

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Котб Омара Махмуд Эльсайед на тему: «Воздействие высокоэнергетичной протонной компоненты космических лучей на структуру ДНК», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 — Физика атомного ядра и элементарных частиц.

Актуальность исследования.

Изучение нарушений в структуре ДНК под действием протонного излучения высоких энергий необходимо для понимания молекулярных механизмов радиационного эффекта и поиска соответствующих радиопротекторов. В настоящее время имеются исчерпывающие данные о повреждениях в структуре ДНК, вызванных электромагнитным излучением. Данных о радиационных повреждениях ДНК, вызванных тяжёлыми заряженными частицами, существенно меньше. Заряженные частицы высоких энергий (в области плато кривой Брэгга) обладают высокой проникающей способностью и низкой степенью передачи энергии, приближающейся к показателям γ -излучения ^{60}Co , которое в настоящее время принято в качестве стандартного для вычисления относительной биологической эффективности разных видов излучения.

Для проведения облучений биологических образцов протонами высокой энергии в диссертации применялся оригинальный стенд на синхроциклотроне ПИЯФ. Методика облучений предполагала тщательный расчёт и измерения дозных нагрузок на образцах.

Для изучения физико-химических процессов радиационного поражения в диссертации используются модельные системы – водные растворы ДНК. Использование растворов ДНК для изучения радиационного эффекта позволяет избежать влияния многих биологических факторов (например, действия репарирующей системы), которые действуют в клетке и усложняют картину лучевого поражения. Кроме того, модельные растворы удобны для тестирования действия потенциальных радиопротекторов. Варьирование состава растворителя и концентрации молекул-мишеней может дать дополнительную информацию о механизмах воздействия высокоэнергетичных протонов на биологические объекты.

Для определения радиационно-химического выхода разрушенных азотистых оснований ДНК впервые был применён метод спектрофотометрического определения концентрации нуклеиновых кислот. Была исследована зависимость этого выхода от концентрации мишеней при протонном и γ -облучении. Для оценки радиочувствительности изучалось влияние антиоксиданта катехина на радиационные повреждения ДНК по изменению температуры ее плавления.

Научная новизна результатов.

1. Впервые применён спектрофотометрический метод для определения радиационного разрушения азотистых оснований ДНК и получены результаты, сопоставимые с другими более сложными методами анализа.
2. Впервые получены дозовые зависимости радиационно-химического выхода разрушенных азотистых оснований ДНК под действием протонов с энергией 1 ГэВ.
3. Впервые определена зависимость степени разрушения азотистых оснований от концентрации ДНК в растворе при протонном облучении высокой энергии.
4. Впервые получены дозовые зависимости температуры плавления ДНК, облучённой протонами высокой энергии.
5. Впервые исследовано влияние катехина на радиационные повреждения ДНК под действием протонов с энергией 1 ГэВ.

09/2-02-339 от 09.06.2020

Практическая ценность.

Полученные данные могут быть использованы для определения относительной биологической эффективности протонов высокой энергии, вычисления радиационной нагрузки на организм космонавтов, а также для оценки эффективности протонной терапии. Результаты экспериментов с применением антиоксиданта катехина позволят дать рекомендации для выбора медикаментозной защиты космического экипажа от влияния космических лучей и предотвращения переоблучения пациентов, проходящих протонную терапию с использованием 1 ГэВ протонов.

Замечания.

1. В диссертации исследовано влияние протонов с энергией 1 ГэВ. Это большая энергия в масштабах земной лаборатории. Но в названии диссертации они отнесены к «высокоэнергетичной компоненте космических лучей». Это терминологическая ошибка. В космических лучах спектр протонов начинается с энергий десятки Гэв и простирается до десятков ТэВ. Протоны с энергией масштаба 1 ГэВ составляют основную по интенсивности компоненту космических лучей (что отмечено в диссертации).
2. В таблице 1.2 при иллюстрации линейной передачи энергии и относительной биологической эффективности к ионизирующему излучению отнесены нейтроны. Механизм их радиационного воздействия на среду принципиально отличается от описанного в диссертации действия заряженных частиц. В диссертации этот механизм не рассматривается и в таблице упоминание нейтронов излишне.
3. В ядерно-физической работе хотелось бы видеть более подробное описание экспериментального стенда, на котором проводилось облучение образцов, и характеристики приборов фокусировки и мониторинга протонного пучка. Это сделало бы более убедительным вывод о совпадении расчётных и экспериментальных дозных нагрузок.

Заключение.

По своему содержанию и методологии исследования диссертация соответствует физико-математическим наукам. По объекту и методам исследования – взаимодействие протонного излучения с ДНК – она находится на стыке двух специальностей Физика атомного ядра и элементарных частиц и Биофизика. Личный вклад автора, в основном, связан с ядерно-физическими аспектами исследования – создание условий облучения, дозный контроль и измерения характеристик радиационных полей, обработка результатов, что позволяет отнести работу по существу к специальности «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

Высказанные замечания носят «редакционный» характер и совершенно не влияют на высокую оценку работы в целом.

Диссертация Котб Омара Махмуд Эльсайед на тему: «Воздействие высокоэнергетичной протонной компоненты космических лучей на структуру ДНК» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Котб Омар Махмуд Эльсайед заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 — Физика атомного ядра и элементарных частиц. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры
ядерно-физических методов исследования



И.А.Митропольский

8 июня 2020 г.