

## INTENSITY-MODULATED ELECTRON BEAM TREATMENT SIMULATION METHODS

D.D.Golub, D.Y.Sechnaya, S.G.Stuchebrov

National Research Tomsk Polytechnic University,

Russia, Tomsk, Lenin Avenue, 30, 634050

E-mail: [daniel.d.golub@gmail.com](mailto:daniel.d.golub@gmail.com)

The paper investigates the methods of simulating an electron beam for modulated electron radiotherapy (MERT). MERT is a kind of intensity-modulated radiation therapy (IMRT), which uses the electron beam as a required dose source. IMRT is an advanced mode of high-precision radiotherapy that uses particle accelerators to deliver precise radiation doses to a malignant tumor or specific areas within the tumor [1]. Currently, IMRT is being used most extensively to treat cancers of the prostate, head and neck, and central nervous system. IMRT has also been used in limited situations to treat breast, thyroid, lung, as well as in gastrointestinal, gynecologic malignancies and certain types of sarcomas. IMRT can also be beneficial for treating pediatric malignancies.

Beam simulation is the one of the main parts of the radiation treatment planning. It is divided into two parts: simulation of dose distribution in patient's tissues and simulation of beam shape and intensity [2].

The following methods for dose calculation and beam characteristics are described in this paper:

- Pencil Beam based on Fermi-Eyges transport theory;
- Convolution/Superposition method based on the convolution operation;
- Algorithms based on the Monte Carlo method, which are the most common nowadays.

Thereby, Monte Carlo algorithms are considered in comparison to other methods of electron beam treatment simulation.

## REFERENCES

1. Ma C. M. et al. (2000). Energy-and intensity-modulated electron beams for radiotherapy. Physics in medicine and biology. –V. 45. – №. 8. – p. 2293.
2. Bielajew A. F. et al. 16. (1987). A comparison of electron pencil beam and Monte Carlo calculational methods. The use of computers in radiation therapy.

## ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЗАТРАТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МЕТОДОМ СИНГУЛЯРНОГО АНАЛИЗА

Н.С. Агеева, А.А. Мицель

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [ageeva.nsa@gmail.com](mailto:ageeva.nsa@gmail.com)

Рассмотрим решение следующей задачи идентификации [1]:

$$K\varphi = f, \quad (1)$$

где матрица  $K$  размером  $n \times m$  представляет собой выпуск продукции различного вида за период с 4 февраля по 31 декабрь 2015 года, вектор  $f$  размерности  $n$  – мощность, потребляемая предприятием за сутки. Требуется найти вектор  $\varphi$  размерности  $n$ , показывающий, какая мощность требуется для производства одной тонны продукции товара определенного вида за сутки.

Используя определение сингулярного разложения прямоугольной матрицы  $K$ , вычислим ее число обусловленности. Матрицу  $K$  представляется в виде:

$$K = U\Lambda V^T, \quad (2)$$

где  $U$  – ортогональная  $(n \times n)$ -матрица,  $V$  – ортогональная  $(m \times m)$ -матрица,  $\Lambda$  –  $(n \times m)$ -матрица, на главной диагонали которой расположены сингулярные числа  $\lambda_j \geq 0$ ,  $j = 1, \dots, m$  матрицы  $K$ , а последние  $n - m$  строки содержат только нулевые элементы, предполагается, что  $\lambda_j \geq \lambda_{j+1}$ .

Число обусловленности матрицы  $K$  находится по формуле  $cond(K) = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = 1,15 \cdot 10^{16}$ , оно очень большое, а значит, система линейных уравнений (1) считается плохо обусловленной.

Для получения удовлетворительного решения введем априорную информацию об искомом решении в форме  $\varphi_j \geq 1300$   $j = \overline{1, m}$  и построим модель условной оптимизации. Будем минимизировать квадратичный функционал [3] вида:

$$y(\varphi) = \sum_{i=1}^n \left( f_i - \sum_{j=1}^m (K_{i,j} \varphi_j) \right)^2,$$

при условии что  $\varphi_j \geq 1300$   $j = \overline{1, m}$ , где  $n$  – количество строк,  $m$  – количество столбцов матрицы  $K$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мицель А.А., Шелестов А.А. Методы оптимизации. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2004. – 148 с. ( экз.)
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: В 2-х кн. Кн.1/Пер.с англ. – М.: Финансы и статистика, 1986. –386 с.
3. Воскобойников Ю.Е. Устойчивые методы и алгоритмы параметрической идентификации. Новосибирск: НГАСУ, 2006. –180с.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВРЕМЯПРОЛЕТНЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ В ИМПУЛЬСНОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ ПЛАЗМЫ

К. В. Великосельский, А.В. Шарнин, Л.А. Лобес

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

e-mail: kvv6@tpu.ru

Импульсная рефлектометрия плазмы является одним из перспективных методов измерения параметров высокотемпературной плазмы на установках управляемого термоядерного синтеза [1]. Для реализации времяпролетных измерений требуется осуществить привязку к переднему фронту отраженного импульса при варьировании амплитуды и формы последнего. Традиционным подходом осуществления привязки является использование формирователей со следящим порогом (ФСП) [2]. При этом в современных режимах удержания плазмы повышается вероятность нарушения условий применимости традиционных методов привязки. Потребность в достижении требуемой точности времяпролетных измерений при нарушении условий применимости традиционных методов привязки определяет актуальность исследования закономерностей изменения амплитуды и формы отраженных сигналов.

В работе представлены результаты моделирования традиционных методов привязки к фронту отраженного внутри плазмы импульса: метод полной фракции, метод компенсации амплитуды и времени нарастания, метод привязки ко второй производной [2]. Выполнено количественное описание области