

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Чипига Ларисы Александровны на тему «Научное обоснование совершенствования системы радиационной защиты в ядерной медицине», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.1. Радиобиология

На протяжении развития человеческой цивилизации средняя продолжительность жизни людей ограничивалась различными факторами. В Средние века это были преимущественно голод и массовые пандемии (чума, холера, оспа). Проблема смертности от инфекционных заболеваний являлась доминирующей примерно до середины XX в. – до открытия и начала массового использования антибиотиков. В последующие годы существенную роль в ограничении продолжительности жизни играли сердечно-сосудистые заболевания. Однако в результате развития методов ранней диагностики, профилактики, массового внедрения методов аортокоронарного шунтирования смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в развитых странах существенно снизилась, что привело к заметному увеличению средней продолжительности жизни. При этом на первый план в силу эффекта конкуренции рисков неизбежно вышла заболеваемость и смертность от онкологических заболеваний развивающихся, как правило, в относительно старшем возрасте. Решению проблем диагностики и лечения онкологических заболеваний в последние годы уделяется все больше и больше внимания. Наряду с другими методами, существенную роль играют радионуклидная диагностика (РНД) и радионуклидная терапия (РНТ). Развитие этих направлений обусловлено несомненными успехами как в методах получения радионуклидов, максимально отвечающих целям РНД и РНТ, так и в средствах их адресной доставки (белков, пептидов, остеотропных комплексов, моноклональных антител и т. д.).

Следует отметить, что любые радионуклиды с идеальными характеристиками распада и самые современные методы визуализации

С отзывом ознакомлена Чипига Л.А. 26.02.2026

Вход. №	853
25 ФЕВ 2026	
Кол-во листов	18
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна	

оказываются бесполезными при отсутствии самого главного требования – адресной доставки радионуклида в исследуемый орган или ткань. Химические и физические свойства радиофармпрепарата влияют на его локализацию в организме, а ядерно-физические свойства радионуклида определяют метод обнаружения и его диагностическую или терапевтическую применимость. Излучение диагностических радионуклидов используется для визуализации распределения меченого вещества в организме, а излучение терапевтических радионуклидов используется для доставки высокой дозы облучения к ткани-мишени. Помимо РНД и РНТ рака, радионуклиды применяются для диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, заболеваний головного мозга и др. По сравнению с химиотерапией РНТ становится более предпочтительным видом лечения рака, поскольку введение радионуклидов минимально воздействует на другие органы и ткани, к тому же продолжительность лечения короче, чем курс химиотерапии.

В настоящее время развитие ядерной медицины ведется очень интенсивно. Для диагностики и терапии постоянно предлагаются новые носители (моноклональные антитела, пептиды, белки и т. д.), и радионуклиды. При этом далеко не всегда хорошо прорабатывается вопрос дозиметрической оценки влияния препарата на здоровые органы и ткани и оценки отдаленных последствий такого радиационного воздействия. Это особенно важно для РФЛП терапевтического применения.

Постоянное развитие методов ядерной медицины и объемов ее применения приводит к увеличению радиационной нагрузки на население от медицинского облучения. Средние эффективные дозы облучения населения за счет медицинских процедур растут с увеличением доступности радиационных методов диагностики. Так, для Соединенных Штатов вклад медицинского облучения в эффективную дозу составляет 2,2 мЗв/год по сравнению со среднемировой величиной 0,57 мЗв/год. Для России эта величина составляет 0,81 мЗв/год, но наблюдается устойчивая тенденция к увеличению количества диагностических процедур, в том числе с использованием методов ядерной

медицины. Использование различных постоянно модернизирующихся методов РНТ приводит к необходимости учета радиационного воздействия не только на пациента, но и на персонал медицинской организации, лиц, ухаживающих за пациентом, его родственников и случайных лиц из состава населения. Все указанные выше проблемы рассмотрены в рецензируемой диссертационной работе. В связи с этим тему диссертационной работы Чипига Л. А. можно считать, несомненно, *актуальной*.

Теоретическая значимость работы обусловлена разработкой критериев, в том числе и численных к организации системы радиационной безопасности в ядерной медицине, формулировкой научно обоснованных подходов к оптимизации радиационной защиты пациентов и населения. а также созданием научных основ программы обеспечения качества повышения доступности и эффективности процедур ядерной медицины.

Практическая значимость диссертационной работы Чипига Л. А. обусловлена недостаточностью, на начало проведения исследований, нормативной и методической базы обеспечения радиационной безопасности при проведении различного рода медицинских процедур с использованием источников ионизирующего излучения. Имевшаяся ранее нормативно-методическая база не отвечала современным реалиям использования радиационных методов диагностики и терапии (в особенности радионуклидных источников), и, в ряде случаев, имела внутренние противоречия, а также противоречия с международными и отечественными нормативными документами.

На основании результатов, вошедших в диссертационную работу, были научно обоснованы и разработаны подходы, позволяющие усовершенствовать систему радиационной безопасности в ядерной медицине. Эти подходы были использованы при подготовке главы XI СанПиН 2.6.4115–25 «Санитарно-эпидемиологические требования в области радиационной безопасности населения при обращении источников ионизирующего излучения», а также десяти практических методических рекомендаций по оптимизации

радиационной защиты в различных отраслях ядерной медицины, которые были внедрены в практику в виде методических документов федерального уровня. Это демонстрирует, что результаты диссертационной работы имели не только теоретическое значение или потенциальную возможность их использования в будущем, но и реальную сиюминутную востребованность этих результатов в осуществлении практики ядерной медицины. Акты о внедрении результатов диссертационной работы Чипига Л.А. приведены в Приложении А.

Научная новизна и обоснованность защищаемых положений диссертационной работы. Научная новизна и обоснованность защищаемых положений диссертационной работы всегда являются взаимосвязанными разделами, поэтому целесообразно рассматривать их совместно. К сожалению, в диссертационной работе пункты научной новизны даны в виде нумерованного списка. Поэтому в отзыве будут указаны их номер по порядку следования в тексте диссертации или автореферата с кратким пояснением, раскрывающим суть пункта научной новизны.

Первый пункт научной новизны, посвященный географии, составу и оснащению центров ядерной медицины, а также радионуклидов и РФЛП, применяемых в отечественной медицинской практике непосредственно связан с *первым защищаемым положением*, детализирующим эту информацию. Новизна этих пунктов обусловлена актуализацией быстрой динамики изменения количества центров ядерной медицины, изменения номенклатуры диагностической аппаратуры (переход с ОФЭКТ к ПЭТ визуализации), появлением новых векторов-носителей РФЛП, расширением списка радионуклидов, используемых как в РНД, так и в РНТ. В связи с этим очень важно иметь актуальную информацию о ситуации в области ядерной медицины. Рецензируемая диссертационная работа в полной мере отвечает этой задаче. Достоверность и новизна полученных результатов подтверждается как комплексным анализом форм медицинской отчетности, так и проведением самостоятельных исследований с использованием анкетирования, а также детальным сбором данных с выходом на объект.

Пункты научной новизны 2, 3 и 4, посвященные оценке вводимых пациентам активностям, определению наиболее высокодозовых исследований и оценкам вкладов в коллективную дозу облучения населения, различий между минимальными и максимальными дозами и активностями при проведении одинаковых исследований взрослым пациентам непосредственно связаны со вторым защищаемым положением. По мнению оппонента данные пункты научной новизны можно было бы объединить в более обобщающий пункт. Научная новизна данных пунктов обусловлена развернутым статистическим анализом данных и их актуализацией до настоящего момента. Получена принципиально новая актуальная картина распределения дозовых нагрузок на пациентов от различных видов исследований. Впервые выявлены виды современных исследований, дающих наибольший вклад в индивидуальные дозы облучения пациентов и коллективную эффективную дозу за счет медицинского облучения. Обоснованность положения, выносимого на защиту, обусловлена большим и разнообразным объемом проанализированной информации, комбинацией статистических данных и данных полученных непосредственно диссертантов в ходе исследований, достоверностью исходных данных, используемых для выявления закономерностей облучения пациентов при проведении процедур ядерной медицины, корректной статистической обработкой результатов анализа.

Пункт 5 научной новизны, посвященный обоснованию референтных диагностических уровней (РДУ), связан с третьим защищаемым положением. Новизна данного пункта обусловлена тем, что РДУ для рассмотренных видов РНД-исследований у взрослых пациентов ранее отсутствовали. Новизна подтверждается тем, что на основании проведенных исследований были приняты МУК 2.6.7.3652–20 «Методы контроля в КТ-диагностике для оптимизации радиационной защиты» и МУК 2.6.7.3651–20 «Методы контроля в ПЭТ-диагностике для оптимизации радиационной защиты», ранее отсутствующие в отечественной практике. Обоснованность защищаемого положения обусловлена статистическим анализом

распределения активностей радионуклидов в РФЛП, вводимых взрослым пациентам и распределения эффективных доз взрослых пациентов от вводимого при исследовании РФЛП. Выбор квартильного подхода к обоснованию значений РДУ является логичным и научно обоснованным.

Пункты научной новизны 5 и, в особенности, 6, посвященные оценкам радиационных рисков у пациентов и у развивающегося плода при проведении РНД, связаны с четвертым защищаемым положением. Принципиально новым в диссертационной работе Чипига Л. А. является оценка радиационных рисков от 14 видов РНД в зависимости от пола и возраста на момент обследования. Дополнительно, в случае если РНД проводится для беременной женщины, для этих же видов РНД сделаны оценки на развивающийся плод на разных этапах его формирования. Данные оценки позволяют сделать оценки рисков возникновения дефектов развития или радиационно-индуцированный онкологических заболеваний у будущего ребенка. Для рассматриваемых в диссертационной работе видов РНД подобные оценки сделаны впервые. Обоснованность защищаемого положения обусловлена верифицированной надежной информацией по дозовым нагрузкам на органы и ткани человека при различных видах РНД, а также надежностью научной информации по зависимости доза-эффект при воздействии ионизирующего излучения на человека.

Пункты научной новизны 8 и 9, посвященные оценке доз внутреннего облучения на критические органы пациентов для перспективных альфа-излучающих РФЛП, и оценке доз на патологические очаги, непосредственно связаны с пятым защищаемым положением. Научная новизна данных положений обусловлена расчетами поглощенных доз на органы и ткани от новых РФЛП, использующих α -излучающие радионуклиды (^{223}Ra -дихлорид, ^{225}Ac -PSMA-617, ^{225}Ac -DOTATATE). Является оригинальным подход к оценке поглощенных доз на органы и ткани от ^{225}Ac -DOTATATE с использованием отдельной биокинетики для основного РФЛП и высвободившихся продуктов распада. Оценки доз на патологические очаги, полученные с помощью

тераностических пар ^{68}Ga -DOTATATE и ^{225}Ac -DOTATATE, а также ^{68}Ga -PSMA-617 и ^{225}Ac -PSMA-617 являются новыми и представляющими большой научный интерес. Обоснованность защищаемых положений обусловлена использованием апробированных и описанных в научной литературе биокинетических моделей поведения РФЛП, в том числе и полученных при обследовании пациентов с метастатическим кастрационно-резистентным раком предстательной железы и нейроэндокринных опухолей. Расчеты динамики радионуклидов выполнены при помощи стандартного программного пакета SAAM II v2.3, что также подтверждает обоснованность полученных результатов расчета. Для расчета поглощенных доз на органы и ткани используется программный пакет IDAC Dose 2.1, являющийся стандартным расчетным пакетом используемым и рекомендованным Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ). Тем не менее, у оппонента возник ряд вопросов и замечаний по данным пунктам научной новизны и защищаемому положению, которые будут изложены ниже.

Пункты научной новизны 10–12, посвященные построению моделей биологического выведения радионуклидов из организма пациентов после РНТ, динамике выведения радионуклидов и оценке удельных активностей медицинских радионуклидов в сточных водах медицинских организаций, местах проживания пациентов и в общественных местах (транспорт), относятся к *шестому защищаемому положению*. Научная новизна данных пунктов обусловлена получением новых независимых данных, полученных диссертантом, по выведению из организма с мочой таких радионуклидов, как ^{225}Ac и ^{223}Ra . Также принципиально новыми являются результаты экспериментальной верификации содержания ^{223}Ra в точных водах медицинской организации, проводящей РНТ с использованием дихлорида ^{223}Ra . Полученные экспериментальные данные могут быть использованы для обоснования допустимых сбросов в канализацию и других радионуклидов, используемых при РНТ. Обоснованность защищаемого положения обусловлена наличием собственных экспериментальных данных,

согласующихся с данными, приведенными в научной литературе, использованием для оценки выведения при различных видах РНТ надежных данных, приведенных в научной литературе. Обоснованность оценок выведения с мочой ^{225}Ac и ^{223}Ra подтверждается проведением серий измерений с привлечением нескольких пациентов и повторными введениями РФЛП.

Пункты научной новизны 13 и 14, посвященные оценкам доз внешнего облучения критических групп населения от пациентов после процедур ядерной медицины и доз у пассажиров и членов экипажа транспортных средств от накопленных радионуклидов в баках биотуалетов после посещения их пациентом с терапевтическим РФЛП соответствуют *седьмому защищаемому положению*. Научная новизна данных пунктов обусловлена тем, что такие детальные оценки дозовых нагрузок на различные группы населения для рассмотренных процедур РНТ сделана впервые. Сделанные расчеты впервые позволили детально обосновать требования к ограничению выписки пациента из медицинской организации после РНТ, а также к ограничениям, связанным с проездом пациента от медицинской организации к месту проживания и ограничениям общения с близкими и родственниками и, в первую очередь с детьми. Обоснованность защищаемого положения обоснована детальным рассмотрением многочисленных сценариев облучения в зависимости от вида РНТ, используемого радионуклида, времени прошедшего с момента введения РФЛП и времени выписки пациента. Также обоснованность положения обусловлена детальными расчетами мощности дозы как от самого пациента, так и от накопленных радионуклидов в баках биотуалетов после посещения их пациентом с терапевтическим РФЛП.

Пункт научной новизны 15, посвященный разработке и научному обоснованию концепции оптимизации радиационной защиты пациентов и населения при проведении процедур ядерной медицины, основанной на единых требованиях, в зависимости от применяемых технологий, спектре радионуклидов и РФЛП соответствует *восьмому защищаемому положению*. Научная новизна данного положения обусловлена тем, что в диссертационной

работе Чипига Л. А. впервые представлена комплексная система обеспечения радиационной безопасности в ядерной медицине, охватывающая ее различные аспекты, от идентификации пациента и обоснования процедуры до контроля качества синтезированных РФЛП, дозиметрического планирования РНТ, проведения радиационного контроля сточных вод и информирования пациента о процедуре и проведение инструктажа при выписке. Новизна и обоснованность разработанной концепции подтверждается тем, что на ее основе был принят целый пакет новых методических указаний по обеспечению радиационной защиты пациентов, персонала медицинских учреждений и населения при проведении РНД и РНТ. Ряд таких методических указаний ранее отсутствовал.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что представленные в диссертационной работе Чипига Л. А. данные соответствуют всем критериям *научной новизны*, а *защищаемые положения являются обоснованными*.

Достоверность полученных результатов определяется высоким уровнем проведения лабораторных исследований динамики выведения ^{223}Ra и ^{225}Ac с мочой, обусловленным применением стандартных методик и современной высокочувствительной аппаратуры. Достоверность сделанных выводов о статистических параметрах, описывающих состояние ядерной медицины в Российской Федерации обоснована тем, что результаты исследований основаны на данных, собранных в 56 отделениях РНД (около 55 % отделений, подведомственных Минздраву России) в 18 регионах Российской Федерации. Расчет динамики поведения радионуклидов в организме пациентов и дозовых нагрузок на органы и ткани выполнены с использованием стандартных, апробированных программных продуктах, рекомендованных к использованию Международной комиссией по радиологической защите. Результаты, полученные на основе литературных данных и моделирования, верифицированы результатами экспериментальных работ. Дозиметрические оценки, связанные со сбросом жизненных отходов

пациентов в канализацию, а также с облучением от баков биотуалетов после посещения их пациентом с терапевтическим РФЛП, подтверждаются как прямыми измерениями, так и расчетами, выполненными при помощи надежного программного обеспечения МСНР. Соответствие расчетных и лабораторных данных проведено с использованием многочисленных статистических критериев. Поэтому достоверность полученных данных не вызывает у оппонента никаких сомнений.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 321 странице машинописного текста и состоит из введения, восьми глав, заключения и выводов, благодарностей и списка сокращений. Диссертация содержит 67 таблиц, 48 рисунков и 5 приложений. Список цитируемой литературы включает 348 источников, из них 141 – отечественных и 207 – зарубежных.

В *первой главе* дан литературный обзор на тему обеспечения радиационной безопасности в ядерной медицине. В обзоре дан анализ методов радионуклидной диагностики и терапии, изложены принципы и система радиационной безопасности при медицинском облучении, описаны методы радиационной защиты пациентов и населения, а также меры по обеспечению качества процедур ядерной медицины.

Во *второй главе* описаны объем, методы и объем исследований. Приведены данные по объектам и объемам исследования, описаны методы проведения экспериментальных работ и используемое оборудование. Дано описание методик отбора проб для оценки биовыведения ^{225}Ac -ДОТА-ТАТЕ из организма пациентов и отбора проб сточных вод медицинских организаций. Детально описаны методики построения моделей поведения радионуклидов в организме пациента и методик оценки их выведения. Также в деталях описано моделирование ситуаций облучения лиц из населения от пациентов после РНТ.

В *третьей главе* проанализированы тенденции развития и текущее состояние ядерной медицины в Российской Федерации. Сделан анализ аппаратного парка и распределения организаций, осуществляющих

Процедуры ядерной медицины по субъектам Российской Федерации. Проведен детальный анализ распределения доз облучения пациентов в зависимости от вида исследований или процедур и используемых радионуклидов. Продемонстрированы недостатки применяемой ранее формы отчетности форме №3-ДОЗ и даны рекомендации по ее совершенствованию, которые были внедрены в практику.

В *четвертой главе* диссертационной работы Чипига Л. А. дано научное обоснование методов оптимизации радиационной защиты пациентов в РНД. На основании собранных данных о параметрах проведения исследований в разных отделениях РНД в Российской Федерации определены значения РДУ для оптимизации радиационной защиты пациентов. Даны рекомендации по использованию методики по снижению вводимых активностей педиатрическим пациентам в зависимости от веса и применение низкодозовых протоколов КТ-сканирования в рамках гибридных исследований. В результате анализа наиболее распространенных РНД исследований и на основании поглощенных доз на органы и ткани пациентов, с использованием половозрастных коэффициентов риска для российской популяции были определены радиационные риски при проведении РНД. Обосновано, что большинство исследований ассоциировано с очень низким и минимальным риском. Продемонстрировано, что радиационный риск увеличивается при исследовании пациентов младшего возраста и для некоторых исследований классифицируется как умеренный. В главе даются рекомендации для поддержки принятия решения при выборе методов лучевой диагностики с учетом радиационных рисков по разным нозологиям.

В *пятой главе* рассмотрены вопросы научного обоснования методов дозиметрии и защиты пациентов в РНТ. Описаны методы оценки доз в органах и тканях у пациентов при РНТ с $^{223}\text{RaCl}_2$ и $^{225}\text{Ac-DOTATATE}$. Проведены расчеты поглощенных доз в органах и тканях пациентов при РНТ с $^{223}\text{RaCl}_2$ и $^{225}\text{Ac-DOTATATE}$. На основе собственных данных рассчитаны поглощенные дозы в патологических очагах при РНТ с $^{225}\text{Ac-DOTATATE}$ и $^{225}\text{Ac-PSMA-617}$.

Сделана верификация проделанных расчетов. Показано, что для обеспечения качества проводимых процедур РНТ необходимо внедрять персонализированный подход к оценке доз в патологических очагах пациентов с учетом распространенности процесса.

В *шестой главе* дано научное обоснование гигиенических требований к обращению с биологическими отходами пациентов. Рассмотрены модели выведения радионуклидов из организма пациентов при различных РНТ. Для верификации моделей выведения радионуклидов проведено экспериментальное определение активности $^{225}\text{Ac-DOTATATE}$ и ^{223}Ra в отходах пациентов (выведение с мочой). Разработан метод оценки активности радионуклидов, образующихся в сточных водах от пациента после РНТ и сделана оценка активности радионуклидов в сточных водах после различных видов РНТ. Приведены результаты экспериментальной верификация метода определения активности в сточных водах медицинской организации при проведении РНТ с ^{223}Ra . Разработана схема принятия решения для организации работы с биологическими отходами пациентов. Показано, что для некоторых РФЛП, включая терапевтические, достаточное снижение удельной активности радионуклидов в отходах пациента происходит естественным образом в системе водоотведения медицинской организации. Расчетным образом показано, что отходы, выделяемые пациентами в домашних условиях после выписки из медицинской организации, естественным образом разводятся в канализации многоквартирного дома до допустимых уровней удельной активности.

В *седьмой главе* дано научное обоснование гигиенических требований к выписке пациентов после РНТ. Рассмотрены сценарии облучения лиц из населения от пациентов после РНТ, мощность дозы от пациента после введения РФЛП и дозы, которые могут получить персонал и лица из состава населения при различных сценариях выписки пациента из медицинской организации и его поведения после выписки. Разработаны и обоснованы ограничения для пациентов после РНТ в транспорте, ограничения для близких

пациента после РНТ и гигиенические требования к выписке пациентов. Показано, что для пациентов, планирующих перемещение на большие расстояния, следует применять дополнительные ограничения по виду транспорта с учетом вида РНТ процедур и сценария выписки.

В *восьмой главе* приведена концепция и практические рекомендации обеспечения радиационной безопасности пациентов и населения в ядерной медицине. Содержание главы и выводы по ней основаны на результатах расчетных и экспериментальных работ, выполненных в предыдущих разделах. На основании полученных результатов разработан комплекс мероприятий для обеспечения радиационной безопасности при проведении процедур ядерной медицины, которые сведены в программу обеспечения качества.

В *заключении и выводах* кратко сформулированы основные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Научные положения диссертации соответствуют паспорту специальности 1.5.1. Радиобиология (биологические науки) по пунктам: п. 11 «Медицинская радиобиология» (основы лучевой терапии опухолей, радиационная гигиена); п. 15 «Радиационная защита» (проблемы радиационной безопасности, радиозащита).

Представленные в диссертационной работе Чипига Л.А. данные и результаты демонстрируют, что ее автор хорошо владеет проблемой обеспечения радиационной безопасности в области ядерной медицины, обладает глубокими теоретическими и практическими познаниями в области исследований, владеет современными методами вычислений. Диссертация изложена логично, структурирована, написана понятным и грамотным языком, ознакомление с ней не вызывает никаких трудностей. Теоретические положения, предложенные и рассмотренные в диссертационной работе, подтверждаются результатами самостоятельно проведенных лабораторных исследований.

Представленные в диссертационной работе материалы полностью обосновывают основные положения, выносимые автором на защиту. **Аннотация полностью отражает содержание диссертации.** Материалы диссертации Чипига Л.А. опубликованы в научной литературе, в том числе в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК, а также индексированных в системе Web of Science и Scopus. Результаты диссертационной работы послужили основой для создания целого ряда методических указаний, регулирующих вопросы обеспечения радиационной безопасности в ядерной медицине.

При ознакомлении с текстом диссертационной работы возникли следующие вопросы и замечания:

1. В первом положении, выносимом на защиту, в перечне используемых в Российской Федерации радионуклидов для РНД и РНТ не указаны такие радионуклиды, как ^{67}Ga , ^{68}Ga , ^{89}Sr , ^{153}Sm , ^{225}Ac .
2. На стр. 22 диссертации отмечается, что: «За 10 лет (2011-2021 года) численность пациентов с РПЖ на 100 тысячу населения увеличилась более чем в 2 раза (с 84,6 до 187,3... заболеваемость нейроэндокринными новообразованиями (НЭО) в стране выросла с 0,03 случаев на 100 тысячу населения в 2001 году до 5,19 на 100 тысячу населения в 2019 году (173 раза!)». Возникает закономерный вопрос – с чем связан такой рост онкологической заболеваемости? Это улучшение качества диагностики, увеличение продолжительности жизни, влияние плохой экологии, применение различных добавок в продукты питания или что-то иное?
3. В цитируемой работе Lassman and Nosske, 2013, ссылка [260], расчеты выполнены по предыдущей модели МКРЗ 67. В последующем с этой работой сравниваются собственные расчеты.
4. На рисунке 3.9 вклад от «прочих» видов исследований существенно превышает вклад от РНД для практически всех органов, представляющих клинический интерес. В связи с этим было бы желательно более детально представить виды исследований отнесенных к «прочим» видам РНД,

поскольку ОФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ исследования проводятся и для указанных на рисунках «стандартных» органов.

5. Заголовок таблицы 3.4 «*Структура коллективной дозы РНД в Российской Федерации в сравнении с другими странами*» может ввести читателя в заблуждение. Более корректным представляется название «Процентный вклад различных видов РНД в коллективную дозу от данного вида диагностики».
6. По таблице 4.2 имеется два вопроса. Первый - Учитывалось ли, что дозы на органы и ткани у детей и подростков могут отличаться от доз у взрослых пациентов как за счет различной анатомии и биокинетики, так и за счет различной дозировки РФЛП? Второй - Как проводилась оценка риска - по эффективной дозе (с учетом возраста) или по поглощенным дозам в отдельных органах и тканях?
7. Вопрос по таблице 4.3 – Для какой страны приведены данные в таблице и какой источник информации был использован? Для разных стран эти данные могут заметно отличаться.
8. Рисунок 5.1 сложен для восприятия. Практически невозможно различить кривые для разных органов. Ось абсцисс лучше было бы начать, как минимум, со значения 1 ч.
9. В таблице 5.1 присутствует неточность. Для цепочки распада, в которой продукты распада распадаются в том же органе, что и материнский продукт, что характерно для ^{223}Ra , резидентное время продуктов распада (^{219}Rn , ^{215}Po , ^{211}Pb , ^{211}Bi , ^{207}Tl) должно быть равно резидентному времени для материнского радионуклида ^{223}Ra .
10. Функция перехода ^{225}Ac из ^{225}Ac -DOTATATE, представленная на рисунке 5.3, получена при исследованиях *in vitro*. Учитывалось ли при расчете доз от высвободившегося ^{225}Ac то, что половина введенной активности ^{225}Ac -DOTATATE выводится с мочой в течение первых суток и в оставшийся период выведение также имеет место?

11. На стр. 148 указано, что оценки доз на патологический очаг при введении ^{225}Ac -DOTATATE и ^{225}Ac -PSMA-617 проводилось с использованием тераностических пар ^{68}Ga -DOTATATE и ^{68}Ga -PSMA-617. РФЛП на основе ^{68}Ga позволяют оценить долю вводимого нуклида, поступившую в патологический очаг, но вследствие малого периода полураспада не позволяют оценить скорости выведения препарата из опухоли. По-видимому, необходимо интенсифицировать работы по внедрению в медицинскую практику более долгоживущих радионуклидов для ПЭТ диагностики (^{89}Zr , ^{64}Cu , ^{86}Y). Возможно есть смысл вспомнить используемый в ОФЭКТ незаслуженно забытый ^{67}Ga .
12. Вызывают вопросы данные, предоставленные на рисунках 5.7 и 5.9 по поглощенным дозам в патологических очагах. На этих рисунках доза от ^{225}Ac выше, чем доза от ^{221}Fr , а доза от ^{217}At выше, чем доза от ^{221}Fr .
13. Выведение ^{223}Ra с мочой, действительно, относительно невелико и, в принципе, не будет оказывать существенного влияния на активность сбросов. Однако активность радия, выводимая с калом, на порядок превышает активность, выводимую с мочой. В первые сутки с калом выводится 10–12 % от вводимой активности. Из текста диссертации неясно, какая практика должна осуществляться, если пациент по той или иной причине задерживается в стационаре на первые 1–3 сут после введения $^{223}\text{RaCl}_2$.
14. На странице 181 указано: *«Для небольших МО, представляющих собой только отделение ядерной медицины, или при нахождении отделения ядерной медицины обособленно от остальных зданий МО, объемов воды в системе водоотведения может быть недостаточно»*. Следует ли из этого, что для таких учреждений нужен будет проект по обращению с РАО?
15. Требование к контролю радиоактивности сточных вод на выходе из системы канализации медицинской организации логично и, по нашему мнению, является правильным. Однако согласно ОСПОРБ-99/2010 (пункт 3.12.18), разбавление радиоактивных отходов (РАО) с целью снижения их

удельной активности запрещается. Формально, моча и кал пациента после РНТ являются РАО и их сброс даже в унитаз должен быть запрещен.

16. Таблица 7.11 сложна для восприятия. Понять ее можно только прочитав весь текст раздела. В таком виде в Методических указаниях ее не поймут. В этом плане Таблица 7.12 и Приложение Е будут гораздо эффективнее.

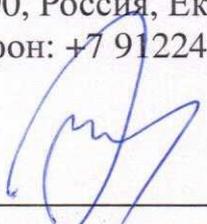
Сделанные замечания не носят принципиального характера и не ставят под сомнение научную значимость диссертационной работы Чипига Л. А., полностью соответствующей требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Заключение

Диссертационная работа Чипига Ларисы Александровны на тему «Научное обоснование совершенствования системы радиационной защиты в ядерной медицине», представленная на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.1. Радиобиология, решает важную научную и практическую проблему научного обоснования системы обеспечения радиационной безопасности в ядерной медицине, включающей в себя оптимизацию радиационной защиты пациентов и населения, а также программу обеспечения качества в радионуклидной диагностике и терапии, которая позволит повысить доступность процедур ядерной медицины и эффективность оказания онкологической помощи населению, без снижения достигнутого уровня радиационной безопасности в стране. Диссертационная работа Чипига Ларисы Александровны является законченной самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, содержащей новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и по критериям актуальности, научной новизны, обоснованности и достоверности выводов *полностью соответствует* требованиям пп. 9–11 и п.14 «Положения о присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в редакции

постановлений Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 № 335, от 02.08.2016 № 748, от 29.05.2017 № 650, от 28.08.2017 № 1024, от 01.10.2018 № 1168, от 20.03.2021 № 426, от 11.09.2021 № 1539), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Чипига Лариса Александровна заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.1 – Радиобиология.

Официальный оппонент,
Жуковский Михаил Владимирович, доктор
технических наук, специальность 05.26.02 – Безопасность
в чрезвычайных ситуациях (ядерный топливно-
энергетический комплекс), профессор,
главный научный сотрудник лаборатории
урбанизированной среды ФГБУН Институт промышленной
экологии УрО РАН,
620990, Россия, Екатеринбург, ул. Ковалевской, 20
Телефон: +7 9122418308, e-mail: michael@esco.uran.ru


Жуковский М. В.

« 06 » февраля 2026 г.

Подпись М. В. Жуковского заверяю:

Ученый секретарь ФГБУН Институт промышленной
экологии УрО РАН, кандидат биологических наук


Онищенко Александра Дмитриевна

« 02 » 2026 г.

