

А.В. Аклеев<sup>1,2</sup>, Т.В. Азизова<sup>3</sup>, С.А. Иванов<sup>4</sup>, С.М. Киселев<sup>5</sup>,  
Р.М. Тахауов<sup>6,7</sup>, С.В. Фесенко<sup>8</sup>, С.М. Шинкарев<sup>5</sup>

**ИТОГИ 70-й СЕССИИ НАУЧНОГО КОМИТЕТА  
ПО ДЕЙСТВИЮ АТОМНОЙ РАДИАЦИИ (НКДАР) ООН  
(Вена, 19–23 июня 2023 г.)**

<sup>1</sup> Уральский научно-практический центр радиационной медицины  
Федерального медико-биологического агентства, Челябинск

<sup>2</sup> Челябинский государственный университет, Челябинск

<sup>3</sup> Южно-Уральский институт биофизики Федерального медико-биологического агентства,  
Челябинская область, Озёрск

<sup>4</sup> Медицинский радиологический научный центр имени А.Ф. Цыба Минздрава России,  
Калужская область, Обнинск

<sup>5</sup> Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

<sup>6</sup> Северский биофизический научный центр ФМБА России, Томская область, Северск

<sup>7</sup> Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России, Томск

<sup>8</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Калужская область, Обнинск

Контактное лицо: Александр Васильевич Аклеев, e-mail: akleyev@urcrm.ru

**РЕФЕРАТ**

Представлены основные результаты 70-й сессии Научного комитета по действию атомной радиации Организации объединенных наций (НКДАР ООН), которая прошла в период с 19 по 23 июня 2023 г. В работе сессии приняли участие эксперты из 30 стран-членов НКДАР ООН, а также представители международных организаций. В рамках совещаний рабочей группы и подгрупп состоялось обсуждение документов R.757 «Повторные первичные раки после радиотерапии», R.758 «Эпидемиологические исследования радиации и рака», R.759 «Оценка облучения населения природными и иными источниками ионизирующего излучения», R.760 «Оценка влияния радиационного воздействия на заболевания системы кровообращения» и R.761 «Влияние ионизирующего излучения на нервную систему». Были также рассмотрены промежуточные отчеты Комитета: UNSCEAR/70/7 «Реализация стратегии Комитета по совершенствованию сбора, анализа и распространения данных по радиационному облучению, включая предложения специальной рабочей группы по источникам и облучению», UNSCEAR/70/8 «Реализация программы работы Комитета и проекты на период 2025–2029 гг., включая предложения специальной рабочей группы по эффектам и механизмам», рабочие материалы для этого документа «Термины, используемые Научным комитетом по действию атомной радиации», UNSCEAR/70/9 «Реализация стратегии информирования общественности и информационно-просветительской деятельности на период 2020–2024 гг. и отчет Генеральной Ассамблеи ООН.

**Ключевые слова:** НКДАР ООН, 70-я сессия, профессиональное облучение, облучение населения, доза, рак

**Для цитирования:** Аклеев А.В., Т.В. Азизова, Иванов С.А., Киселев С.М., Тахауов Р.М., Фесенко С.В., Шинкарев С.М. Итоги 70-й сессии Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН (Вена, 19–23 июня 2023 г.) // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2024. Т. 69. № 1. С. 5–14. DOI:10.33266/1024-6177-2024-69-1-5-14

A.V. Akleyev<sup>1,2</sup>, T.V. Azizova<sup>3</sup>, S.A. Ivanov<sup>4</sup>, S.M. Kiselev<sup>5</sup>,  
R.M. Takhauov<sup>6,7</sup>, S.V. Fesenko<sup>8</sup>, S.M. Shinkarev<sup>5</sup>

**Results of the 70-th Session of the United Nations Scientific Committee on the Effects  
of the Atomic Radiation (UNSCEAR) (Vienna, 19–23 June, 2023)**

<sup>1</sup> Urals Research Center for Radiation Medicine, Chelyabinsk, Russia

<sup>2</sup> Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

<sup>3</sup> Southern Urals Biophysics Institute, Chelyabinsk Region, Ozyorsk, Russia

<sup>4</sup> A. Tsyb Medical Radiological Research Centre, Obninsk, Russia

<sup>5</sup> A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

<sup>6</sup> Seversk Biophysical Research Centre, Seversk, Russia

<sup>7</sup> Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

<sup>8</sup> Russian Research Institute for Radiology and Agro-Ecology, Obninsk, Russia

Contact person: A.V. Akleyev, e-mail: akleyev@urcrm.ru

**ABSTRACT**

The paper dwells upon the key outcomes of the 70-th Session of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) which took place during 19-23 June 2023. Experts from 30 UNSCEAR Member-states as well as the

representatives of international organizations participated in the work of the Session. Within the framework of the meetings of the working group and subgroups the documents on the following projects were discussed: R.757 "Second primary cancer after radiotherapy", R.758 "Epidemiological studies of radiation and cancer", R.759 "Evaluation of public exposures to ionizing radiation from natural and other sources", R.760 "Evaluation of diseases of the circulatory system from radiation exposure" and R.761 "Nervous system effects of ionizing radiation". The Committee also discussed interim reports: UNSCEAR/70/7 "Implementation of the Strategy to improve collection, analysis and dissemination of data on radiation exposure (including consideration of the Committee's ad hoc working group on sources and exposure)", UNSCEAR/70/8 "Implementation of the Committee's Future Programme of Work and proposals for 2025–2029 period (including consideration of the Committee's ad hoc working group on effects and mechanisms)", working materials for this document "Terms used by the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation", UNSCEAR/70/9 "Implementation of public information and outreach strategy for 2020–2024" and Report to the UN General Assembly.

**Keywords:** 70-th UNSCEAR Session, occupational exposure, public exposure, dose, cancer

**For citation:** Akleyev AV, Azizova TV, Ivanov SA, Kiselev SM, Takhauov RM, Fesenko SV, Shinkarev SM. Results of the 70-th Session of the United Nations Scientific Committee on the Effects of the Atomic Radiation (UNSCEAR) (Vienna, 19–23 June, 2023). Medical Radiology and Radiation Safety. 2024;69(1):5–14. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2024-69-1-5-14

## Введение

В работе 70-й сессии Научного комитета по действию атомной радиации Организации объединенных наций (НКДАР ООН) 19–23 июня 2023 г. приняли участие эксперты из 30 стран, которые являются членами НКДАР ООН. В сессии Комитета также участвовали наблюдатели от 11 международных организаций: Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), Международная организация труда (МОТ), Международное агентство по изучению рака (МАИР), Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО), Подготовительная комиссия для организации по договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ПК ОД-ВЗЯИ), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Европейский Союз (ЕС), Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ), Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ) и Агентство по ядерной энергии (АЯЭ).

В составе Российской делегации (рис. 1) в работе сессии приняли участие А.В. Аклеев (представитель Российской Федерации в НКДАР ООН, руководитель делегации, УНПЦ РМ ФМБА России) и 6 экспертов: Т.В. Азизова (ЮУрИБФ ФМБА России), С.А. Иванов (МРНЦ им. А.Ф. Цыба Минздрава России), С.М. Киселев (ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России), Р.М. Тахауов (СБН Центр ФМБА России), С.В. Фесенко (ВНИИРАЭ) и С.М. Шинкарев (ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России).

В соответствии с результатами прошлогодних выборов роль председателя на 70-й сессии исполняла представитель Канады Дж. Чен (J. Chen), а в качестве вице-председателей выступали представитель Бразилии Л. Васконселос де Са (L. Vasconcellos de Sá), представитель Финляндии Э. Аувинен (A. Auvinen) и представитель Германии А. Фридл (A. Friedl). Обязанности репортера исполняла представитель Бельгии С. Баатут (S. Baatout). Они совместно с научным секретарем НКДАР ООН Б. Батанджиевой-Меткалф (B. Batandjéva-Metcalf) обеспечивали организационное руководство 70-ой сессией НКДАР ООН.

Председатель Дж. Чен открыла 70-ю сессию НКДАР ООН и представила новых представителей стран-участниц. Учёный секретарь Б. Батанджиева-Меткалф представила повестку сессии (рис. 2).

В рамках работы сессии состоялось техническое обсуждение и рассмотрение промежуточных отчётов, документов секретариата Комитета и отчёта Генеральной Ассамблеи ООН. Российская делегация приняла активное участие в подготовке и обсуждении всех документов, рассмотренных на сессии.



Рис. 1. Члены российской и белорусской делегаций. Слева направо первый ряд: Е.В. Николаенко (заместитель представителя Республики Беларусь), Р.М. Тахауов, А.В. Аклеев, А.В. Булычев (представитель Постпредства России в Вене), С.В. Фесенко, Т.В. Азизова. Второй ряд: С. И. Сычик (представитель Республики Беларусь), С.М. Киселев, С.М. Шинкарев, С.А. Иванов

Fig. 1. Members of the Russian and Belarusian delegations. Front row, left to right: Alena Nikalayenka (Deputy Representative of the Republic of Belarus), R.M. Takhauov, A.V. Akleyev, A.V. Bulychev (Representative of the Russian Permanent Mission in Vienna), S.V. Fesenko, T.V. Azizova. Second row, left to right: S.I. Sychik (Representative of the Republic of Belarus), S.M. Kiselev, S.M. Shinkarev, S.A. Ivanov

## Основные результаты обсуждения документов

### Документ R.757 «Повторные первичные раки после радиотерапии»

В отчётном документе были представлены современные данные о повторных первичных раках после радиотерапии. Задачами документа являются: оценка влияния радиотерапии на развитие повторных первичных раков, вклада химиотерапии, их совместного влияния в сочетании с другими факторами, и в первую очередь с генетической предрасположенностью, а также понимание механизмов развития повторных первичных раков. Этот документ является важным и актуальным в связи с тем, что неуклонно увеличивается контингент лиц, вы-





Рис. 2. Открытие 70-ой сессии. В президиуме председатель сессии представитель Канады Дж. Чен (вторая слева), ученый секретарь НКДАР ООН Б. Батанджиева-Меткалф (третья слева) и репортер представитель Бельгии С. Баатут (первая слева)

Fig. 2. Opening of the 70th session. In the Presidium: Jing Chen (representative of Canada) – Chair of the Committee (second from left), Borislava Batandjjeva-Metcalf – the Secretary of UNSCEAR (third from left) and Sarah Baatout (representative of Belgium) – Rapporteur (first from left)

живших после радиотерапии рака, в том числе в России, увеличивается продолжительность их жизни и позднее развивается повторный первичный рак.

Документ включает несколько разделов: «Введение», «Онкология», «Радиобиология», «Дозиметрия», «Эпидемиология», «Заключение».

На 70-й сессии при рассмотрении документа в рабочей группе (РГ) было рассмотрено 5 ключевых комментариев. Экспертами НКДАР ООН из 18 стран, в том числе из Российской Федерации, было сделано более тысячи комментариев, из которых большинство редакционного характера.

Ключевым вопросом по мнению экспертов являются критерии установления диагноза повторного первичного рака после радиотерапии. В разделе «Онкология» были подробно рассмотрены три клинических случая развития повторного первичного рака, для которых была установлена связь с предшествующей радиотерапией. Комитет рекомендовал РГ все эти случаи включить в отчет. Кроме того, рекомендовано представить случаи, для которых есть неопределенности при установлении диагноза повторного первичного рака после радиотерапии.

РГ также обсудила вопрос наличия данных клинических исследований, имеющих отношение к изучаемой проблеме, для их включения в мета-анализ.

РГ отметила отсутствие в отчете обсуждения с рассмотрением проблем, связанных с радиотерапией источниками внутреннего облучения или брахитерапии и рекомендовала экспертам включить этот вопрос в разделы «Дозиметрия», «Онкология» и «Будущие исследования».

РГ предложила не включать детальное описание доз облучения, накапливаемых в ходе визуализационных обследований, поскольку это будет сделано в документе R.758, посвященном эпидемиологическим исследованиям рака при воздействии ионизирующего излучения. Кроме того, РГ согласилась, что каждый из разделов – «Онкология», «Радиобиология», «Дозиметрия», «Эпидемиология», должны начинаться кратким введением и заканчиваться заключением по разделу.

В целом, Комитет одобрил черновик документа. Но рекомендовал сократить разделы «Радиобиология», «Дозиметрия», «Эпидемиология»; в каждом разделе на-

писать заключение, а в разделе «Заключение» отразить только главные выводы. В разделе «Радиобиология» основной акцент рекомендовано сделать на данных, имеющих отношение к механизмам развития повторного первичного рака после радиотерапии, уделить особое внимание интерпретации данных о биомаркерах радиационного воздействия и индуцированного биологического эффекта. В разделе «Дозиметрия» необходимо сосредоточить внимание на поглощенной в ткани и органе дозе облучения. В разделе «Эпидемиология» основное внимание уделить результатам мета-анализа риска повторного первичного рака, включая модификацию риска с учетом влияния химиотерапии и возраста на время радиотерапии. Интерпретация полученных результатов должна быть осторожной с учетом всех неопределенностей дозиметрии, ограничений мета-анализа и существующих пробелов в знаниях (генетическая предрасположенность, латентный период, комплексное влияние радио- и химиотерапии, влияние других факторов риска и пр.).

Комитет рекомендовал существенную и тщательную доработку документа с учетом замечаний и предложений. Следует отметить, что важно длительное наблюдение пациентов, выживших после радиотерапии, с целью раннего выявления повторных раков и других эффектов (болезни системы кровообращения, нервной системы) в отдаленном периоде после радиотерапии.

### **Документ R.758 «Эпидемиологические исследования радиации и рака»**

Этот документ имеет важное значение для совершенствования системы радиационной безопасности персонала и населения, так как злокачественные новообразования являются основным отдаленным радиационным эффектом. На 65-ой сессии (2018 г.) НКДАР ООН согласился обновить свой отчет за 2006 г. и приступил к оценке более поздних эпидемиологических исследований рака, инициировав углубленный анализ литературы после 2006 г. на основе принципов и критериев качества эпидемиологических исследований.

На 66-й сессии НКДАР ООН (2019 г.) была создана ЭГ во главе с Д. Ричардсоном (США), в которую вошли ведущие эксперты в области радиационной эпидемиоло-

гии. На 67-й сессии НКДАР ООН (2020 г.) были представлены первые экспертные оценки по радиационной эпидемиологии онкологических заболеваний, полученные после публикации специального отчёта НКДАР ООН в 2006 г. На 68-й сессии НКДАР ООН (2021 г.) ЭГ представила анализ 561 публикации по рассматриваемой проблеме, включающий исследование по технологиям «случай–контроль», «когортные исследования». На 69-й сессии НКДАР ООН (2022 г.) ЭГ представила первый вариант отчёта по оценке пожизненного радиационно-обусловленного канцерогенного риска.

При анализе публикаций по тематике радиационной эпидемиологии ЭГ обращала внимание на следующие аспекты исследований: период наблюдения, тип исследований (заболеваемость, смертность), число онкозаболеваний, число накопленных человеко-лет наблюдения, величина средней дозы облучения. В соответствии с утвержденным планом работ ЭГ в IV квартале 2025 г. предполагается публикация окончательной версии документа НКДАР ООН по данной тематике.

Документ R.758, представленный на 70-й сессии НКДАР ООН, включал следующие основные разделы:

- методологические аспекты оценки пожизненного канцерогенного риска;
- анализ новых исследований по данной тематике;
- сценарии радиационного воздействия на популяционном уровне;
- риск солидных раков в целом и лейкозов;
- риск злокачественных новообразований по локализациям (рак желудка, рак легких, рак печени и др.).

Важно подчеркнуть, что по всем направлениям представлены итоговые данные рискованного анализа в терминах избыточного относительного риска (ERR) и доверительные границы.

Важно отметить, что в документе НКДАР ООН R.758 дается анализ большого числа опубликованных работ по канцерогенному риску, выполненных в УНПЦ РМ ФМБА России, ЮУрИБФ ФМБА России и МРНЦ им. А.Ф. Цыба Минздрава России. Результаты многолетних исследований проводимых в Российской Федерации и связанных с анализом канцерогенных эффектов у населения вследствие радиационных аварий на ПО «Маяк» и Чернобыльской АЭС, а также у персонала ПО «Маяк» остаются важными источниками информации о риске рака и лейкоза после различных сценариев облучения человека.

#### ***Документ R.759 «Оценка облучения населения природными и иными источниками ионизирующего излучения»***

Оценка источников и доз облучения человека является одним из основных направлений деятельности НКДАР ООН. Так, уже первый отчёт, принятый 13 июня 1958 г., содержал широкий обзор источников облучения человека как природного происхождения, так и связанных с использованием ядерных технологий в медицине, промышленности и сельском хозяйстве [1]. При этом особое внимание было уделено последствиям испытаний ядерного оружия. С тех пор каждые 10–15 лет эти материалы пересматривались и уточнялись, что позволило достаточно точно оценить роль различных источников облучения и их влияние на окружающую среду и человека. Документ R.759 «Оценка воздействия ионизирующего излучения на население» продолжает эту серию.

Разработка документа началась в 2020 г., отчёт должен быть представлен на утверждение Комитету в 2024 г. Подготовка документа проводится группой экс-

пертов, координируемой М.И. Балоновым. Участие в подготовке документа принимают С.М. Киселев (ФМБЦ им. А.И. Бурназяна) и С.Н. Лукашенко (Курчатовский институт, ВНИИРАЭ). Информационную основу R.759 составляют данные научной литературы, опубликованные в период с 2007 по 2022 гг., а также результаты опроса, организованного в рамках «Глобального исследования воздействия ионизирующего излучения на население». Организация и результаты этой деятельности подробно рассматривались на 68-й и 69-й сессиях НКДАР ООН [2, 3]. В 2023 г. ЭГ фактически завершила анализ опубликованных научных материалов, а также сбор представленных национальных данных по облучению населения источниками ионизирующего излучения (ИИИ) и приступила к подготовке научных приложений документа.

Проект документа вызвал широкий интерес, получено более 700 замечаний и предложений из 19 стран, подавляющее количество которых рассмотрено и учтено при подготовке его текущей версии.

На настоящий момент сформирована структура научного приложения документа, включающая три основных тематических раздела:

- Методология оценки доз (источники исходных данных, анализ их неопределенностей и собственно изложение методологии оценки дозы облучения от различных ИИИ).
- Облучение населения от природных ИИИ (радон и торон, и другие природные источники излучения).
- Облучение населения от антропогенных ИИИ (производство ядерной энергии, облучение в результате применения ядерных технологий, отличных от производства ядерной энергии, военного использования ядерных и радиоактивных материалов в прошлом, долгосрочного облучения в результате радиологических инцидентов и аварий).

В настоящем обзоре рассмотрены основные элементы методологии оценки доз облучения населения и критерии качества оценки облучения населения ИИИ, которые были обсуждены на текущей сессии НКДАР ООН.

#### ***Методология оценки доз облучения населения***

Методические подходы к оценке облучения населения в результате выработки электроэнергии с учетом основных технологий как ядерного, так и неядерного характера актуализированы с учетом опубликованных ранее документов [4–6]. Особенности оценки доз облучения населения, проживающего на территориях, загрязненных в результате аварий и инцидентов, базируются на подходе, изложенном в отчётах НКДАР по аварии на АЭС Фукусима-1 [7, 8]. Комитет пересмотрел и обновил методологию оценки облучения населения в результате радиоактивных выбросов. Важные изменения коснулись оценки доз облучения населения при добыче и переработке радиоактивного топлива, а также хранении и захоронении радиоактивных отходов (РАО). Методология оценки доз для этих сценариев загрязнения окружающей среды была расширена, и учитывает сброс жидких стоков в речные системы и различные формы обращения с РАО. При этом предложено не связывать дозы от хранилищ РАО непосредственно с производством ядерной энергии из-за различий в сроках облучения по сравнению со сроками эксплуатации электростанции. Учитывая малый объем представленных национальных данных по выбросам и сбросам радиоактивных веществ на предприятиях неядерных отраслей промышленности, включая хранилища РАО, для модельных расчетов предложен подход к оценке доз облучения населения на примере рассмотрения отдельных тематических исследований на



конкретных объектах. Подобный подход к представлению материалов прочно вошел в практику подготовки международных документов и применен в настоящем документе в отношении объектов ядерного и уранового наследия. Гетерогенный характер загрязнения территорий расположения объектов ядерного наследия, а также сложность выделения техногенного компонента загрязнения на фоне повышенного природного радиоактивного фона в районах расположения объектов уранового наследия, не позволяют на настоящий момент сформировать единый методический подход к моделированию распределения радионуклидов в окружающей среде, и, как следствие, достоверной оценке доз облучения населения, проживающего на этих территориях.

Методология оценки доз облучения населения за счет изотопов радона и их короткоживущих дочерних продуктов распада основывается на применении коэффициента дозового перехода, определенного по результатам эпидемиологических исследований [9]. На 70-й сессии подтверждено, что Комитет придерживается ранее озвученной позиции по применению прежнего дозового коэффициента, а именно  $9 \text{ нЗв}/(\text{Бк}\cdot\text{ч}/\text{м}^3)$ , для дозовых оценок. Источником данных для оценки доз облучения являются результаты региональных или национальных обследований, репрезентативность которых определяет достоверность проводимых оценок. В этом отношении, анализируя представленные Комитетом критерии качества данных результатов радоновых обследований, российской стороной критически обсуждены вопросы целесообразности применения долгосрочных методов измерения радона (длительностью более 30 сут) в качестве единственно достоверного источника данных для оценок доз облучения населения. Необходимо отметить, что поведение радона в воздухе помещений характеризуется не только временной, но и существенной пространственной вариабельностью. Поэтому для достоверной оценки облучения на региональном/национальном уровнях представляется разумным применить гибкий подход, обеспечивающий возможность реализации массового характера проведения измерений и, в то же время, достоверного определения среднегодовых значений радиоактивного газа в воздухе помещений. Это может быть реализовано при сочетанном применении как долгосрочных, так и краткосрочных средств измерений в практике национальных обследований.

*Критерии качества оценки облучения населения источниками ионизирующего излучения*

На 70-й сессии Комитет одобрил методологию и подход к критериям качества, которые будут применяться в оценке доз облучения и которые представлены в проекте приложения под названием «Методология и критерии качества для оценки воздействия ионизирующего излучения на население».

Вызывает большие вопросы целесообразность использования стратегии Комитета по сбору данных об облучении населения на основе национальных опросов для проведения дозовых оценок.

Сбор данных является добровольным, формат его проведения в целом не предполагает проверку достоверности получаемых данных. Фрагментарность предоставляемой национальными контактными лицами (НКЛ) информации является источником существенных неопределенностей для модельных расчетов доз облучения. При сравнительном анализе важное значение имеет сопоставимость получаемых данных, то есть важно, чтобы они оценивались на основе едино-

го методического подхода. В этой связи важно, чтобы они основывались на рекомендациях МКРЗ и последних стандартах безопасности МАГАТЭ, то есть оценка проводилась бы в отношении «репрезентативного человека», а не «среднего члена критической группы». Концептуальное изменение регулирования в области радиационной защиты является длительным процессом, и представленные данные в большинстве случаев были даны на основе концепции «критической группы». Это ставит задачу гармонизации национальных подходов к радиационному регулированию с международными требованиями и было подчеркнуто в докладе рабочей группы НКДАР ООН. Отметим, что эта задача до настоящего времени не решена и в российском законодательстве.

Таким образом, при дальнейшем использовании стратегии сбора данных на основе национальных опросов необходимо определиться с минимально необходимым объемом и форматом данных для решения научных задач и выработать механизмы их верификации.

Одним из дискуссионных моментов в обработке данных является наличие цензурированных результатов измерений. Массивы таких данных растут, учитывая околофоновые уровни загрязнения окружающей среды в районах расположения объектов ядерной/неядерной областей промышленности. В настоящем документе рассмотрен и принят подход к обработке цензурированных данных при статистической обработке массивов и косвенных измерениях. Он заключается в преобразовании записи цензурированных данных на измеренное значение  $X$  с указанием его расширенной неопределенности  $U$  при условии  $X=U=0,5 \cdot \text{МДА}$ . Безусловно, подобное преобразование минимально детектируемой активности (МДА) вызовет смещение среднего значения, но оно будет минимальным в сравнении с принципом игнорирования данных. Проблема «раздувания» дисперсии, вызванная наличием большого количества цензурированных данных в выборке, может быть решена использованием непараметрических средних – к примеру, медианы.

В проекте обсуждаемого приложения Комитетом актуализированы дозовые коэффициенты и другие параметры для расчета доз, опубликованные в документах МКРЗ и НКДАР ООН. В частности, при рассмотрении документа представителем Норвегии был поднят вопрос о корректировке коэффициента поступления  $^{210}\text{Po}$  в организм человека с учетом появившихся новых научных данных. Известно, что рассматриваемый радионуклид во многом определяет дозы облучения от морепродуктов, вследствие чего корректная оценка его поступления в организм человека имеет важное значение с точки зрения оценки последствий радиоактивного загрязнения водных экосистем. Поправочный коэффициент 0,6 (от вылова до потребления морепродуктов) для поступления  $^{210}\text{Po}$  по этой пищевой цепочке был предложен в 2000 г. на основе данных, доступных на это время. Учитывая, что за последние годы технологии вылова и обработки морепродуктов изменились, отмечено, что этот параметр может существенно варьировать и должен определяться с учетом конкретной ситуации. Также было отмечено, что основой для обновления этого параметра могут быть новые данные, полученные в рамках скоординированного исследовательского проекта МАГАТЭ.

В завершение рассмотрения документа R759 следует отметить, что за прошедшие 15 лет с момента выхо-

да последнего отчёта НКДАР ООН в этой области [5] российскими специалистами проведены исследования большого объема, собраны и проанализированы уникальные материалы по облучению населения на территориях расположения площадок ядерного наследия. Представляется важным обсуждение этих материалов в российском научном сообществе для достойного представления результатов этих исследований в документе НКДАР ООН.

#### **Документ R.760**

##### **«Оценка влияния ионизирующего излучения на развитие болезней системы кровообращения»**

Работа ЭГ по подготовке этого документа началась в 2021 г. Целью документа является представление обзора результатов исследований развития болезней системы кровообращения (БСК) при воздействии ионизирующего излучения, проведенных в период 2006-2022 гг.; оценка моделей радиогенного риска БСК и, при возможности, прогноз, учитывая неопределенности малых доз.

На 70-й сессии был представлен прогресс в работе ЭГ. К настоящему времени:

- осуществлен поиск литературных источников, содержащих результаты исследования БСК в базах данных MedLine (PubMed) и Embase на основе двух скринингов, используя согласованные между экспертами ключевые слова по трем направлениям: эпидемиология, радиобиология и патофизиология;
- проведена оценка качества каждого из найденных литературных источников (подходит, не подходит, не ясно) на основе разработанных критериев. В случаях, где один из экспертов оценивал источник как «не ясно», к оценке подключались еще 2 эксперта. В результате этой тщательной и кропотливой работы были отобраны подходящие для обзора литературные источники: 83 по эпидемиологии, 178 по радиобиологии и 99 по патофизиологии.

На следующем этапе ЭГ продолжит работу с идентифицированными литературными источниками.

ЭГ предложила Комитету обсудить несколько ключевых вопросов, касающихся терминологии, поиска литературы, дозиметрии и нерадиационных факторов развития БСК.

Во время обсуждения были приняты следующие решения:

- не использовать другие базы данных научной литературы, и использовать те ключевые слова, которые уже были согласованы экспертами;
- необходимо дать четкие определения эффектам и указать, где это необходимо, синонимы;
- не включать в анализ сахарный диабет как отдельный изучаемый эффект, а рассматривать его как фактор, влияющий на риск развития БСК (в главе по метаболическим болезням);
- ключевым критерием оценки качества исследований, включенных в обзор, рассматривать качество дозиметрии, использованной в исследованиях;
- не проводить мета-анализ данных.

Кроме этого Комитет и ЭГ обсудили несколько открытых вопросов, включая влияние нерадиационных факторов на развитие БСК, биологическую эффективность различных типов облучения и биологические механизмы и модели развития БСК при воздействии ионизирующего излучения. Но пока неясно, будут ли эти вопросы в достаточной мере освещены в идентифицированных литературных источниках.

В целом, Комитет одобрил работу ЭГ и рекомендовал подготовить первый черновик документа для обсуждения на следующей сессии.

#### **Документ R.761 «Влияние ионизирующего излучения на нервную систему»**

Подробный план документа «Влияние ионизирующего излучения на нервную систему» был одобрен на 69-й сессии НКДАР ООН в 2022 г. На 70-й сессии был представлен отчет по формированию ЭГ и основных результатах начала работы. Отмечено, что документ будет содержать научное Приложение, в котором будут представлены результаты исследований и дана оценка влияния ионизирующего излучения на нервную систему. Планируется оценка формы зависимости доза–эффект, рисков возникновения различных эффектов, а также их модификация в зависимости от пола, возраста на момент облучения и достигнутого возраста.

Представленная оценка позволит лучше понять проблему радиогенного риска болезней центральной и периферической нервной системы и предоставит научные обоснования для принятия решений в области радиологической защиты и радиационной безопасности.

Обсуждение документа, главным образом, относилось к его будущему содержанию и согласованию отдельных аспектов, которые необходимо включить, а именно:

- оценка эффектов, развивающихся в центральной и периферической нервной системе при высоких дозах (при радиотерапии, в том числе с учетом влияния химиотерапии), и низких дозах облучения, а также их патогенетических механизмов;
- рассмотрение потенциальной связи между облучением и когнитивными нарушениями, особенно у детей, при медицинском облучении;
- последствия внутриутробного облучения, в первую очередь, касающиеся когнитивных способностей;
- описание и сравнение различных методик оценки когнитивных способностей.

Кроме этого, Комитет рекомендовал ЭГ ограничить данные об анализе психологических и психиатрических аспектов в этом документе.

На следующем этапе основными задачами ЭГ будут: определение стратегий поиска и анализа литературы; согласование содержания будущего документа и распределение задач между экспертами.

В целом, Комитет одобрил работу ЭГ.

#### **Промежуточный отчет Комитета UNSCEAR/70/7 «Реализация стратегии Комитета по совершенствованию сбора, анализа и распространения данных по радиационному облучению, включая предложения специальной рабочей группы по источникам и облучению»**

С 2010 г. НКДАР ООН разрабатывает систему сбора данных о профессиональном, природном и медицинском облучении для проведения оценок облучения населения ИИИ. На основе представляемых НКДАР ООН оценок международные организации определяют приоритеты в развитии подходов к радиационной защите населения от воздействия ионизирующего излучения. Комитет разработал долгосрочную стратегию, призванную обеспечить устойчивое и последовательное накопление информации, необходимой для подготовки научных докладов в исследуемых областях. Она основана на использовании трех источников данных: информационных ресурсов международных организаций (МАГАТЭ, ВОЗ, МОТ и др.), данных, опубликованных в научных журналах, и результатах национальных опросов.



Одним из ключевых источников, по мнению Комитета, является информация от стран, которая собирается на основе разработанных НКДАР ООН опросных карт. Поступление информации в НКДАР ООН осуществляется через официально указанных странами-членами назначенных контактных лиц (НКЛ) в соответствии с установленными процедурами.

Подготовка последних докладов Комитета по медицинскому и профессиональному облучению показала низкую эффективность использования этого источника информации. Это связано в первую очередь с низким откликом стран, фрагментарностью представляемых данных, отсутствием механизма их верификации. Поэтому в 2019 г. Комитетом создана специальная рабочая группа, призванная разработать рекомендации по оптимизации сбора и анализа данных от государств-членов ООН с учетом накопленного опыта. На основе представленных на 69-й сессии результатов деятельности группы был инициирован ряд шагов для исправления сложившейся ситуации. В частности, Комитету рекомендовано тщательно проработать систему взаимодействия с НКЛ. Предложен механизм постоянной актуализации данных об облучении населения и оптимизации их сбора. Он заключается в создании небольших «поисковых» ЭГ, которые будут регулярно заниматься анализом литературных данных с целью выявления наиболее значимых путей облучения населения медицинскими и природными ИИИ, а также сфер производственной деятельности, в которых имеют место существенные дозовые нагрузки на персонал. Параллельно отмечена необходимость усовершенствования методов моделирования для оценки доз облучения в тех областях, где собрать фактическую информацию об облучении людей крайне сложно.

Первые итоги реализации этих предложений были рассмотрены на текущей 70-й сессии НКДАР ООН. Комитетом организована и проведена серия веб-семинаров для разъяснения деятельности НКЛ, особенностей сбора данных, представлены примеры организации сбора данных по результатам предыдущих исследований. В результате опроса, организованного Комитетом среди НКЛ, было показано, что основной проблемой является не организация взаимодействия с НКЛ и количество привлеченных лиц, а отсутствие доступности запрашиваемой информации. Обсуждение статуса НКЛ и их полномочий для сбора национальных данных и передачи их в Комитет стало предметом оживленной дискуссии. В свою очередь руководитель группы и секретарь НКДАР ООН отметили, что в МИДы стран были направлены вербальные ноты и все назначенные контактные лица прошли официальные процедуры оформления их статуса. Однако, этого оказалось недостаточным для получения данных. Суть проблемы выразил представитель Польши, который отметил, что обращение НКЛ к «держателю информации» у них в стране не увенчалось успехом, поскольку государственному органу регулирования не поступало официального распоряжения о возможности передачи данных в международную организацию. Получается, что формально НКЛ наделены полномочиями для передачи информации, а фактически не имеют к ней доступа, а если и имеют, то встает вопрос о разрешении её передачи, которое выдает соответствующий государственный орган. В ходе сессии поступило предложение проработать механизм обращения секретариата напрямую в страны для оказания содействия в получении запрашиваемой НКДАР ООН информации, а не опосредовано через НКЛ. Однако, дальнейшего продолжения эта инициатива не получила.

Учитывая высокую фрагментарность получаемых данных, заместителем представителя Республики Беларусь было резонно предложено построить оценку доз облучения населения на основе анализа данных тех стран (выбрав по одной или нескольким из модельного региона), в которых существует государственная система сбора этих данных, накоплен структурированный материал в исследуемой области. В целом это предложение является продолжением темы, поднятой российской делегацией на предыдущей сессии по реализации ступенчатого подхода к сбору данных [2]. В дальнейшем это может способствовать развитию/выработке оптимальных систем сбора данных в других странах, где их нет или они недостаточно проработаны. Представителем Китайской Народной Республики описана организация сбора данных в стране. Она основана на создании национальной рабочей группы, которая целенаправленно занимается сбором данных и их передачей в НКДАР ООН. При этом подчеркнуто, что основная роль НКЛ заключается именно в организации этой деятельности и это положение было предложено отразить в докладе для Генеральной Ассамблеи ООН. Возвращаясь к российским реалиям, следует подчеркнуть, что межведомственная рабочая группа (МВГ) по сбору данных для НКДАР ООН создана в России в 2019 г. И формально включает представителей нескольких ведомств (ФМБА России, ГК Росатом, Роспотребнадзор). Официально утверждены два НКЛ по сбору информации по профессиональному облучению – С.М. Киселев (ФМБЦ им. А.И. Бурназяна) и облучению населения – Д.В. Кононенко (НИИРГ им. П.В. Рамзаева). Однако, по сути, она не работает, поскольку официально не оформлен ее статус, члены группы не наделены соответствующими полномочиями для сбора официальной информации для передачи в международную организацию. Этот вопрос требует решения для полноценного функционирования МВГ. Обращаясь к вопросу сбора национальных данных по профессиональному облучению, целесообразно проработать вопрос о включении в МВГ специалистов российских организаций, которые контактируют с МАГАТЭ по линии представления информации в этой области в рамках действующих договоренностей.

На сессии были обсуждены результаты деятельности созданных ЭГ по медицинскому и профессиональному облучению. В большей степени их работа была ориентирована на разработку методологии поиска и оценки литературных источников. Отмечено, что по завершении работы над документом R.759 («Оценка облучения населения источниками ионизирующего излучения») будет создана третья ЭГ, которая будет анализировать литературу в данной области. В настоящее время планируется обращение Секретариата в страны для определения экспертов в состав ЭГ. В связи с этим российской делегации надо будет сформировать мнение о целесообразности участия российских экспертов в ее составе.

***Промежуточный отчет Комитета UNSCEAR/70/8 «Реализация программы работы Комитета и проекты на период 2025–2029, включая предложения специальной рабочей группы по эффектам и механизмам» и рабочие материалы для этого документа «Термины, используемые Научным комитетом по действию атомной радиации»***

Важной частью работы Комитета является планирование тематики будущих научных проектов. Председатель специальной РГ по эффектам и механизмам биологических эффектов радиации А. Фридли отметила,

что в текущем году должен быть закончен проект по повторным первичным ракам после радиотерапии, но есть высокий риск, что работа не будет выполнена в срок. В конце 2023 г. планировалось начать новый проект по влиянию радиации на глаз и до конца этого года должна быть сформирована ЭГ для выполнения проекта. Другой новый проект по радиационным эффектам иммунной системы планируется начать в 2025 г. Однако сроки выполнения этих проектов могут сместиться во времени из-за задержки выполнения текущих проектов.

Большая часть времени была уделена обсуждению научной тематике Комитета на 2025–2029 гг. Для принятия решения о поддержке конкретного научного проекта Комитет оценивает актуальность научной проблемы, достаточность публикаций по теме исследования в рецензируемой литературе и потенциальную новизну документа с учетом времени, прошедшего после последнего документа НКДАР ООН по данной теме. Сложившаяся практика отбора новых научных документов Комитета предполагает предварительное обсуждение заявок от стран-участниц НКДАР ООН специальной РГ по эффектам и механизмам, а затем после обсуждения и одобрения Комитета страна-заявитель готовит конкретный план подготовки отчёта НКДАР ООН. В случае его одобрения Комитетом секретариат формирует РГ.

Во второй половине 2021 г. секретариатом был проведен набор новых заявок. Специальная РГ по эффектам и механизмам провела их оценку в соответствии с выработанными критериями и представила Комитету свои предложения.

Комитет на сессии рассмотрел 6 заявок на новые проекты для исполнения в 2025–2029 гг., в т. ч. два от стран-участниц Комитета. Проект, касающийся влияния радиационного воздействия на биоту, получил поддержку Комитета. Заявка на этот проект была представлена Комитету российской делегацией 5 лет назад. Было принято решение сфокусироваться в этом проекте только на эффектах у диких животных. А. Гонсалес (Аргентина) поставил вопрос о необходимости защиты биоты в странах, которые имеют «первородную» биоту, таких как страны Латинской Америки. Он отметил, что существуют большие национальные интересы в сохранении биоты Аргентины и выступил против навязывания стандартов Запада, где, как он выразился, имеет место уже модифицированная биота.

Значительное внимание уделено обсуждению проблемы нераковых эффектов вследствие действия радиации. Данный проект был поддержан российской делегацией. Принято решение исключить из этого проекта наследуемые эффекты у потомства и психологические эффекты у облученных людей.

Представитель России в НКДАР ООН А.В. Аклев обосновал потенциальное научное и практическое значение новых проектов «Биомаркеры радиационных эффектов» и «Зависимость доза–эффект для биологических эффектов радиации», которые позволят не только лучше понять эффекты и механизмы малых доз радиации, но и открывают принципиально новые перспективы для персонализации радиационного риска отдаленных медицинских эффектов. Высказано сомнение, что работа по оценке дозовой зависимости для биологических эффектов радиации может стать целью полноценного самостоятельного проекта. Российская делегация также высказала сомнение в необходимости проекта по изучению продолжительности жизни после облучения. Предложено рассматривать продолжительность жизни как один из критериев оценки влияния

радиации на старение облученного человека. Также было рекомендовано использовать анализ продолжительности жизни для сравнительной оценки вклада различных медицинских эффектов радиации, включая канцерогенные.

Делегация Российской Федерации не поддержала проект по эффектам пренатального облучения. Рекомендовано проводить обзор данных в двух группах потомков облученных людей, которые принципиально различаются по механизмам радиационных эффектов. В одном случае речь идет о роли облучения гамет родителей до зачатия, что может стать причиной трансгенерационных эффектов у потомства. Во втором случае имеет место облучение эмбриона и плода. Представитель Российской Федерации выразил сомнение, что в настоящее время имеется достаточно новых публикаций, чтобы сделать заключения о генетических эффектах у потомков облученных людей, и лиц, облученных внутриутробно.

***Промежуточный отчёт Комитета  
UNSCEAR/70/9 «Реализация стратегии  
информирования общественности  
и информационно-просветительской  
деятельности на период 2020–2024***

Целью стратегии информационно-пропагандистской работы НКДАР ООН является углубление понимания его работы и его выводов об источниках, уровнях и эффектах ионизирующего излучения, особенно среди лиц, принимающих решения, их советников, преподавателей и студентов, общественности и средств массовой информации. Стратегия на 2020–2024 гг. была принята на 66-й сессии НКДАР ООН (2019 г.).

Председатель секции Л. Васконселлос де Са открыла заседание РГ кратким обзором об информационно-пропагандистской деятельности Комитета, проведенной после 69-й сессии. Секретарь НКДАР ООН Б. Батанджиева-Меткалф представила доклад о ходе работы Комитета по реализации стратегии общественной информации и информационно-пропагандистской работы за период после 69-й сессии. Было отмечено, что разработан и запущен новый веб-сайт НКДАР ООН и платформы в социальных сетях (Twitter и LinkedIn). В 2024–2025 гг. планируется выпуск основных страниц сайта на всех официальных языках ООН. Запущен глобальный опрос НКДАР ООН для использования НКЛ.

Опубликован отчёт НКДАР ООН за 2020–2021 гг. «Оценка профессионального воздействия ионизирующего излучения». Сделана презентация переведённого на японский язык доклада НКДАР ООН об аварии на АЭС «Фукусима» для общественности, научного сообщества и правительства Японии.

Подписано соглашение о сотрудничестве с МАГАТЭ и ВОЗ. В 2023 г. будут подписаны соглашения с Европейской комиссией, Международной организацией труда и Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития.

Секретарь НКДАР ООН подчеркнула важность обновления и более широкого распространения буклета ЮНЕП «Радиация: эффекты и источники». Она сообщила о переводе его на хинди, индонезийский язык и фарси, а также планах Болгарии, Италии и Польши опубликовать его на языках своих стран. Она также представила план секретариата НКДАР ООН на будущее, в том числе сообщила о начале работы над новой стратегией Комитета на 2025–2029 гг., проект которой должен быть представлен на утверждение 71-й сессии Комитета в 2024 г.



Председатель секции высказала пожелание о разработке мобильного приложения для НКДАР ООН.

Во время секции рассматривался вопрос вовлечения молодых специалистов, работающих в области радиологической защиты и радиационной безопасности, в деятельность Комитета.

### Заключение

Программа прошедшей 19–23 июня 2023 г. 70-й сессии НКДАР ООН включала обсуждение пяти промежуточных документов R.757 «Повторные первичные раки после радиотерапии», R.758 «Эпидемиологические исследования радиации и рака» и R.759 «Оценка облучения населения природными и иными источниками ионизирующего излучения». Рабочая группа также рассмотрела промежуточные отчёты по новым проектам R.760 «Оценка воздействия ионизирующего излучения на развитие заболеваний системы кровообращения» и R.761 «Влияние ионизирующего излучения на нервную систему».

В этой связи необходимо отметить, что российские ученые продолжают вносить существенный вклад в подготовку вышеуказанных документов, базируясь на опыте и уникальных данных, полученных отечественными специалистами. В рамках текущих отчётов Комитета представлены данные многолетних клинических и эпидемиологических обобщений российских ученых по результатам наблюдений за состоянием персонала атомных предприятий и последствий аварийного облучения населения. За прошедшие 15 лет с момента выхода последнего отчёта НКДАР по оценке источников и доз облучения человека российскими специалистами проведены исследования большого объема, собраны и проанализированы уникальные материалы по

облучению населения на территориях расположения площадок ядерного наследия. Представляется важным обсуждение этих материалов в российском научном сообществе для достойного представления результатов этих исследований в обновленных документах НКДАР ООН.

Был также рассмотрен промежуточный отчёт Комитета «Реализация стратегии Комитета по совершенствованию сбора, анализа и распространения данных по радиационному облучению». Необходимо отметить, что с учетом долгосрочного характера деятельности НКДАР ООН по сбору данных по облучению персонала и населения, а также того факта, что данные аккумулируются в разных ведомствах Российской Федерации, необходимо рассмотреть вопрос об официальном утверждении межведомственной рабочей группы по сбору данных для НКДАР ООН.

Также были обсуждены и приняты программы работы Комитета на период до 2029 г. и рабочие материалы «Термины, используемые Научным комитетом по действию атомной радиации». Обсуждены различные аспекты стратегии информирования общественности и информационно-просветительской деятельности Комитета на период 2020–2024. По итогам работы сессии подготовлен отчёт Генеральной Ассамблеи ООН.

Следующая 71-я сессия НКДАР ООН запланирована на 20–24 мая 2024 г.

**Благодарность.** Авторы благодарят Н.С. Котову (УНПЦ РМ ФМБА России) за помощь в подготовке статьи, В.К. Иванова (МРНЦ им. А.Ф. Цыба), Д.Е. Калинин (СБН Центра ФМБА России), И.В. Мильто (СБН Центра ФМБА России), А.Р. Тахауова (СБН Центра ФМБА России) за консультации по документам НКДАР ООН.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Volume I: Sources: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A-E. UNSCEAR 1958 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations, New York, 1958.
2. Аклеев А.В., Азизова Т.В., Иванов В.К., Карпикова Л.А., Киселев С.М., Кононенко Д.В., Мелихова Е.М., Романов В.В., Романов С.А., Тахауов Р.М., Усольцев В.Ю., Шинкарев С.М. Итоги 68-й сессии научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН (Вена, 21–25 июня 2021 г.) // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2022. Т.67, № 1. С. 11–18. DOI: 10.12737/1024-6177-2022-67-1-11-18.
3. Аклеев А.В., Азизова Т.В., Карпикова Л.А., Киселев С.М., Кононенко Д.В., Мелихова Е.М., Романов В.В., Романов С.А., Тахауов Р.М., Усольцев В.Ю., Шинкарев С.М. Итоги 69-й сессии научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН (Вена, 9–13 мая 2022 г.) // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2022. Т.67, № 5. DOI: 10.33266/1024-6177-2022-67-5-24-32.
4. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Volume I: Sources: Report to the General Assembly, Scientific Annex B. UNSCEAR 2008 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Sales Publication E.10.XI.3. United Nations, New York, 2010.
5. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Volume II: Effects: Scientific Annexes C, D and E. UNSCEAR 2008 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Sales Publication E.11.IX.3. United Nations, New York, 2011.
6. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly and Scientific Annexes A, B, C and D. UNSCEAR 2016 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Sales Publication E.17.IX.1. United Nations, New York, 2017.
7. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly and Scientific Annex A: Levels and effects of Radiation Exposure Due to the Nuclear Accident after the 2011 Great East-Japan Earthquake and Tsunami. UNSCEAR 2013 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Sales Publication E.14.IX.1. United Nations, New York, 2013.
8. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. Volume II: Scientific Annex B. UNSCEAR 2020/2021 Report. Annex B: Levels and Effects of Radiation Exposure Due to the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: Implications of Information Published Since the UNSCEAR 2013 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Sales Publication E.21.IX.2. United Nations, New York, 2021a.
9. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2019 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Annex B: Lung Cancer from Exposure to Radon. New York: United Nations, 2020. 100 p. eISBN 978-92-1-005136-1.

## REFERENCES

1. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Volume I: Sources: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A-E. UNSCEAR 1958 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations, New York, 1958.
2. Akleyev A.V., Azizova T.V., Ivanov V.K., Karpikova L.A., Kiselev S.M., Kononenko D.V., Melikhova E.M., Romanov V.V., Romanov S.A., Takhaou R.M., Usoltsev V.Yu., Shinkarev S.M. Results of the 68-th Session of the United Nations Scientific Committee on the Effects of the Atomic Radiation (UNSCEAR) (Vienna, 21-25 June, 2021). *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2022;67;1 (In Russ.) DOI: 10.12737/1024-6177-2022-67-1-11-18.
3. Akleyev A.V., Azizova T.V., Karpikova L.A., Kiselev S.M., Kononenko D.V., Melikhova E.M., Romanov V.V., Romanov S.A., Takhaou R.M., Usoltsev V.Yu., Shinkarev S.M. Results of the 69-th Session of the United Nations Scientific Committee on the Effects of the Atomic Radiation (UNSCEAR) (Vienna, 9-13 May, 2022). *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2022;67;5 (In Russ.) DOI: 10.33266/1024-6177-2022-67-5-24-32.
4. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Volume I: Sources: Report to the General Assembly, Scientific Annex B. UNSCEAR 2008 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Sales Publication E.10.XI.3. United Nations, New York, 2010.
5. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Volume II: Effects: Scientific Annexes C, D and E. UNSCEAR 2008 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Sales Publication E.11.IX.3. United Nations, New York, 2011.
6. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly and Scientific Annexes A, B, C and D. UNSCEAR 2016 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Sales Publication E.17.IX.1. United Nations, New York, 2017.
7. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly and Scientific Annex A: Levels and Effects of Radiation Exposure Due to the Nuclear Accident after the 2011 Great East-Japan Earthquake and Tsunami. UNSCEAR 2013 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Sales Publication E.14.IX.1. United Nations, New York, 2013.
8. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. Volume II: Scientific Annex B. UNSCEAR 2020/2021 Report. Annex B: Levels and Effects of Radiation Exposure Due to the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: Implications of Information Published Since the UNSCEAR 2013 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Sales Publication E.21.IX.2. United Nations, New York, 2021a.
9. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2019 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Annex B: Lung Cancer from Exposure to Radon. New York, United Nations, 2020. 100 p. eISBN 978-92-1-005136-1.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 20.10.2023. Принята к публикации: 27.11.2023.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 20.10.2023. Accepted for publication: 27.11.2023.