

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ПРОФИЛЕЙ ПУЧКОВ ОБЛУЧЕНИЯ ОПУХОЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

В.А.КЛИМАНОВ, С.Г.КЛИМАНОВ, А.В.КРЯНЕВ

Москва, Московский государственный инженерно-физический институт
(технический университет)
krianev@dpk.mephi.msk.su

В работе рассматривается базовая задача оптимизации профилей пучков облучения с учетом ограничений на дозовые распределения в органах риска и в опухоли[1].

Задача оптимизации профилей пучков облучения принадлежит к классу многокритериальных некорректных задач, поскольку целью оптимизации является минимизация нескольких целевых функций, которые в данной работе взяты в виде отклонений дозового распределения от нулевого уровня для органов риска и постоянного необходимого уровня дозы для опухоли.

Следовательно, в настоящей работе физические целевые функции, определяющие оптимальные решения Парето, взяты в виде

$$I = \sum_{k=1}^m \frac{W_k}{n_k} \sum_{i \in V_k} d_i^2 + \frac{W_0}{n_0} \sum_{i \in V_0} (d_i - d_0)^2, \quad (1)$$

где d_i - доза в i -й контрольной точке, V_0 - объём, занимаемый k -м органом риска, $W_k > 0$ - параметры компромисса ($\sum_{k=0}^m W_k = 1$).

Управляющими параметрами задачи оптимизации являются компоненты вектора профилей пучков облучения $\vec{\psi} = (\psi_1, \dots, \psi_n)^T$, которые связаны с вектором дозового распределения $\vec{d} = (d_1, \dots, d_N)^T$ равенством

$$P\vec{\psi} = \vec{d}, \quad (2)$$

где P -($n \times N$) матрица дозового распределения, т.е. p_{ij} -доза в i -й контрольной точке от конечного тонкого пучка единичной интенсивности, соответствующей j -му плоскому пикселю [2].

Задача оптимизации профилей пучков облучения состоит в подборе такого вектора интенсивностей облучения $\vec{\psi} \geq \vec{0}$, при котором достигается минимум физической целевой функции(1).

В работе представлен алгоритм численного решения задачи оптимизации (1)-(2), некоторые результаты её решения и анализ полученных численных результатов.

1. Brahme A. Treatment optimization using physical and radiobiological objective functions //In Radiation Therapy Physics, edited by A.Smith.(Springer, Berlin).1995.pp.209-246.
2. Klimanov V.A., Kryanev A.V., Rubinsky D.A. Numerical Solution for Radiation Therapy Dose Planning Optimization Problem Based on the Pencil Beam Algorithm and Large-Scaled Elements Methodes //Physica Medica.1999.v.15.p.166.