

Оптимизация профилей пучков в дистанционной лучевой терапии

Климанов В.А., Климанов С.Г., Крянев А.В., Рубинский Д.А., Зражун А.Г.

Московский государственный инженерно-физический институт
(технический университет)

Задача оптимизации профилей пучков в дистанционной лучевой терапии может быть поставлена как задача максимально возможного достижения идеального дозового распределения в опухоли и в органах риска. Причем в качестве идеального дозового распределения в области опухоли обычно берется постоянное значение дозы, уровень которой определяется клиническими показаниями пациента, а в качестве идеального распределения в органах риска берется нулевое значение дозы. Таким образом, задача оптимизации профилей пучков является по своему смыслу многокритериальной[1]. В такой задаче окончательное решение необходимо искать среди решений Парето, устанавливая необходимый компромисс между уровнями достижения идеального дозового распределения в опухоли и в органах риска[2,3].

В работе рассматривается алгоритм численного нахождения решений Парето и выбора среди них такого решения, которое удовлетворяет необходимым ограничениям на уровни доз в опухоли и в органах риска. Расчет решений Парето основан на методе крупных элементов, вектор интенсивности которых ψ связан с вектором доз d уравнением $P\psi = d$. Для расчета элементов матрицы дозового распределения P мы использовали принцип тонкого луча, с помощью которого сначала рассчитывалось дозовое распределение от элементарных пикселей, а затем, после объединения пикселей в крупные элементы, от крупных элементов.

Мы использовали физические целевые функции $I(d) = \alpha \sum_{i \in V_0} (d_i - d_i^*)^2 + (1 -$

$\alpha) \sum_{k=1}^m W_k \sum_{i \in V_k} (d_i - d_k^*)^2$, где V_0 -объем опухоли; V_k -“k”-й орган риска пациента; m -

общее число контролируемых органов риска; d_i -доза в “i”-й объёмной точке; d_i^* -

назначаемая доза в точках, принадлежащих объёму опухоли; d_k^* -назначаемая доза

в точках, принадлежащих “k”-у органу риска; $\alpha \in [0,1]$, $W_k \in [0,1]$, $\sum_{k=1}^m W_k = 1$,

-коэффициенты компромисса для опухоли и органов риска. Рассматриваемая задача оптимизации принадлежит к классу задач квадратичного программирования. Для устойчивого решения задачи оптимизации мы использовали итерационную процедуру пошаговой оптимизации[4]. Проведённые нами численные расчеты решений Парето показывают, что предложенная схема обеспечивает приемлемые результаты и может быть использована как инструмент математического моделирования при оптимизации профилей облучения.

1. Yu Y., Medical Physics 24(9),1445(1997)
2. Keeney R.L., Raiffa H., Decisions with Multiple Objectives. Cambridge, UK(1993)
3. Подиновский В.В., Ногин В.Д., Парето оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука,(1982)
4. Klimanov V.A., Kryanev A.V., Rubinsky D.A., Physica Medica,15,166(1999)