

РАДИОБИОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОВРЕЖДЕНИЙ ДНК И АБЕРРАЦИЙ ХРОМОСОМ НА УСКОРИТЕЛЯХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Батмунх М., Бугай А.Н., Баярчимэг Л.¹

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

¹Институт физики и технологии Монгольской академии наук, Монголия, 14191, Улан-Батор

Пучки ускоренных заряженных частиц, на базовых установках Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) представляют собой эффективный инструмент для решения прикладных задач в области радиационной медицины и космических исследований. Эффективное проведение дорогостоящих радиобиологических экспериментов на ускорителях тяжелых ионов требует не только данных о поглощенной дозе, но и детального понимания механизмов формирования радиационных повреждений.

В настоящей работе представлена специализированная биофизическая модель, разработанная в Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ на основании ранее полученных данных [1]. Модель позволяет рассчитывать выход повреждений оснований, однонитевых и двунитевых разрывов ДНК различной сложности, и прогнозировать образование хромосомных aberrаций (дицентрики, кольца, транслокации, сложные обмены), доступных для экспериментального измерения. Ключевой особенностью разработанной модели является детальное описание пространственной организации генетических структур и эффективное моделирование взаимодействий ускоренных тяжелых ионов с компонентами клеток. Показано, что спектр повреждений ДНК кластерного типа и aberrаций хромосом существенно зависит от структуры трека заряженных частиц и пространственной организации нуклеосом и хроматина в клеточном ядре интерфазы (G0/G1).

В докладе приводятся примеры использования разработанной модели для изучения радиобиологических процессов на ускорителе тяжелых ионов У-400М ОИЯИ. Применение данной модели дает возможность не только получить точные фундаментальные данные о механизмах действия заряженных частиц, но и преодолеть экспериментальные ограничения, существенно снижая ресурсоемкость компьютерного моделирования формирования радиационных повреждений и затраты на планирование дорогостоящих экспериментов на ускорителях. В дальнейшем запланирована разработка программного обеспечения с графическим пользовательским интерфейсом, что сделает модель доступной для специалистов в смежных областях.

Литература

1. Batmunkh, M., Bayarchimeg, L., Bugay, A.N. Mathematical Modeling of Radiation-Induced Effects in the Structures of the Central Nervous System under the Action of Accelerated Heavy Charged Particles // *Phys. Part. Nuclei* **56**, 2025. 1030–1058.