

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
на соискание учёной степени кандидата физико-математических

Денисовой Эльвиры Николаевны

на тему «Транспорт радиоактивных частиц в желудочно-кишечном тракте животных
и дозовые нагрузки на внутренние органы»,

по специальности 1.5.1. – Радиобиология

Актуальность исследования. Диссертация Денисовой Э.Н. посвящена исследованию доз внутреннего облучения критических органов лабораторных и сельскохозяйственных животных при пероральном поступлении радиоактивных частиц. Оценке опасности, которую представляют твёрдые высокорadioактивные микрочастицы, образующиеся при ядерных взрывах, ядерных авариях с разрушением активной зоны реактора, в процессах переработки отработанного ядерного топлива и радиоактивных отходов, уделяется пристальное внимание в связи со сложностью расчета или измерения пространственно-неоднородной дозы от горячих частиц, так и из-за сложности оценки потенциального биологического ответа. С середины 70-х годов прошлого века проводятся дозиметрические и радиобиологические исследования как по разработке усовершенствованных методов дозиметрии излучения от горячих частиц, так и по исследованию связи между облучением горячими частицами и тканевыми реакциями, а также стохастическими эффектами. Тем не менее сохраняющаяся озабоченность по поводу канцерогенного воздействия горячих частиц активно обсуждается в научной литературе и в настоящее время.

Поэтому разработка корректных методов оценки дозы неоднородного облучения внутренних органов в результате попадания горячих частиц в организм животных и человека является важной и актуальной задачей. Вышеперечисленные обстоятельства определяют актуальность исследований представленной работы.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соискателя посвящена разработке камерной модели транспорта радиоактивных частиц в пищеварительном тракте лабораторных животных (крыс), а также математической модели поведения ^{131}I при пероральном поступлении в организм крупного рогатого скота и оценке вклада бета- и гамма-излучения ^{131}I в общую поглощённую дозу. Установлена взаимосвязь между дозами внутреннего облучения и радиобиологическими эффектами при пероральном поступлении ^{131}I в щитовидную железу крупного рогатого скота. В соответствии с формулой специальности 1.5.1 «Радиобиология» представленная

диссертационная работа соответствует пункту 1: «Взаимодействие различных видов ионизирующих излучений с веществом. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений на биологические объекты. Медико-биологические последствия действия радиации и разработка методов их минимизации. Стохастические и не стохастические эффекты; зависимости: доза- эффект и время-эффект» и пункту 2: «Исследование закономерностей биологического ответа на воздействие ионизирующих излучений и разработка эффективных средств и способов управления радиобиологическими эффектами».

Научная новизна полученных результатов. В работе описывается динамика переноса оплавленных радиоактивных частиц между отдельными камерами желудочно-кишечного тракта лабораторных животных системой дифференциальных уравнений 1-го порядка. Как результат работы представлены решения этой системы дифференциальных уравнений, характеризующие зависимость содержания оплавленных радиоактивных частиц в отделах пищеварительного тракта и резервуаре выведения рассматриваемых лабораторных животных от времени после однократного перорального поступления. Полученные результаты математического моделирования на основе камерного анализа экспериментальных сравниваются с имеющимися архивными данными экспериментальных исследований динамики изменения содержания оплавленных радиоактивных частиц в отделах желудочно-кишечного тракта лабораторных животных и их выведения из организма после однократного орального поступления и отмечается удовлетворительное согласие экспериментальных и расчётных данных. Исходя из этого в работе предлагается использовать разработанную камерную модель для расчёта средних поглощённых доз облучения слизистой оболочки отделов желудочно-кишечного тракта крыс при условии гомогенного распределения оплавленных радиоактивных частиц в его содержимом. Впервые был оценен спад активности в желудке крыс с использованием камерной модели переноса и получены данные по поглощённой дозе в органах лабораторных животных массой 200 г для «трехкомпонентной» и «рениевой» моделей оплавленных горячих частиц.

Также в работе применялась камерная модель для расчёта активности ^{131}I в органах и тканях животных. Получены биокинетические параметры динамики изменения активности ^{131}I в щитовидной железе крупного рогатого скота. Интеграл зависимости суммарной мощности дозы по временному интервалу от начала смоделированного эксперимента позволил рассчитать накопленную к конкретному моменту дозу в щитовидной железе. Прецизионные расчёты проведены для как переноса β -излучения ^{131}I в щитовидной железе, сопровождающегося вторичным излучением и его дальнейшим

переносом с учётом всех процессов, включая генерацию и перенос тормозного излучения, Оже-электронов и др., так и переноса γ -излучения ^{131}I с учетом генерации и переноса рентгеновского и флуоресцентного излучения и т.д. В результате расчетов было установлено, что в условиях смоделированного эксперимента вклад γ -излучения ^{131}I в общую поглощенную дозу составляет ~20–25%. Основным практическим результатом этих расчётов является «коэффициент конверсии» активности ^{131}I в среднюю мощность полной дозы в щитовидной железе.

Достоверность результатов обеспечивается использованием камерного анализа экспериментальных данных. Разработка камерной модели для лабораторных животных была реализована в визуальной среде Lazarus, относящейся к категории свободно распространяемой на основе GNU General Public License. Расчёт дозовых нагрузок на внутренние органы ЛЖ и КРС выполнен с использованием, хорошо себя зарекомендовавшей, программе MCNP и современных библиотек ядерных данных TENDL. При отображении органов и тканей животных в среде MCNP были построены и применялись в расчётах современные реалистичные и воксельные модели.

Теоретическая и практическая значимость. Разработан комплекс программ и вычислительная технология для расчёта доз облучения внутренних органов лабораторных животных при радиационных авариях. С участием автора созданы программные продукты «Динамика дозы облучения желудочно-кишечного тракта крыс при пероральном поступлении радиоактивных частиц» и «Динамика активности радиоактивных частиц в желудочно-кишечном тракте крыс при пероральном поступлении». Представленный комплекс программ может быть использован в системах быстрого реагирования при радиационных авариях и разработке противорадиационных мероприятий.

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации. Автореферат информативен и отражает содержание всех глав диссертации, кроме Главы 1 Обзор литературы. Основные результаты диссертации отражены в 21 публикации, в том числе 2 публикации в рецензируемых научных изданиях, индексируемых международными базами данных Web of Science & Scopus, 1 публикация в журнале, входящем в перечень изданий, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России. По результатам научно-исследовательской работы получено 2 свидетельства регистрации программ для ЭВМ. Материалы, вошедшие в диссертационную работу, были представлены на 10 международных и российских конференциях.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов и списка используемых источников. Работа изложена

на 82 с., содержит 17 рисунков и 6 таблиц. Список литературы включает в себя 101 источник.

Замечания к работе. В главе 1 в литературном обзоре соискателем очень коротко и вскользь упоминаются исследования состава горячих частиц различного происхождения, а их классификация не обсуждается вовсе. Так как от состава горячих частиц зависит скорость их разрушения/растворения в биологических жидкостях и поведение в биологических тканях, что несомненно влияет на формирование поглощенной дозы, то подобный обзор важен для обоснования последующего выбора модели горячих частиц. Экспериментальным исследованиям горячих частиц, образовавшихся в результате Чернобыльской аварии и в результате испытаний различных видов ядерного оружия на Семипалатинском полигоне, посвящено большое число научных статей и монографий и хорошо было бы их детальной обсудить в этой главе. В автореферате соискатель и вовсе не затрагивает эту часть своей обзорной главы, а обсуждает только существующие модели переноса активности в органах, хотя в названии диссертации указан «транспорт радиоактивных частиц».

В главе 2 работы не содержится никакого обоснования выбора в качестве модельных частиц - оплавленных горячих частиц ядерного взрыва («трехкомпонентной» и «рениевой»), только указан состав, размеры и моделируемая активность. Почему взяты именно «взрывные» частицы, а не общеизвестный состав горячих частиц «аварийного» происхождения в главе не показано.

В главе 3 используются архивные экспериментальные результаты с указанной погрешностью этих результатов. Тогда как полученные биокинетические параметры (Таблица 2.3) и расчетные оценки поглощенной дозы в органах модели крысы с помощью разработанной камерной модели (Таблица 2.4) приведены без указания ошибок. Но любые расчеты содержат неопределенности, которые необходимо учитывать, особенно при сравнении с экспериментальными данными.

Аналогичное замечание касается и расчетных параметров, приведенных в главе 4. Еще одно замечание к главе 4 касается обсуждения динамики изменения активности ^{131}I в щитовидной железе коров на рис. 4.2. Хорошо было бы на этот рисунок нанести график радиоактивного распада ^{131}I , тогда наглядно был бы виден вклад биокинетических параметров в динамику изменения активности ^{131}I со временем.

Также хотелось бы отметить использование не расшифрованных, не общеизвестных терминов в диссертационной работе («бенчмарк», «выжигание щитовидной железы» и т.д.).

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Автором выполнена информационно-насыщенная,

высококвалифицированная работа, очень интересная как с радиобиологической, так и с математической точки зрения. Результаты работы имеют как фундаментальное, так и прикладное значение, а также могут использоваться в образовательном процессе. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.1.- «Радиобиология» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученых степеней Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом соискатель Денисова Эльвира Николаевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.1 - «Радиобиология».

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры физики ускорителей и радиационной медицины физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», (адрес: 119991, Москва, Ленинские Горы 1с2, тел.: +7 (495) 939-13-44; e-mail: mv.zhelton@physics.msu.ru

М.В. Желтоножская

Подпись Желтоножской М.В. заверено.



Курьман И.В.