θ представляет собой одномерную функцию. Ее можно преобразовать в двумерную (рис. 1), зафиксировав угол θ и растянув (выполнив обратное проецирование) по всей плоскости (x, y) в соответствии с выражением:

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

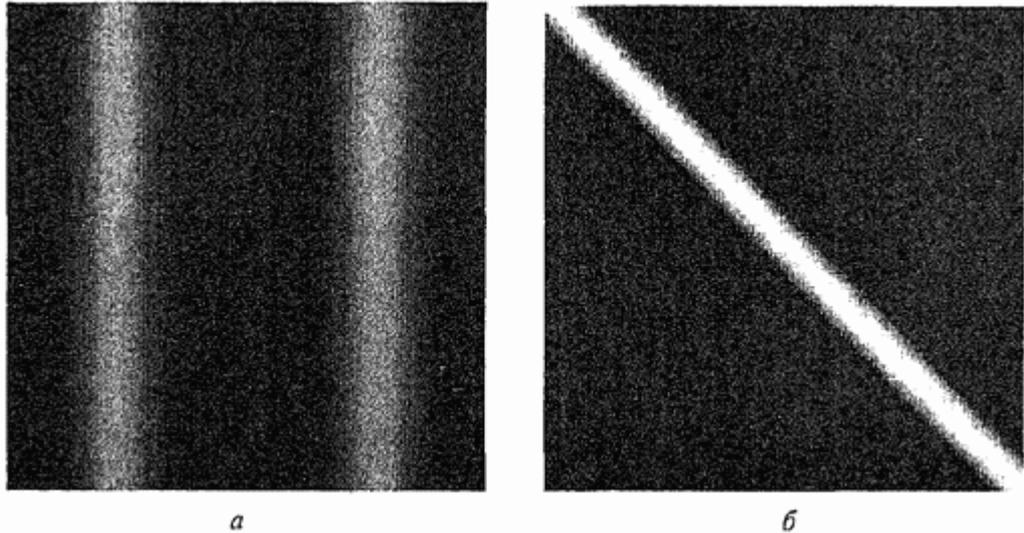


Рис. 1. «Растянутые» проекции функции при $\theta = 0^\circ$ (а) и $\theta = 45^\circ$ (б)

Очевидно, что сечение двумерной функции $f(x, y)$ плоскостью, перпендикулярной плоскости (x, y) и проекция которой на плоскость (x, y) с осью x составляет угол θ , равно $p(x, \theta)$. Далее складываем все обратные проекции $p_\theta(x, y)$ для $0 \leq \theta < \pi$. В результате получим суммарное изображение, которое используется в качестве оценки функции плотности $w(x, y)$. Суммарное изображение определяется соотношением:

$$w_\Sigma(x, y) = \int_0^\pi p(x \cos \theta + y \sin \theta, \theta) d\theta \quad (2)$$

При восстановлении томограмм методом обратного проецирования по дискретным проекционным данным необходимо использовать интерполяцию, так как линия, вдоль которой необходимо вычислить интеграл (2), чтобы найти оценку $w_\Sigma(x_k, y_l)$ для дискретных значений координат (x_k, y_l) , определяется уравнением $x = \rho \cos(\theta - \varphi) = x \cos \theta + y \sin \theta$.

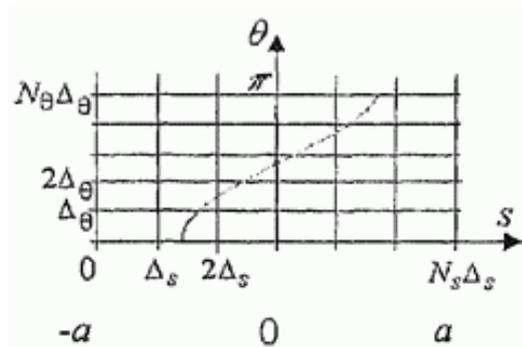


Рис. 2. Линия, вдоль которой вычисляется интеграл

На рис. 2 показаны эта линия и прямоугольная сетка, в узлах которой известны проекционные данные, полученные с помощью равномерно распределенных параллельных лучей. Очевидно, что линия, вдоль которой вычисляется интеграл, не проходит через узлы сетки. Обычно используют метод интерполяции по ближайшему значению, при этом интеграл (2) заменяется на сумму:

$$u_{\Sigma}(x_k, y_l) = \Delta\theta \sum_{j=0}^{N_{\theta}-1} p(i\Delta s, j\Delta\theta) \quad (3)$$

где i выбирается из условия минимума значения выражения $|i\Delta s - x_k \cos j\Delta\theta + y_l \sin j\Delta\theta|$.

Операция обратного проецирования имеет простую геометрическую интерпретацию. На рис. 3, а показана схема получения трех проекций под углами $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ по двумерному изображению $u(x, y)$, которое описывается функцией $u(x, y) = \sum_{i=1}^2 \exp\left\{-\frac{(x-c_x)^2 + (y-c_y)^2}{2b^2}\right\}$. Полученные проекции $p(s, \theta_j), j=1, 3$ растягиваем в соответствии с (1) и суммируем.

Результат реконструкции функции $u(x, y)$ по трем проекциям показан на рис. 3, б. Откуда видно, что, несмотря на искажения в виде полос, изображение, восстановленное лишь по трем проекциям, имеет много общего с функцией $u(x, y)$. Полосы являются результатом «растягивания» проекций. По их направлениям можно оценить углы проекций. При обратном проецировании каждая точка на изображении превращается в многолучевую звезду, число лучей которой равно удвоенному числу проекций. С увеличением числа проекций эти лучи будут сливаться и восстанавливаемое изображение все больше будет похоже на функцию $u(x, y)$, однако оно с ней никогда не совпадет

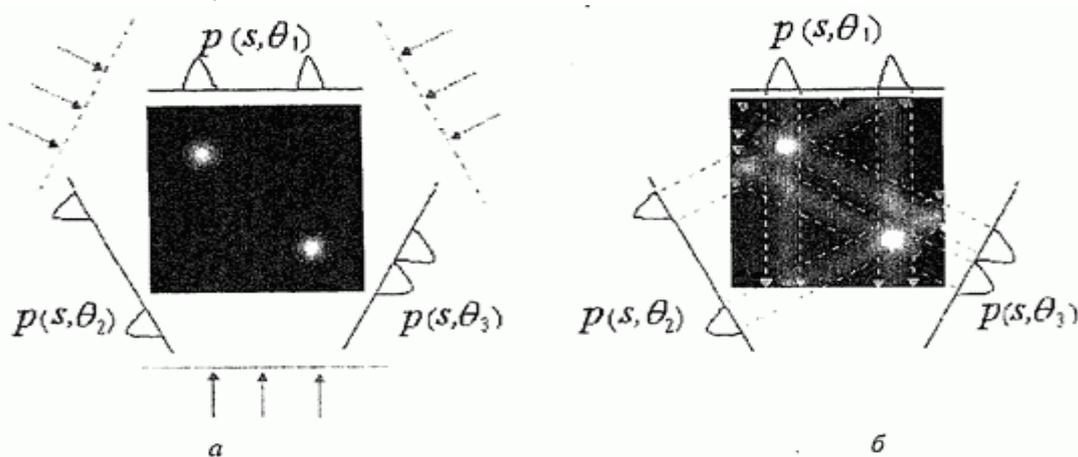


Рис. 3. Схема восстановления томограммы по алгоритму обратного проецирования: а - получение проекций; б - суммирование обратных проекций

Таким образом, идея алгоритма обратного проецирования состоит в том, что оценку плотности $\rho(x,y)$ в любой точке с координатами (x,y) находят путем суммирования лучей, проходящих через эту точку.

Список информационных источников

1. Троицкий И.Н. Статистическая теория томографии. М.: Радио и связь, 1982.
2. Троицкий И.Н. Компьютерная томография. М.: Знание, 1988
3. Хермен Г. Восстановление изображений по проекциям. - М.: Мир, 1983.
4. Реконструктивная и вычислительная томография // ТИИЭР (тематический выпуск). - 1983. - № 3. - Том 71

РАЗРАБОТКА ГЕОМЕТРИИ КОНТРОЛЯ ЭКРАНО-ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

Кирюшкин Т.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., профессор кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Работоспособность аппаратуры управления полетом ракеты может быть нарушена внешними потоками ионизирующего излучения. Для предотвращения таких нарушений бортовая полупроводниковая электроника защищается с помощью специальных экранно-защитных покрытий. Основное требование к таким покрытиям – это обеспечения требуемого уровня защиты при минимальном весе. Такие требования могут быть выполнены только при использовании в технологическом процессе высокоточных средств измерения толщины этих покрытий. Причем доступ к изделию всегда односторонний.

Таким образом, в данной работе предполагаются исследования и разработка геометрии контроля и конструкции преобразователя, основанного на регистрации интенсивного потока обратно рассеянных квантов от комбинации основания экранно-защитное покрытие и выделение информации о толщине покрытия.

Для решения этой задачи разработана конструкция измерительного преобразователя, представленная на рис. 1.

Поток квантов с энергией 60 кэВ, выходящий из активной поверхности источника L_s , формируется коллиматором источника K_1 . На рис. 10 первичный поток квантов распределен пределах угла Φ_s . В каждой точ-