

## ОТЗЫВ

на диссертацию Котб Омара Махмуда Эльсайеда 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.

Диссертация О.М.Э. Котба посвящена предельно актуальной теме безопасности пилотируемых космических полётов. Поскольку основной, наиболее опасной для человека компонентой космических лучей являются протоны с высокой энергией (порядка 1 ГэВ), для исследования механизмов радиационных повреждений автором удачно применён режим протонной радиотерапии и исследованы последствия облучения образцов ДНК в водном растворе протонным пучком с энергией 1 ГэВ от синхроциклотрона СЦ-1000 НИЦ КИ – ПИЯФ. ДНК в качестве мишени облучения выбрана разумно, так как цитотоксическое действие радиации большей частью является следствием радиационных повреждений именно генетического аппарата.

Диссертация Построена по каноническому принципу. Во Введении автором кратко, но чётко изложены особенности космического излучения, сведения об основных молекулярных механизмах радиационного воздействия на живые организмы, обоснован выбор для исследований водных растворов ДНК как модельной системы и установки протонной терапии в качестве адекватного аналога космического излучения. Чётко сформулированы цель работы, задачи исследования и положения, выносимые на защиту. Правильно обозначенные научная новизна результатов и практическая значимость работы очень важны и для разработки методов защиты экипажей при космических полётах, и для практического применения для дозиметрии и оценки эффективности протонной терапии. Данные об апробации работы показывают, что она успешно прошла весьма придирчивую экспертизу научного сообщества.

В Обзоре литературы аспирант подробно излагает известные к настоящему времени сведения об особенностях космических излучений и об их воздействии на живые организмы при длительных космических полётах. Обоснована весьма привлекательная возможность моделирования первичного космического излучения в земных условиях. Приведены подробные сведения о механизме действия протонной терапии и о техническом её осуществлении. Список цитированной литературы включает 194 ссылки, значительная часть из которых – это ссылки на работы последнего десятилетия. Очень важную часть обзора составляют сведения о механизмах радиационного повреждения ДНК. Обзор демонстрирует хорошее знакомство аспиранта с проблемой и работами в этом направлении.

09/2-02-338 от 09.06.2020



Раздел «Материалы и методы» изложен подробно и с полным знанием дела.

В экспериментальной части работы (раздел «Результаты и обсуждение») изложены итоги исследования действия протонного излучения с энергией 1 Гэв на структуру ДНК и сравнения его с действием гамма-облучения  $^{60}\text{Co}$ . Для регистрации и количественного определения повреждений в структуре ДНК автором применены спектральные методы – спектроскопия поглощения в УФ области и спектроскопия кругового дихроизма (КД). Методом УФ поглощения не только регистрировалось плавление вторичной структуры ДНК, но и по разнице поглощений при 270 нм и 290 нм («метод Спирина») была определена степень разрушения азотистых оснований. Особую ценность этому разделу придало представление автором кривых плавления ДНК не только в общепринятом виде, но и в дифференциальной форме, что придало им дополнительную информативность.

В работе проводили спектральные исследования модельных водных растворов ДНК, подвергнутых облучению высокоэнергетичными протонами в широком диапазоне доз (0–1000 Гр) и ионной силы. Проведено сравнение радиационного действия протонов и  $\gamma$ -излучения  $^{60}\text{Co}$ , имеющего то же значение линейной передачи энергии ЛПЭ (0.3 КэВ/мкм). Исследовано также защитное действие антиоксиданта катехина при обоих видах радиации.

В итоге работы аспирантом были установлены дозовые зависимости эффектов облучения и показано, что повышение ионной силы раствора снижает степень радиационного повреждения ДНК. При этом показано, что вклад прямого действия радиации на азотистые основания в ДНК в водной среде в случае протонного излучения выше, чем в случае  $\gamma$ -излучения. Важный результат заключается также в том, что защитное действие антиоксиданта катехина менее эффективно в случае облучения протонами высоких энергий, чем в случае фотонного облучения, что справедливо, по-видимому, в отношении всех традиционных протекторов-перехватчиков свободных радикалов.

Моя претензия к этому разделу состоит в том, что первая часть текста (стр. 205, 206 и половина стр. 207 в русском варианте), состоящая в изложении известных способов исследования структуры ДНК, в том числе при радиационном воздействии, здесь неуместна и должна была бы быть помещена в раздел «Обзор литературы». Изложение собственных результатов автора следовало начать с фразы «В данной работе исследовались водные растворы ДНК с различными концентрациями NaCl...» на стр. 207.

Диссертация написана грамотно и почти не содержит дефектов набора. Но не могу не отметить нелепую ошибку (опisku?). На стр. 152 русского текста я обнаружил: «На ПИЯФ синхроциклотроне СЦ-1000 создан единственный в России источник **нейтронов**, повторяющих спектр атмосферных **нейтронов**. Возможности этого источника позволяют проводить испытания радиационной стойкости электронных изделий для гражданских и военных летательных аппаратов, эксплуатируемых в верхних слоях атмосферы, а также проводить облучения биологических объектов в условиях, моделирующих радиационные условия в верхних слоях атмосферы. В мире действуют всего три подобных установки». На стр. 15 англ. текста: «At the



PNPI SC-1000 synchrocyclotron, the only **neutron** source in Russia has been created that repeats the atmospheric **neutron** spectrum. The capabilities of this source allow testing the radiation resistance of the electronic products for civilian and military aircraft operating in the upper atmosphere, as well as irradiating the biological objects under conditions simulating the radiation conditions in the upper atmosphere. There are only three such installations in the world.»

Эта обидная ошибка ни в коей мере не порочит прекрасную в целом работу. Диссертация О. Корба представляет собой законченное (в рамках поставленных задач) квалифицированное исследование. Выносимые на защиту положения доказаны. Содержание работы представлено в 2 статьях в рецензируемых журналах и в 7 тезисах докладов на российских и международных научных конференциях.

Диссертация Котба Омара Махмуда Эльсайеда на тему: «Воздействие высокоэнергетичной протонной компоненты космических лучей на структуру ДНК» полностью 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.

8 июня 2020 г.

Рецензент:

доктор физико-математических наук,  
старший научный сотрудник

Заведующий лабораторией биополимеров

Отделения молекулярной и радиационной биофизики

Петербургского института ядерной физики

им. Б.П. Константинова

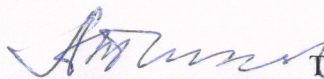
НИЦ КИ «Курчатовский институт»

188300, Ленинградская обл., г. Гатчина,

Мкр. «Орлова Роща», д. 1

Тел. 8-(813-71) 46025

e-mail: [altim1938@yandex.ru](mailto:altim1938@yandex.ru)



Тимковский Андрей Леонидович