

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ ОПУХОЛЕЙ: ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Бугай А.Н.

Объединенный институт ядерных исследований, Россия, 141980, Дубна,
ул. Жолио-Кюри 6, bugay@jinr.ru

В последние годы в радиационной онкологии активно распространяется протонная терапия, в больших центрах успешно применяются и более дорогостоящие ускорители ионов углерода [1]. Значительным преимуществом данных видов терапии являются особенность глубинного распределения поглощенной дозы с максимумом в конце пробега частицы (пик Брэгга) и резким спадом за ним, а также возможность регулирования пробега частиц путем изменения их энергии.

В настоящей работе представлен обзор перспективных методов адронной терапии, позволяющих повысить биологическую эффективность пучков заряженных частиц на опухоль, а также снизить радиационную нагрузку на здоровые ткани. Среди них использование пучков сверхвысокой интенсивности (FLASH radiotherapy), узких коллимированных пучков (minibeam radiotherapy), радиоактивных пучков, пучков античастиц, а также специальных модификаторов как физической природы (наночастиц, протон-захватных мишеней и т.п.), так и биохимической природы (фармакологических препаратов - радиопротекторов и радиосенсибилизаторов). Последний подход активно развивается в Лаборатории радиационной биологии Объединенного института ядерных исследований, где недавно был запатентован способ повышения биологической эффективности протонных пучков путем преобразования нелетальных повреждений ДНК в летальные в присутствии определенных радиомодификаторов [2].

В связи с необходимостью планирования хода терапии с применением новых методов остро возникает проблема моделирования физических и биохимических механизмов, протекающих в ходе действия заряженных частиц на нормальные и опухолевые ткани. На нескольких расчетных примерах в работе показано, что доза может не являться оптимальным параметром для характеристики биологического действия излучений. Также рассмотрены возможные модификации моделей роста опухолей с учетом новых методов терапии.

Литература.

1. Durante M., Orecchia R., Loeffler J.S. Charged-particle therapy in cancer: clinical uses and future perspectives // *Nature Reviews Clinical Oncology* **14**, 2017, 483-495.
2. Krasavin E.A., Boreyko A.V., Zadneprianetc M.G., et al. Effect of DNA Synthesis Inhibitors on the Biological Efficiency of a Proton Beam in a Modified Bragg Peak // *Physics of Particles and Nuclei Letters* **16**, 2019, 153-158.