

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора геолого-минералогических наук, профессора РАН, Петра Сергеевича Микляева на диссертационную работу Дмитрия Викторовича Кононенко «Разработка методики оценки радиационного риска для здоровья населения при облучении радоном и его короткоживущими дочерними продуктами распада», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 3.2.1 – Гигиена.

**Актуальность работы.** Диссертационное исследование Д. В. Кононенко посвящено проблеме оценки риска для здоровья населения России при облучении радоном и его короткоживущими дочерними продуктами распада радона в домах. Проблема унификации методических приемов, а также выбора наиболее подходящей для реализации в РФ модели оценки риска, обусловленного радоном, и ее адаптации для использования с российскими данными остаются актуальными уже более 20 лет. Единых методологических подходов к оценке радонового риска в России до сих пор не было разработано. Несмотря на то, что Положение «О порядке оценки риска загрязнения окружающей среды здоровью населения в Российской Федерации (оценка риска)», утвержденное в 1997 г., предусматривало возможность временного использования американских методик, разработанных Агентством по охране окружающей среды (США), за прошедшие 20 лет распространения эти методики не получили, и в практической деятельности Роспотребнадзора не использовались. Вместе с тем, разработка комплекса мер по снижению уровней облучения населения России за счет природных источников ионизирующего излучения, в том числе радона и его ДПР, является одной из приоритетных задач по радиационной защите населения, что отражено в руководящих документах, в том числе в «Основах государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года». В Указе Президента РФ от 13.10.2018 № 585 в качестве одного из основных направлений фигурирует «совершенствование государственного контроля (надзора) за воздействием на здоровье человека природных источников ионизирующего излучения, в том числе радона и продуктов его распада, в жилых домах, детских учреждениях, общественных и производственных зданиях». В Указах Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 598 «О совершенствовании государственной политики в сфере здравоохранения» и от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской

Федерации на период до 2024 года» была поставлена задача повысить ожидаемую продолжительность жизни, в том числе за счет постепенного снижения показателей смертности населения от злокачественных новообразований. Отсутствие методического аппарата по оценке рисков в данном случае может приводить к ошибкам при определении целесообразности, приоритетности и оценке эффективности санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на снижение неблагоприятного воздействия на население такого важнейшего радиационно-опасного фактора, как радон. Таким образом, работа Д.В. Кононенко, несомненно, актуальна.

**Научная новизна** исследований определяется разработкой методики оценки риска для здоровья населения РФ при облучении радоном и его ДПР, которая подходит для различных сценариев облучения и различных наборов исходных измерительных и статистических медико-демографических данных. Впервые проанализированы с научной точки зрения, а также подвергнуты валидации, верификации и статистической обработке результаты измерений содержания радона в воздухе помещений, накопленные в Федеральном банке данных доз облучения населения РФ за счет природного и техногенно измененного радиационного фона (ФБДОПИ) за 17-ти летний период (с 2001 по 2017 гг.). На этой основе для всех субъектов РФ получены параметры распределения значений ОА радона с использованием предложенной схемы анализа. В соответствии с разработанной методикой, рассчитаны показатели риска для здоровья населения всех субъектов РФ при облучении радоном и его ДПР с использованием разработанной методики оценки риска.

**Практическая значимость** работы обусловлена внедрением в отечественную практику методики оценки риска для здоровья населения при облучении радоном и его ДПР, использование которой впервые дает возможность проводить сравнение рисков для здоровья человека, не только при облучении различными источниками ионизирующего излучения, но и при воздействии вредных факторов окружающей среды абсолютно разной природы, что ранее было невозможно.

**Достоверность и обоснованность** научных положений, выводов и практических рекомендаций определяется использованием огромного массива данных, собранных в рамках функционирования единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан за 17 лет (около 800 тыс. результатов измерений), а также значительного массива результатов измерений концентрации радона в воздухе образовательных учреждений Санкт-Петербурга, полученном при непосредственном участии автора диссертации (более 1100 результатов). Кроме того, достоверность результатов обеспечивается использованием поверенных средств измерений высокой точности, современных методов математической статистики и мощных программных

средств обработки данных, включая статистическую программу Statgraphics Centurion XVI.I.

В ходе работы была **решена важная задача, имеющая народно-хозяйственное значение** – проведена оценка риска для здоровья населения всех субъектов РФ при облучении радоном и его ДПР. Для этого были выбраны модели и наборы оцениваемых показателей, разработана методика процедуры оценки риска для здоровья населения РФ при облучении радоном и его ДПР, разработаны и внедрены соответствующие нормативные документы, проведены подготовка и статистический анализ данных о содержании радона в воздухе помещений жилых и общественных зданий во всех субъектах РФ.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений, списка литературы из 379 источников (из них 151 отечественных и 228 зарубежных). Работа изложена на 218 страницах (основной текст на 144 страницах, список литературы на 33 страницах, приложения на 41 странице), содержит 33 таблицы и проиллюстрирована 16 рисунками.

Во **Введении** обоснована актуальность темы диссертации, поставлена цель и определены задачи работы, представлены научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы основные защищаемые положения.

В **первой главе** автор дает развернутый добротный анализ современной научной литературы, посвященной влиянию внутреннего облучения радоном и его ДПР на здоровье человека. Особый интерес представляет рассмотрение вопросов изучения связи облучения радоном в детском и подростковом возрасте с различными онкологическими заболеваниями и учета возраста при оценке рисков. Проведенный анализ позволяет автору подтвердить актуальность выбранной темы и сформулировать основные цели и задачи исследования.

Во **второй главе** изложены методологические аспекты работы, описаны современные методы измерения содержания радона в воздухе помещений и обработки результатов радоновых обследований. Проведена апробация (тестирование) нескольких наиболее современных моделей риска на основе данных измерений содержания радона в воздухе детских образовательных учреждений г. Санкт-Петербурга, полученных при непосредственном участии автора диссертации. Также во второй главе была проведена фильтрация данных, содержащихся в Федеральной базе данных (всего 811 194 результатов измерений) методом верификации и валидации, в результате чего отфильтровано 1,71% от первоначального количества результатов. Для анализа массива

был предложен алгоритм, основанный на современных методах статистической обработки данных.

**Третья глава** посвящена результатам анализа применимости моделей и показателей риска для конкретных целей оценки риска с использованием российских медико-демографических данных. Сделан вывод, что модели, разработанные на основе результатов эпидемиологических исследований взрослых шахтеров, работавших продолжительное время при относительно высоких уровнях ЭРОА радона, не подходят для сложных сценариев облучения с относительно низкими уровнями экспозиции ДПР радона, в том числе, для учета облучения в детских образовательных учреждениях. Анализ применимости параметров риска показал, что наиболее оптимальными показателями оценки риска являются пожизненный кумулятивный риск (в качестве индивидуального показателя), и число смертельных случаев радон-индуцированного рака легких (в качестве популяционного показателя риска).

**В четвертой главе** представлены результаты разработки методики оценки риска для здоровья населения при облучении радоном. Предлагаемая методика основана на расчете индивидуального пожизненного риска смерти от радон-индуцированного рака легкого с использованием номинального коэффициента риска, рекомендованного в Публикации 126 МКРЗ. Предложенный метод расчета вошел в методические рекомендации «Расчет показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий для обеспечения комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации» (МР 2.6.1.0145-19). Для упрощения расчетов предложено реализовать дифференцированный подход к оценке риска для разных ситуаций облучения и разных наборов данных о содержании радона в воздухе помещений. Методика расчета была внедрена в виде методических рекомендаций «Оценка радиационного риска для здоровья населения за счет внутреннего облучения радоном и его дочерними продуктами распада» (МР 2.6.1.0172-20).

**Пятая глава** посвящена анализу распределений значений ОА радона в воздухе помещений жилых и общественных зданий в субъектах РФ. Проведен комплексный статистический анализ массива данных из Федерального банка данных, с применением предложенного автором алгоритма. Анализ материала позволил условно разделить субъекты РФ на четыре группы по степени совпадения распределения значений ОА радона с логнормальным законом. Выделены группы регионов идеальным, хорошим, недостаточным совпадением, а также четвертая группа с искаженным логнормальным распределением (40 субъектов РФ). В работе рассмотрены причины искажения

распределения, которые в основном связаны с систематическими методическими ошибками операторов. Был предложен и применен метод, позволяющий устранить искажения в распределении, не затрагивая при этом остальные результаты, и восстановить форму распределений. После применения данного метода к массивам данных во всех 40 субъектах РФ из четвертой группы отмечено хорошее или практически идеальное совпадение распределения значений ОА радона с логнормальным. После анализа и обработки данных были получены параметры распределения ОА радона, включая медианные значения с 95% доверительным интервалом и геометрическое стандартное отклонение, для каждого субъекта Российской Федерации.

В **шестой главе** продемонстрировано использование на практике разработанной методики оценки риска, и проведен расчет показателей риска для здоровья населения всех субъектов РФ при облучении радоном на основе полученных в пятой главе результатов анализа данных о содержании радона в воздухе помещений. Проведено сравнение полученного количества радон-индуцированных раков легкого со значениями данного показателя для рака других локализаций, а также с рисками при облучении другими источниками ионизирующих излучений, включая медицинское облучение. Показано, что риск смерти от радон-индуцированного рака легкого и рака других локализаций сопоставимы друг с другом. Годовой риск для населения РФ при облучении радоном и его ДПР на порядок превышает таковой при облучении во время медицинских процедур. Этот результат подтверждает важность задачи снижения уровня облучения населения субъектов РФ радоном и обоснованность ее включения в Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации.

В двух приложениях приведены разработанные и утвержденные на федеральном уровне методические документы МР 2.6.1.0145-19 и МР 2.6.1.0172-20.

Выводы сформулированы четко, аргументированы, соответствуют поставленным целям и задачам и логично вытекают из материалов диссертации.

По теме диссертации опубликовано 22 научные работы, в том числе 9 статей в журналах, входящих в перечень ВАК, из которых 8 статей в изданиях, индексируемых в базе Scopus, 2 методических рекомендаций, 1 монография. Результаты исследований многократно докладывались автором на научных конференциях, включая международные семинары МАГАТЭ.

Представленная диссертация Д. В. Кононенко является завершенным научным трудом (на что указывают достижение цели, решение поставленных задач, обоснованность и достоверность научных выводов, положений и рекомендаций), работа

написана хорошим ясным научным языком. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Принципиальные замечания по существу диссертации отсутствуют. Есть лишь некоторые ремарки.

1. В разделе 2.6 на стр. 61 указано: «Для решения первых двух задач исследования было проведено...», а затем на стр. 65 упоминается еще и «четвертая задача исследования», при этом читателю, чтобы вспомнить о каких задачах идет речь, и какая из них первая, а какая четвертая, приходится возвращаться на стр. 5 во Введение, где собственно, сформулированы задачи исследования. Это не очень удобно.

2. По результатам главы 6 проведено сравнение полученных значений параметров риска с рисками, связанными с другими локализациями рака, а также с другими источниками ионизирующего излучения, что, несомненно, крайне важно и интересно. Однако было бы интересно также увидеть сравнение значений радонового риска, полученных для Российской Федерации, с мировыми показателями. В том числе, например, с ситуацией в странах с близким распределением концентрации радона в домах, но с иными подходами к организации радонозащитных мероприятий. Таким образом, можно было бы получить некоторую приблизительную оценку эффективности комплекса радонозащитных мероприятий, применяемых в России.

## **Заключение**

Диссертационное исследование Дмитрия Викторовича Кононенко «Разработка методики оценки радиационного риска для здоровья населения при облучении радоном и его короткоживущими дочерними продуктами распада», представленное на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 3.2.1 – Гигиена, является завершенной квалификационной научной работой, выполненной автором самостоятельно. В ходе работы была решена важная задача разработки методики и оценки риска для здоровья населения всех субъектов РФ при облучении радоном и его ДПР.

Таким образом, диссертация Дмитрия Викторовича Кононенко соответствует всем требованиям пп. 9-11 «Положения о присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 N 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 кандидатским диссертациям, а ее автор,

Дмитрий Викторович Кононенко, несомненно, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 3.2.1 – Гигиена (14.02.01 – Гигиена).

Д.г.-м.н., профессор РАН,  
Заместитель директора по научной работе  
ФГБУН Институт геоэкологии  
им. Е.М. Сергеева РАН



П.С. Микляев

30 ноября 2021 г.

101000, Москва, Уланский пер., д. 13, стр. 2  
ФГБУН Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН (ИГЭ РАН)  
<https://www.geoenv.ru>  
Тел.: +7 495 623-31-11  
+7 926 135-95-63  
E-mail.: [peterm7@inbox.ru](mailto:peterm7@inbox.ru)



П.С. Микляев

30 ноября 2021 г.

Согласен на обработку персональных данных

ПОДПИСИ

Заверяю: начальник отдела кадров ИГЭ РАН 
"03"  2021

