

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОВРЕЖДАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА КЛЕТОЧНЫЕ И СУБКЛЕТОЧНЫЕ СТРУКТУРЫ МОЗГА

Батмунх М., Бугай А.Н., Баярчимэг Л., Лхагва О.¹

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

¹Монгольский государственный университет, Монголия, 210646, Улан-Батор

Исследование воздействия спектра космических лучей на здоровые органы, в первую очередь, на структуры центральной нервной системы, являются актуальной задачей в космической радиобиологии при планировании межпланетных и длительных полётов к Марсу. Необходимость теоретическим предсказаниям первичных радиобиологических повреждений и возникающих отдаленных последствий облучения (вредных мутаций, опухолей и изменений высших интегративных функций мозга), продиктована с сложностями проведения экспериментальных исследований над живыми организмами с тяжелыми ионами высокой энергии.

В данной работе, на основе модели переноса излучений, изучено повреждающее действие различных видов ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками, на структуру мозга мышей. Геометрические модели структуры мозга на клеточном и субклеточном уровне построены на основе экспериментальных баз данных. В рамках вычислительного эксперимента, с применением суперкомпьютера «Говорун», рассмотрено действие спектра из 10 типов частиц космических лучей с энергетическом диапазоне от 20 до 1000 МэВ/нуклон на формирование повреждений ДНК с учетом кластеризации при прохождении частиц через чувствительные области мозга. Показано, что наибольшее количество повреждённых клеток образуется в гранулярной зоне и относительно мало в субгранулярной зоне гиппокампа. Путем моделирования выявлено, что более 70% одностранных разрывов ДНК вызваны действием протонов, и при облучении ионами железа в дозах ниже 0.5 мГр возникают большие кластеры двустранных разрывов ДНК, чего не достигается при воздействии протонов и других ионов в дозах до 125 мГр. Расчетным путем также показана количественная оценка влияния линейной передачи энергии частицы разных типов на выход повреждений ДНК различной природы в клетках мозга. В этом случае получено хорошее совпадение результатов моделирования с экспериментальными данными. Полученные данные и предсказания на основе разработанной модели, вносят вклад в оценку радиационных рисков для космонавтов при длительных космических полётах, а также могут быть применены для оценки побочных эффектов в здоровых тканях при планировании адрионной терапии рака мозга.