

DOI 10.12737/article\_59f30bf2d97d38.88277766

**В.В. Уйба<sup>1</sup>, А.В. Аклеев<sup>2,3</sup>, Т.В. Азизова<sup>4</sup>, С.А. Гераськин<sup>5</sup>, В.К. Иванов<sup>6</sup>, Д.Ф. Ильясов<sup>7</sup>,  
Л.А. Карпикова<sup>1</sup>, А.Н. Котеров<sup>8</sup>, А.И. Крышев<sup>9</sup>, С.Г. Михеенко<sup>10</sup>, С.А. Романов<sup>4</sup>,  
В.Ю. Усольцев<sup>10</sup>, С.М. Шинкарев<sup>8</sup>**

**ИТОГИ 64-Й СЕССИИ  
НАУЧНОГО КОМИТЕТА ПО ДЕЙСТВИЮ АТОМНОЙ РАДИАЦИИ (НКДАР) ООН  
(Вена, 29 мая – 2 июня 2017 г.)**

1. Федеральное медико-биологическое агентство, Москва.
2. Уральский научно-практический центр радиационной медицины ФМБА России, Челябинск.
3. Челябинский государственный университет, Челябинск.
4. Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России, Озерск, Челябинская область.
5. Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии Обнинск.
6. Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал Национального медицинского исследовательского радиологического центра Министерства здравоохранения РФ, Обнинск.
7. Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук, Москва.
8. Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, Москва.
9. «НПО «Тайфун» Росгидромета, Обнинск.
10. Государственная корпорация по атомной энергии, Москва.

В.В. Уйба – руководитель ФМБА России, д.м.н., проф.; А.В. Аклеев – директор ФГБУН УНПЦ РМ ФМБА России, д.м.н., проф.; Т.В. Азизова – зам. директора ФГУП ЮУриБФ ФМБА России, к.м.н.; С.А. Гераськин – зав. лабораторией ВНИИРАЭ ФАНО, д.б.н., проф.; В.К. Иванов – зам. директора МРНЦ имени А. Ф. Цыба МЗ РФ, д.т.н., проф., член-корр. РАН; Д.Ф. Ильясов – н.с., к.э.н.; Л.А. Карпикова – нач. международного отдела ФМБА России; А.Н. Котеров – зав. лаб. ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, д.б.н.; А.И. Крышев – зав. лаб. «НПО «Тайфун» Росгидромета, д.б.н.; С.Г. Михеенко – нач. отдела Госкорпорации «Росатом»; С.А. Романов – директор ФГУП ЮУриБФ ФМБА России, к.б.н.; В.Ю. Усольцев – гл. специалист Госкорпорации «Росатом»; С.М. Шинкарев – зав. отделом ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, д.т.н.

#### Реферат

Настоящая статья посвящена основным итогам работы 64-й сессии НКДАР ООН, которая прошла в период с 29 мая по 2 июня 2017 г. в Вене. В рамках совещаний Рабочей Группы и подгрупп состоялось обсуждение документов по следующим проектам:

- «Критерии качества для оценки Комитетом эпидемиологических исследований»;
- «Эпидемиология изучения риска рака вследствие облучения населения с низкой мощностью дозы от естественных источников излучения, включая научный анализ Комитетом фактора эффективности дозы и мощности дозы»;
- «Биологические механизмы, влияющие на медико-биологические воздействия радиации в малых дозах»;
- «Исследования после издания отчета НКДАР 2013 г. по уровням и эффектам облучения в результате радиационной аварии после землетрясения и цунами в Восточной Японии. Обзор изданной в 2016 г. литературы, включая оценку данных о раке щитовидной железы в регионах, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС»;
- «Облучение ионизирующей радиацией пациентов»;
- «Облучение работников ионизирующей радиацией»;
- «Некоторые оценки медицинских последствий для здоровья и риска после радиационного воздействия»;
- «Рак легкого при воздействии радона и проникающей радиации».

Обсуждены организационные вопросы, касающиеся подготовки публикаций НКДАР, возможность создания постоянно действующих Рабочих групп, работы с общественностью, а также будущая программа исследований, отчет Генеральной ассамблеи ООН и другие.

**Ключевые слова:** 64-я сессия НКДАР ООН, малые дозы, биологические эффекты, эпидемиология, медицинское облучение, профессиональное облучение

Поступила: 10.08.2017. Принята к публикации 21.09.2017.

#### Введение

С 29 мая по 2 июня 2017 г. состоялась 64-я сессия НКДАР ООН (Комитет), в которой приняли участие 160 экспертов из 27 стран-членов НКДАР ООН (Австралия, Аргентина, Белоруссия, Бельгия, Бразилия, Великобритания, Германия, Египет, Индия, Индонезия, Испания, Канада, Китай, Мексика, Пакистан, Перу, Польша, Республика Корея, Российская Федерация, Словакия, Судан, США, Украина, Финляндия, Франция, Швеция, Япония). В работе сессии также участвовали представители Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Европейской Комиссии (ЕК), Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ) и Международного агентства по исследованию рака (МАИР).

Российская делегация включала 13 специалистов: В.В. Уйба – руководитель делегации (руководитель ФМБА России), А.В. Аклеев – официальный представитель Российской Федерации в НКДАР ООН (УНПЦ РМ ФМБА России), Т.В. Азизова и С.А. Романов (ЮУриБФ ФМБА России), С.А. Гераськин (ВНИИРАЭ ФАНО), В.К. Иванов (МРНЦ Минздрава РФ), Д.Ф. Ильясов (ИБРАЭ РАН), Л.А. Карпикова (ФМБА России), А.Н. Котеров, С.М. Шинкарев (ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России), А.И. Крышев (ФГБУ НПО «Тайфун» Росгидромета), С.Г. Михеенко, В.Ю. Усольцев (ГК «Росатом»).

Сессия Комитета прошла под председательством Х. Ванмарк (Hans Vanmarcke, Бельгия). Обязанности секретаря НКДАР ООН выполнял М. Крик (M. Crick). Заместители председателя: П. Якоб (Peter Jacob, Германия), П. Томпсон (Patsy Thompson, Канада), М. Валигорский (Michael Waligórski, Польша).

На открытии сессии с приветственным словом выступил руководитель ФМБА России В.В. Уйба. В выступлении отмечена огромная роль НКДАР в совершенствовании мировой системы радиационной безопасности.

### Результаты обсуждения научных отчетов

В рамках 64-й сессии НКДАР ООН были обсуждены следующие научные отчеты:

- R.720 «Критерии качества для оценки Комитетом эпидемиологических исследований»;
- R.721 «Эпидемиология изучения риска рака вследствие облучения населения с низкой мощностью дозы от естественных источников излучения, включая научный анализ Комитетом фактора эффективности дозы и мощности дозы»;
- R.722 «Некоторые оценки последствий для здоровья и оценка риска радиационного воздействия»;
- R.723 «Исследования после издания отчета НКДАР 2013 г. по уровням и эффектам облучения в результате радиационной аварии после землетрясения и цунами в Восточной Японии. Обзор изданной в 2016 г. литературы, включая оценку данных о раке щитовидной железы в регионах, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС»;
- R.724 «Облучение ионизирующей радиацией пациентов»;
- R.725 «Облучение работников ионизирующей радиацией»;
- R.726 «Рак легкого при воздействии радона и проникающей радиации»;
- R.727 «Биологические механизмы, влияющие на млеко-биологические воздействия радиации в малых дозах».

Наибольшее количество вопросов, замечаний и дополнений поступило по отчетам R.720 («Критерии качества для оценки Комитетом эпидемиологических исследований») и R.721 «Эпидемиология изучения риска рака вследствие облучения населения с низкой мощностью дозы от естественных источников излучения, включая научный анализ Комитетом фактора эффективности дозы и мощности дозы». После обсуждения принято решение закончить и опубликовать в 2017 г. отчеты R.720 («Критерии качества эпидемиологических исследований»), R.721 «Эпидемиология изучения риска рака вследствие облучения населения с низкой мощностью дозы от естественных источников излучения, включая научный анализ Комитетом фактора дозы – мощности дозы» и R.723 («Исследования после издания отчета НКДАР 2013 г. по уровням и эффектам облучения в результате радиационной аварии после землетрясения и цунами в Восточной Японии»). В этой связи на текущей сессии основное внимание было уделено вышеуказанным отчетам. По результатам обсуждения на 64-й сессии НКДАР ее участники должны направить свои письменные предложения, дополнения или замечания в Секретариат.

### Документ R.720 «Критерии качества для оценки Комитетом эпидемиологических исследований»

Вышеуказанный документ является приложением к документу R.721 «Эпидемиология изучения риска рака вследствие облучения населения с низкой мощностью дозы от естественных источников излучения, включая научный анализ Комитетом фактора дозы – мощности дозы». На предыдущих сессиях при обсуждении документа R.721 возникало очень много вопросов относительно включения или исключения из обзора тех или иных эпидемиологических исследований. Для решения этой проблемы Комитет предложил создать рабочую группу и разработать критерии оценки качества эпидемиологических исследований с целью включения их в текущие и будущие обзоры Комитета. В декабре 2015 г. была организована экспертная группа по качеству в эпидемиологии (Expert Group on Epidemiology Quality – EGEQ), которая подготовила и представила на рассмотрение Комитета документ R.720 «Критерии качества для оценки Комитетом эпидемиологических исследований».

Необходимо отметить, что НКДАР ООН регулярно проводит обзоры результатов эпидемиологических оценок рисков для здоровья при различных видах облучения. Методы анализа результатов эпидемиологических исследований в последние десятилетия претерпели существенные изменения. Предпочтение в настоящее время отдается системным обзорам и мета-анализу, которые расцениваются как современные научные стандарты формирования совокупности научных доказательств и считаются более совершенными по сравнению с традиционными описательными обзорами.

Комитет разработал и рекомендовал общие принципы, используя которые можно оценивать и сопоставлять различные исследования. Подход Комитета предусматривает методологическую точность, что, согласно ожиданиям, еще больше повысит степень согласованности, прозрачности и объективности оценок эпидемиологических исследований.

Нацеленность на качество исследования и выявление сильных и слабых сторон различных исследований – это исторически сложившиеся принципы работы Комитета. Документ R.720 предполагает системный анализ качества исследований и включает следующие разделы: обзор типов эпидемиологических исследований, основные факторы, влияющие на качество эпидемиологических исследований и процесс синтеза результатов научно-исследовательских работ.

В документе R.720 отмечено, что в процессе анализа Комитет рассматривает различные исследования по оценке влияния облучения на людей и на окружающую среду, чтобы подготовить основание для принятия решений и нормативно-методических документов, а также информировать научное сообщество и общественность.

Согласно установленному в документе R.720 подходу, Комитет при подготовке обзоров должен выполнить последовательно несколько шагов:

- а) ясно определить тему и предмет обзора;
- б) выполнить поиск, который позволит идентифицировать все исследования, которые потенциально могут внести вклад в общую оценку и соответствовать ее задачам;
- в) применить общий подход к тщательному изучению качества исследований;
- г) объединить доступные данные из исследований, обобщив их результаты, если они отвечают критериям включения (т.е. содержат необходимые научные данные высокого качества);
- д) сделать общие выводы, используя результаты исследований, соответствующие критериям качества.

Комитет подчеркивает, что для обзоров полезными будут являться те исследования, в которых рассматриваются следующие вопросы:

- а) Возникают ли определенные заболевания (отдельные или группы болезней) чаще вследствие облучения?
- б) Какова величина эффекта, возникающего вследствие облучения?
- в) Как эффект зависит от временных параметров, пола и возраста, и какую форму имеет зависимость доза–эффект?

Помимо изучения величин риска эффекта, для оценки исследования Комитетом большое значение уделяется варьированию риска под влиянием факторов, которые изменяют зависимость облучение–болезнь, а именно, возраста на момент облучения и/или периода времени, прошедшего с момента облучения.

В документе подробно представлены основные факторы, оказывающие влияние на качество эпидемиологических исследований; а именно:

- определение изучаемой популяции и периода наблюдения;
- оценка радиационного воздействия, включая дозиметрические модели и расчет доз облучения, в т.ч. поглощенных в органах и тканях; валидность этих оценок и их неопределенность; использование биодозиметрии для уточнения дозиметрических данных;
- определение изучаемых эффектов, их точных кодов и диагностических критериев в соответствии с международными стандартами (например, Международной классификации болезней и причин смерти);
- полнота и качество данных;
- ошибки; главным образом, ошибки отбора случаев в исследование и информационные ошибки; ошибки публикации особенно важны для синтеза доказательной базы.

Значительное внимание в документе уделено процессу синтеза результатов научных исследований, включающего следующие шаги:

- а) прозрачный и систематический сбор информации, в основе которого лежит определенный протокол;

- б) извлечение из отобранных исследований или иных источников информации данных, имеющих отношение к изучаемой проблеме;
- в) оценка качества отдельных исследований в соответствии с недвусмысленными и упорядоченными стандартами;
- г) сведение отдельных данных в совокупность;
- д) выводы.

В целом R.720 был оценен как важный и полезный документ для текущей и будущей работы. Комитет одобрил его публикацию после внесения всех исправлений и включения глоссария в виде списка терминов и их определений. На наш взгляд, документ R.720 можно принять в качестве основы для использования при планировании эпидемиологических исследований, а также при конкурсной оценке научно-исследовательских работ.

### **Документ R.721 «Эпидемиология изучения риска рака вследствие облучения населения с низкой мощностью дозы от естественных источников излучения, включая научный анализ Комитетом фактора эффективности дозы и мощности дозы»**

Документ представляет собой переработанный проект научного приложения, посвященного эпидемиологическим исследованиям по оценке риска рака, обусловленного облучением с малой мощностью дозы от источников в окружающей среде. В настоящем документе, как и в предыдущем варианте, были представлены данные по эпидемиологическим исследованиям следующих когорт, разделенных по воздействию от техногенных и природных источников (далее пункты а) и б) – техногенные, а остальные – природные источники):

- а) население побережья реки Течи, загрязненной радиоактивными отходами ПО «Маяк» в 1949–1956 гг.;
- б) жители зданий на Тайване, загрязненных  $^{60}\text{Co}$  в результате попадания источника в металлоконструкции на металлургическом заводе;
- в) проживающие на территориях с повышенным естественным радиационным фоном в Индии (штат Керала), в Китае (провинция Yangjiang), в Бразилии (регион Guarapari) и Иране (штат Ramsar);
- г) детские раки и лейкозы в зависимости от уровня естественного радиационного фона по разным регионам.

В целом авторы документа постарались унифицировать данные для конкретных когорт в единой тематической форме, представив материал в рамках следующих обязательных разделов/подразделов: тип и источники воздействия, характеристика когорты, период наблюдения (follow-up), дозиметрия (внешняя, внутренняя), биологическая дозиметрия и, наконец, собственно, частота случаев рака/лейкозов (смертности от рака/лейкозов).



Документ, как и прежние варианты, включает источники весьма неоднородные и по качеству эпидемиологических подходов, и по дозиметрии. За исключением когорты реки Течи (КРТ), для остальных исследуемых групп дозиметрия оставляет желать лучшего. В процессе обсуждения было решено изъять также некоторые графики по увеличению частоты смертности от раков для КРТ, поскольку, по мнению некоторых членов сессии НКДАР ООН, отсутствует какая-либо зависимость, описывающая имеющиеся «экспериментальные» (эпидемиологические) точки. Данное утверждение является спорным. Изъятие графиков, а также ряда данных, сузило информационные и аналитические масштабы документа и, судя по всему, несколько снизило его целевое значение.

В документе сравниваются риски раков и лейкозов от хронического и пролонгированного воздействия с рисками для японской когорты LSS (острое облучение). Указывается, однако, что сравнение затруднено вследствие методологических различий, разных неопределенностей и различных показателей сравниваемых когорт. Серьезным фактором является также разная фоновая частота рака для Японии (когорты LSS), Индии (проживающие при повышенном естественном фоне), Китая (то же) и России (когорты реки Течи). Причем фоновая частота могла сильно измениться в динамике с 1950-х гг. по настоящее время.

В заключении указывается, что для когорты реки Течи выявлена зависимость доза–эффект по рискам рака и лейкоза, чего не показано для когорт, проживающих при повышенном естественном радиационном фоне в Индии и Китае. Следует отметить, что суммарные накопленные дозы, особенно на красный костный мозг, на реке Тече были значительно выше. Для детских лейкозов, кроме данных по Франции, имеются хорошие схождения оценок избыточного относительного риска (ERR) на единицу дозы при воздействии малых доз. Однако их сравнение с рисками острого воздействия в LSS из-за широких доверительных интервалов затруднено. В целом, отмечено, что «результаты исследований риска рака после облучения в малых дозах от источников окружающей среды не дают существенно меньших рисков на единицу дозы, чем исследования соответствующих эффектов высоких доз». Данное положение поддерживает позицию многих членов НКДАР ООН о необходимости отмены фактора DDREF [1, 2]. Однако полностью согласиться с подобным выводом нельзя, учитывая имеющиеся радиобиологические закономерности [3].

**Приложение к документу R.721: рабочий материал R.721(WM) по фактору эффективности дозы и мощности дозы**

Термин DDREF был введен НКДАР ООН в 1993 г. с целью оценить риски облучения в малой дозе и при низкой мощности дозы излучений с низкой ЛПЭ. DDREF определяется как уменьшение эффекта на единицу дозы при малых дозах и малых мощностях дозы

по сравнению с высокими дозами и высокими мощностями доз. Следует отметить, что в то время НКДАР ООН определял малую дозу как 200 мГр и менее (ныне – до 100 мГр, как и МКРЗ, NCRP и BEIR) и малую мощность дозы как 0,1 мГр/мин (но для воздействия в течение не более чем одного часа).

Поскольку основной практический интерес был обращен на риск облучения в области малых доз и малых мощностей доз, а таких данных по человеку не было, предполагалось с помощью DDREF экстраполировать риск на область малых доз на основе эпидемиологических данных, полученных при воздействии высоких доз и при высоких мощностях доз. В настоящем R.721(WM) указано, что «количественные свидетельства о радиационных эффектах для малых доз и малых мощностей доз продолжают быть недоступными». Это утверждение представляется не совсем точным в свете данных, рассматриваемых самим НКДАР ООН в своих документах R.721, R.722 и R.725.

Концепция, сходная с DDREF, используется и другими организациями (ICRP, NCRP, BEIR, United States Nuclear Regulatory Commission и др.), но в иных определениях и с несколько иными целями. МКРЗ рекомендовала использование DDREF, определяя его как «оценочный фактор, который обычно показывает более низкую биологическую эффективность (на единицу дозы) облучения в малых дозах и при малых мощностях доз по сравнению с высокими соответствующими показателями экспозиций». МКРЗ продолжает использовать концепцию DDREF для радиационной защиты, указывая, что большинство возможных кривых доза–эффект являются линейно-квадратичными, причем «линейный коэффициент при малых дозах и мощностях получен из оценок для высоких доз и высоких мощностей доз делением на DDREF=2».

В других концепциях используют *фактор эффективности мощности дозы* (DREF) (NCRP использует аналогичное понятие «затягивающий фактор» (protraction factor), что предпочтительнее, чем DREF, когда воздействие идет на протяжении жизни, а также *фактор переоценки линейной экстраполяции* (linear extrapolation overestimation factor – LEOF и low dose extrapolation factor – LDEF).

В документе R.721(WM) подчеркивается, что целью этих организаций является применение фактора редукции в основном для практических целей радиационной защиты, что не входит в компетенцию НКДАР ООН, поэтому практическое использование концепции фактора редукции (DDREF) в документе R.721(WM) не рассматривалось.

Когда концепция DDREF была принята НКДАР в 1993 [4], Комитет основывал оценки риска на ряде предположений и допущений, включающих следующие пункты:

- a) Радиация индуцирует специфические изменения в генетическом коде клеток как при повреждении ДНК от трека частицы, так и при взаимодействии событий от множества подобных треков.

- б) Вероятность этих событий может быть выражена в двух параметрах: один пропорционален дозе, а другой – квадрату дозы.
- в) При воздействии в малых дозах и при малых мощностях доз, равно как и при облучении в больших дозах, но с малой мощностью дозы, актуален только параметр линейной пропорциональности дозы.
- г) При облучении в больших дозах с высокими мощностями доз важны оба параметра.
- д) Для плотно-ионизирующего излучения имеется меньше треков, но они более высокоэнергетичны на единицу дозы, причем каждый такой трек с большей вероятностью продуцирует нерепарируемые повреждения генома, чем трек редко-ионизирующей частицы.
- е) При всех дозах и при всех мощностях доз зависимость доза–эффект все же, наиболее вероятно, пропорциональна дозе, то есть линейна.

На основе этих предположений был принят используемый до настоящего времени подход к оценке риска, который предусматривает линейную зависимость от дозы. Подобная зависимость риска актуальна до верхней границы малых доз, в то время как квадратичный член увеличивает оценку риска для облучения в высоких дозах и с высокой мощностью дозы. Величина фактора уменьшения наклона кривой для малых доз может быть определена из некоторых радиобиологических экспериментов. Этот фактор и был оценен (с существенной неопределенностью) как величина, примерно равная 2, для диапазона доз, важных для большинства эпидемиологических исследований.

В более поздний период [5] был представлен всеобъемлющий обзор эпидемиологических исследований воздействия радиации на здоровье, включая обсуждение DDREF, который в зависимости от рассматриваемого эффекта мог варьировать от 2 до 10, хотя большинство значений составляло 2–3. Но уже в 2006 г. НКДАР не считало необходимым использовать DDREF для оценок риска. Указывалось, что «оценки риска косвенно приспособляются для экстраполяции к малым дозам, чтобы не требовать дополнительного применения DDREF. Линейно-квадратичная модель используется непосредственно для экстраполяции при оценке рисков малых доз, и, поэтому, коэффициент эффективности дозы и мощности дозы не применяется».

Факты, приводящие к необходимости пересмотра использования DDREF, лежат, согласно документу R.721(WM), в областях статистического анализа, радиационной эпидемиологии и радиобиологии. Уже в 1996 г. Комитет описал ряд так называемых немишеных эффектов [6]. «Белая книга» НКДАР ООН за 2012 г. [7] содержит обзор биологических механизмов радиационных воздействий при малых дозах и мощностях доз, и продолжение на данном плане аналитических оценок эффектов облучения, начиная от молекулярно-клеточного до популяционного уровня.

В заключении НКДАР ООН пришел к выводу о том, что необходимо окончательно отказаться от использования DDREF в своих будущих оценках радиационного риска.

Следует отметить, что отход НКДАР ООН от концепции DDREF не представляется оправданным. То, что не может быть установлен точный фактор редукции (варьирующийся в зависимости от выбранного радиобиологического или эпидемиологического критерия-эффекта), совсем не означает, что он не существует, и что концепция «не научна, а служит только сугубо практическим целям радиационной защиты».

### **Документ R.722 «Некоторые оценки медицинских последствий и риска после радиационного воздействия»**

В представленном документе подчеркивается, что оценка радиационных рисков в рамках выполненных эпидемиологических исследований должна отвечать следующим основным критериям: важность для принятия практических решений по минимизации последствий для населения, учет возможных факторов неопределенности, наличие опубликованных в последнее время научных исследований по выбранной теме.

Предполагается рассматривать сценарии радиационного воздействия с учетом возможных оценок радиационных рисков при малых дозах, влияние факторов неопределенности на оценку радиационных рисков, возможность применения основных эпидемиологических заключений для различных сценариев облучения.

Оценка радиационных рисков рассматривалась по следующим основным направлениям: риск лейкозов среди детей при малых (10–100 мЗв) дозах; лейкозы и солидные раки среди взрослых при малых и средних дозах (30–300 мЗв); рак щитовидной железы при дозах облучения до 500 мГр среди детей и подростков; риск заболеваний системы кровообращения при остром облучении всего тела при дозах до 1 Гр.

Большая дискуссия имела место по проблеме оценки радиационных рисков рака щитовидной железы после аварии на АЭС Фукусима. Была подчеркнута важность проведенной в 2016 г. специальной международной конференции по этому вопросу в Японии, материалы которой в настоящее время опубликованы. В частности, обсуждался вопрос о роли скринингового эффекта после аварии на Чернобыльской АЭС и возможности применения этих данных в оценке аварии на АЭС Фукусима. Подчеркнуто, что скрининговый эффект, оцененный после аварии на Чернобыльской АЭС, увеличивал регистрацию раков щитовидной железы среди детского населения в 15–20 раз. Эти данные имеют первостепенное значение для оценки радиологических последствий аварии на АЭС Фукусима.

Значительное внимание в документе R.722 было уделено проблеме оценки радиационных рисков заболеваний системы кровообращения. Отмечается, что кроме эпидемиологических исследований в Хироси-

ме-Нагасаки (когорта включает 86 611 человек, избыточный относительный риск  $0,11 \text{ Гр}^{-1}$ ) по данной проблеме в последние годы были опубликованы результаты важных исследований. Существенное место среди них занимают эпидемиологические исследования в Российской Федерации, выполненные в когорте участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (53 772 человека). Впервые было установлено, что частота заболеваний системы кровообращения статистически значимо возрастает при дозах облучения более  $150 \text{ мГр}$ , полученных за период времени до 6 недель. В документе подчеркивается высокая степень неопределенности при оценке радиационных рисков (избыточный относительный риск, избыточный абсолютный риск) заболеваний системы кровообращения.

Текущий документ R.722 не включает раздела «Заключения и рекомендации». Было принято решение подготовить эти разделы документа к 65-й сессии НКДАР ООН в 2018 г.

**Документ R.723 «Исследования после издания отчета НКДАР 2013 г. по уровням и эффектам облучения в результате радиационной аварии после землетрясения и цунами в Восточной Японии. Обзор изданной в 2016 г. литературы, включая оценку данных о раке щитовидной железы в регионах, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС»**

В представленном для обсуждения на сессии документе обобщены и проанализированы опубликованные в 2016 г. новые данные по уровням и эффектам облучения в результате радиационной аварии после землетрясения и цунами в Восточной Японии. Документ включает оценку новых данных о поступлении радионуклидов в окружающую среду с выбросами и сбросами, анализ новых данных о миграции радионуклидов в наземных и водных экосистемах, уточнение оценок по уровням облучения населения и персонала, новые исследования по влиянию аварии на здоровье персонала АЭС и населения Японии, оценки радиационного воздействия на биоту в районе расположения АЭС Фукусима. По каждому разделу представлен детальный обзор вышедших в 2016 г. публикаций и обсуждено влияние новых данных на оценки и выводы НКДАР ООН, сделанные в отчете 2013 г.

Новые данные о поступлении радионуклидов в атмосферу с выбросами и сбросами были представлены в 28 публикациях. Показано, что неопределенности в оценке химической формы радионуклидов больше влияют на результаты исследований распространения радионуклидов в окружающей среде, чем размер частиц. В целом, рецензируемые публикации свидетельствуют о прогрессе в понимании процессов поступления радионуклидов в атмосферу, включая роль размера частиц, а также вклада других радионуклидов

помимо йода и цезия. Представленная в документе информация позволила улучшить оценки уровня радионуклидов в воздухе и механизмов их осаждения на землю. Новые данные о поступлении радионуклидов в воду с выбросами и сбросами были представлены в 7 публикациях, что улучшило наше понимание процессов, связанных с распространением радионуклидов в морской среде.

Данные о миграции радионуклидов в наземных и водных экосистемах представлены в 32 публикациях. Была получена новая информация о количественных параметрах миграции радионуклидов в цепочке «почва – растение – продукты питания» в специфических условиях Японии, что позволило существенно уточнить оценки внутреннего облучения населения и относительный вклад разных продуктов питания в дозу облучения населения. Например, вклад продуктов животноводства в дозу облучения населения в отчете 2013 г. был завышен в связи с предположением, что часть животных выпасалась на лугах. На самом деле все сельскохозяйственные животные в Японии находятся на стойловом содержании. Показано, что концентрация цезия в продуктах питания снижается быстрее по сравнению с его концентрациями в диких съедобных растениях, грибах и животных. Однако влияние этих изменений на оценку дозы будет небольшим вследствие имеющих место ограничений на потребление продуктов питания из зоны аварии. Следует также иметь в виду, что в условиях аварии на АЭС Фукусима доза внутреннего облучения крайне мала по сравнению с вкладом внешнего облучения.

Представленные в 11 публикациях данные о дозах облучения населения в целом подтверждают основные выводы, сделанные в отчете 2013 г. Отмечен прогресс в ретроспективной оценке доз внутреннего облучения в первый период аварии, особенно в отношении облучения детей радиоактивным йодом. При обсуждении этих данных с участием российской делегации было подчеркнуто, что представленные в отчете 2013 г. оценки доз облучения щитовидной железы были завышены вследствие переоценки поступления радиоактивного йода с продуктами питания.

Новые данные об облучении персонала представлены в трех публикациях. К сожалению, не было получено новых данных о влиянии облучения на частоту образования катаракты, которые представляют несомненный интерес.

Новые данные о медицинских последствиях облучения представлены в 20 публикациях. Представленные в этих публикациях данные подтверждают основные выводы, сделанные в отчете 2013 г.

Новые данные о дозах облучения и эффектах у растений и животных, населяющих загрязненную радионуклидами территорию, представлены в 21 публикации. Данные о концентрациях радионуклидов в растениях и животных будут полезны для уточнения параметров моделей по оценке доз, полученных растениями и животными в результате аварии. Была отме-



чена публикация В. Йощенко и др. [8] о существенном увеличении частоты морфологических аномалий на молодых деревьях японской красной сосны. Эти данные находятся в хорошем соответствии с ранее опубликованной информацией об аналогичных эффектах у молодых деревьев японской ели [9] и у хвойных деревьев в чернобыльской зоне. В публикации Т. Хоригучи и др. [10] представлены данные, свидетельствующие о существенном снижении биоразнообразия прибрежных организмов в районах воздействия цунами и выбросов АЭС Фукусима. Однако в этой работе не были оценены дозы на прибрежную биоту и не в полной мере учтено влияние сопутствующих нерадиационных факторов, что снижает ее ценность. Отмечена острая необходимость дополнительных мультидисциплинарных исследований по анализу воздействия ионизирующих излучений на популяции и экосистемы.

В целом, делегаты 64-й сессии отметили высокое научное качество представленного отчета R.723 и одобрили его публикацию в виде «белой книги». Была подчеркнута важность широкого международного сотрудничества при анализе последствий аварии на АЭС Фукусима. Следует отметить, что, поскольку в документе R.723 рассматривались только новые данные, представленные в публикациях 2016 г., многие важные вопросы, касающиеся оценки последствий аварии на АЭС Фукусима, не нашли в ней должного отражения. После обсуждения на сессии было принято решение отказаться от ежегодной подготовки документов с анализом новой информации и сконцентрироваться на подготовке документа, обобщающего уроки исследований медицинских и экологических последствий аварии на АЭС Фукусима, который предполагается подготовить к 10-летию аварии.

Документ R.723 также содержал раздел, посвященный оценке данных о раке щитовидной железы в регионах, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Информацию для этого раздела предоставили Белоруссия, Россия и Украина. В обсуждении документа активное участие приняла делегация России. Был отмечен высокий научный уровень документа и важное значение представленных в нем данных для оценки последствий крупных радиационных аварий, в том числе аварии на АЭС Фукусима. Ввиду высокой научной и практической значимости документа на сессии было принято решение опубликовать его в виде отдельной «белой книги».

#### **Документ R724 «Облучение пациентов»**

Обсуждение данного промежуточного отчета проходило по пяти разделам: 1) ревизия опросников НКДАР ООН, 2) сотрудничество с международными и межгосударственными организациями, 3) использование баз данных, доступных через Интернет, 4) формирование международных групп экспертов и 5) формирование группы специалистов, которые официально

назначены контактными лицами от своих стран по сбору и представлению информации в НКДАР ООН.

Необходимо отметить, что секретариат НКДАР ООН констатирует крайне низкий уровень представления запрошенной информации от стран. Так, на опросник по медицинскому облучению населения данные (их качество весьма различно и спектр представленных медицинских данных также сильно различается) представили 29 стран. Из 27 стран – членов НКДАР ООН данные по медицинскому облучению населения не представили 13 стран, в том числе и Российская Федерация. Только три страны представили данные по облучению персонала. Российская Федерация данные пока не представила. Секретариат проинформировал, что сформированы международные группы экспертов по медицинскому облучению и по облучению персонала.

Секретариат считает, что одной из причин низкого отклика на запросы о предоставлении информации являются слишком подробные вопросники, в которых запрашивается чрезмерный объем информации, которая обычно не собирается. Поэтому секретариат планирует подготовить облегченные вопросники и собрать с использованием новых вопросников информацию по медицинскому облучению к июню 2018 г., а по облучению персонала – к октябрю 2017 г.

Секретариат обращает внимание, что к настоящему времени уже 60 стран направили официальное представление о назначении в своих странах контактных лиц по сбору и представлению информации об облучении населения и персонала от различных источников излучения (медицинское облучение населения, облучение персонала и населения от природного радиационного фона и техногенных источников излучения) в НКДАР ООН.

#### **Документ R.725 «Облучение работников ионизирующей радиацией»**

С 1975 г. НКДАР ООН проводит работу по оценке облучения профессионалов (последний отчет опубликован в 2008 г.). Принято решение обновить этот документ. Цели проекта заключаются в решении следующих научных вопросов:

а) оценить годовую и накопленную дозы внешнего облучения (средняя доза и распределения доз) для каждого из основных типов производств, связанных с облучением работников ионизирующей радиацией;

б) оценить годовую коллективную дозу для каждого из основных типов производств, связанных с облучением работников ионизирующей радиацией (с указанием вклада облучения на единицу произведенной продукции);

в) проанализировать временные тренды доз облучения работников, чтобы оценить эффекты изменений в регулировании (например, изменений пределов дозы или повышенного внимания к оптимизации защиты),

внедрения новых технологических разработок и усовершенствования методов работы;

г) сравнить уровни облучения работников в разных странах и оценить уровни облучения для каждого из основных типов производств, связанных с облучением работников ионизирующей радиацией.

Оценки, проводимые Комитетом, основаны на данных сбора информации о воздействии ионизирующей радиации, которые представляются государствами – членами ООН через онлайн-платформу НКДАР ООН и дополняются литературными данными.

Оценки Комитета зависят от географического покрытия, репрезентативности и качества данных, полученных от государств-членов ООН. В случае недостаточного покрытия данными применялись допущения и экстраполяция имеющихся данных. В отчете Комитета за 2008 г. отмечалось, что в секторах деятельности, не связанных с ядерным топливным циклом, экстраполяция основывалась на данных лишь от немногих государств. Таким образом, оценки уровней общемирового профессионального облучения для данных секторов деятельности особенно недостоверны.

Для решения этих задач Секретариатом НКДАР была создана рабочая группа экспертов, заседания которой проходили в режиме телеконференций. Рабочей группой собрана база данных публикаций в рецензируемых научных изданиях (531 источник с 2003 по 2016 гг.) по 8 подгруппам профессиональных работников: промышленность, медицина, военное дело, авиация (облучение от природных источников), шахтеры, нефтяники, газовики (облучение от природных источников), облучение от радона (природный источник), ядерно-топливный цикл, другое.

По сравнению с предыдущим отчетом обновлены две методики оценки профессионального облучения – для предприятий ядерного топливного цикла и для иных ситуаций облучения.

Обзор уровней облучения применительно к промышленному ядерному топливному циклу является более полным по сравнению с описанием иных ситуаций радиационного воздействия. Кроме того, доступна общемировая статистика по мощностям и производству на различных этапах ядерного топливного цикла за исключением переработки топлива.

Что касается профессионального облучения, не связанного с работой ядерного топливного цикла, данные о деятельности и ее распределении в государствах на общемировом уровне не доступны. В этом случае приходится применять более простой и, неизбежно, менее надежный метод экстраполяции. До настоящего времени в Комитете применялся подход, основанный на валовом внутреннем продукте (ВВП).

Вместе с тем, исходя из отчета Комитета за 2008 г., очевидно, что методика, основанная на ВВП, может не вполне быть пригодна для экстраполяции уровня профессионального радиационного облучения в отдельных странах и при расчете общемировой коллективной дозы. Уровень радиационного облучения, жи-

даемо, напрямую зависит от принципов радиационной защиты, применяемых в каждой конкретной стране. Из этого следует, что ВВП не может служить подходящим показателем совершенствования радиационной защиты.

Экспертная группа по профессиональному облучению (ЭГПО) выработала стратегию для усовершенствования методики Комитета и получению новых экстраполированных данных по общемировому уровню профессионального облучения, включая определение соответствующих неопределенностей. ЭГПО предложила использовать двухшаговую стратегию оценки коллективной эффективной дозы в каждом государстве. Это позволит получить коллективные дозовые оценки для каждой отдельной страны, которые в сумме дадут общемировую оценку. По данной стратегии будет рассчитана средняя эффективная доза на сектор, а также количество работников в каждом секторе для стран, не представивших данные.

Важно отметить, что сама по себе новая методика хотя и является серьезным шагом вперед, все же не может существенно повысить достоверность экстраполяции. Очевидно, что данные, которые будут собраны НКДАР ООН в ходе исследования профессионального облучения, могут стать основой для усовершенствования оценок общемирового уровня профессионального облучения. В ходе предыдущего исследования профессионального облучения НКДАР ООН в 2008 г. процент ответа на запросы среди государств участников ООН составил около 22 %, что в целом по миру составляет лишь 10 % от общего количества работников, подвергающихся профессиональному облучению. Таким образом, необходимы дальнейшие действия для получения информации высокого качества с хорошей репрезентативностью и достоверными числовыми данными.

Запланировано подготовить всю необходимую информацию к следующей сессии и опубликовать доклад в конце 2018 г.

### **Документ R726 «Рак легкого при воздействии радона и проникающей радиации»**

Цель проекта оценить научную обоснованность увеличения частоты рака легких для курящих и некурящих, а также для подгрупп разного пола и возраста вследствие ингаляции радона и торона, а также дать количественную оценку научной состоятельности риска. Также предполагалось решить, следует ли проводить оценки дозы облучения от ингаляции радона с использованием дозовых коэффициентов или с использованием имеющихся эпидемиологических данных и каковы неопределенности, связанные с этими двумя подходами? Каким образом следует оценивать конкретные численные значения коэффициентов дозового преобразования при оценках воздействия ингаляции радона и торона на население и персонал?



Для решения этих задач Секретариатом НКДАР была создана рабочая группа под председательством П. Странда (Норвегия). Была собрана база данных (более 400 публикаций) в рецензируемых научных изданиях по исследуемой проблеме, проведен анализ документов международных организаций, таких как МКРЗ, МКРЕ и ВОЗ. Анализируемые публикации ограничены вопросами внутреннего облучения при ингаляции радона и торона с учетом оценок дозы (и внешнего воздействия источников ионизирующего излучения для сравнения). Основное внимание было уделено дозиметрическому анализу и эпидемиологическим исследованиям, направленным на изучение вероятности возникновения рака легких.

В результате обсуждения были обозначены следующие проблемные аспекты. Для многих стран, в том числе и для Российской Федерации, существует потребность в высококачественной метрологической поддержке измерений радона. Необходимо разработать систему обеспечения единства измерений активности радона.

Для решения проблемы несоответствия между двумя подходами к оценке дозы необходимо провести научно обоснованную оценку количественных значений факторов дозовой конверсии, а также получить достоверные данные об оценках риска возникновения рака легких, связанные с экспозицией радона в помещениях у женщин. В публикации МКРЗ 126 [11] значение фактора дозовой конверсии (DCF) составляет 12 мЗв/WLM, которое и было рекомендовано для большинства ситуаций воздействия радона. Данное значение в 2 раза превышает рекомендованное НКДАР ООН значение и в 2,5 раза выше значения, рекомендованного в публикации МКРЗ 65 [12]. В результате на многих рабочих местах (например, секретарь, библиотекарь и т. д.) ежегодная доза облучения может превышать значение 6 мЗв/год, рекомендованное базовыми нормами безопасности, что может создать практические и юридические проблемы, связанные с вопросами организации охраны труда. Кроме того, при использовании этого подхода существенно возрастут оценки уровней фонового уровня облучения населения, что может являться самостоятельной радиобиологической проблемой.

При расчете радиационного риска для воздействия радона с помощью мультипликативных моделей важную роль играет возрастная частота спонтанного развития рака легких. В результате радиационный риск для разных групп населения (курильщики и некурящих, мужчин и женщин, молодых и старых и т.д.) варьируется на порядок и больше.

Современной актуальной проблемой, требующей изучения и получения дополнительных данных измерений, является рост концентраций радона в современных многоэтажных зданиях, где используются энергосберегающие технологии.

### **Документ R.727 «Биологические механизмы, влияющие на медико-биологические воздействия радиации в малых дозах»**

Документ представляет собой первый вариант отчета, решение о подготовке которого было принято на 63-й сессии НКДАР ООН (2016). Текущий краткий документ (19 страниц) представляет собой предварительный план работы. В нем представлен подробный перечень вопросов для последующего систематического обзора; идентифицированы пункты, для которых Секретариат и экспертная группа нуждаются в указаниях Комитета, и определен план работ до 65-й сессии НКДАР ООН (2018).

Проект посвящен анализу биологических (молекулярно-клеточных) механизмов, которые могут лежать в основе стохастических эффектов облучения в малых дозах (раков, лейкозов). Цель проекта – отразить современное состояние знаний о биологических механизмах формирования эффектов облучения применительно к развитию патологий у человека, в особенности при воздействии в малых дозах и при малых мощностях доз, а также роль указанных механизмов в формировании зависимостей доза–эффект для канцерогенных эффектов.

Специфические задачи предусматривают поиск ответов на следующие вопросы:

- а) Для каких биологических механизмов имеются свидетельства связи с частотой радиобиологических эффектов для здоровья, включая воздействия в малых дозах и при малых мощностях доз? Каковы отличия этих механизмов при малых дозах по сравнению со средними дозами? Какие данные для этих механизмов дают возможность сформировать зависимости доза–эффект при малых дозах?
- б) Можно ли сделать заключение о различном влиянии механизмов на зависимость доза–эффект для медико-биологических последствий воздействия при малых дозах по сравнению со средними дозами?
- в) Имеется ли информация о взаимосвязи биологических процессов и механизмов с существующими эпидемиологическими данными по случаям заболеваний в облученной популяции?
- г) Существуют ли свидетельства тканевой вариации в механизмах ответа на облучение, которые отражают разную чувствительность тканей к индукции радиогенного рака?
- д) Есть ли реальные механизмы, которые могут быть ассоциированы с индукцией патологий, одинаково развивающихся после воздействия в малых и больших дозах?

В качестве основной задачи экспертная группа считает необходимым обобщить имеющиеся данные по биологическим механизмам облучения в малых дозах с обязательной оценкой их вклада в развитие канцерогенных эффектов, а также исследовать зависимость доза–эффект. Работа запланирована в трех одногодичных этапах.

В документе R.727 намечены рамки обзорных исследований. Будет использоваться только физическое количественное выражение дозы, а обзоры будут ограничиваться только облучением при малых (до 100 мГр) и средних (100–1000 мГр) дозах. Интересующими медико-биологическими эффектами названы раки, лейкозы и наследственные генетические эффекты (хотя в дискуссии на 64-й сессии НКДАР ООН последние предлагалось убрать).

За прошедший год экспертная группа выполнила ряд обзоров, качественных оценок и подготовку необходимых источников и документов. В качестве источника, ставящего наиболее приемлемые рамки для рассматривания механизмов канцерогенеза, в R.727 названа публикация [11]. В ней представлен взгляд на общие измененные фенотипы и характеристики для раков в целом. Соответствующие характеристики, которые прямо изменяются под действием радиации, приведены в документе R.727 на специальной диаграмме и включают: пролиферативный сигнал, подавление клеточного роста, изменение репликации, модификацию иммунного ответа, изменение уровня факторов воспаления, модуляцию ангиогенеза, изменение стабильности генома, увеличение клеточной гибели и влияние на биоэнергетику клетки. Следует сказать, что данная схема является упрощенной и недостаточно отражает возможные молекулярно-клеточные механизмы канцерогенеза.

В документе отмечается, что действие облучения, связанное с канцерогенезом, может вести к отсроченным и наследуемым эффектам на фенотипы и на иные характеристики организма. В качестве наиболее важных механизмов, приводящих к длительным изменениям в экспрессии генов, синтезе белков и клеточных функций, рассматриваются мишеные и немишеные эффекты для различных специфических раков или изменение тканевого микроокружения. Механизмами могут быть эпигенетические процессы, регулирующие генную экспрессию, вкупе с посттрансляционными модификациями белков. Намечено рассмотрение индукции малыми дозами облучения р53-зависимых путей, различных систем иммунитета и немишеных эффектов («эффект свидетеля» и др.).

В дискуссии было отмечено, что для малых доз редко-ионизирующей радиации до сих пор не было показано индукции нестабильности генома, если в опыт брались клетки и животные без дефектов в репарации ДНК и радиочувствительности (то есть, нормальные) [14, 15]. Предложено рассмотреть возможный порог для активации главных путей защиты от повреждений ДНК и действия на генетические изменения при малых дозах. В частности, будет уделено внимание возможному отсутствию индукции репарации при очень малых и малых дозах, вследствие недостижения критического уровня реактивных форм кислорода. Все это может модулировать частоту мутаций, индуцированных при малых дозах. Немаловажная роль отводится также новым механизмам, путем которых радиация приводит

к повреждениям хромосом, то есть к фрагментации ДНК, что преобразуется в стабильные генетические изменения, ведущие к раку. Исходя из радиобиологических экспериментов, предполагается провести анализ данных по возможным биомаркерам применительно к эффектам для человека. В целом, план работы характеризуется очень большим перечнем вопросов и проблем из областей молекулярной биологии, радиобиологии, генетики, иммунологии, тканевых и клеточных механизмов канцерогенеза. Вызывает некоторое сомнение реальность выполнения представленного плана в столь короткие сроки.

### Организационные вопросы

Обсужден отчет о проведенных мероприятиях в рамках направления НКДАР «Реализация информации для общества и информационно-пропагандистской стратегии». Решено принять к сведению настоящий отчет и одобрить работу, проделанную Секретариатом по вопросам информации общественности и информационно-пропагандистской деятельности, а также работу по подготовке брошюры ЮНЕП «Радиация: воздействие и источники».

Научные оценки НКДАР используются правительствами и международными организациями для целей радиационной защиты, нормирования и принятия других решений применительно к радиации. Секретариат НКДАР выполняет функции программы ООН по окружающей среде (United Nations Environment Programme – UNEP), распространяя сведения НКДАР Генеральной ассамблее, научному сообществу и общественности. Особенное значение позиция НКДАР имела для предоставления авторитетной научной информации о радиологических последствиях аварий на атомных электростанциях в Чернобыле (1986 г.) и Фукусима (2011 г.).

Целями базовой стратегии информирования общественности и информационно-пропагандистской деятельности являются:

- оперативное предоставление актуальных, точных и необходимых материалов тем, кто в них нуждается, в форматах, соответствующих их потребностям;
- повышение осведомленности и углубление понимания новых результатов и их последствий, особенно через СМИ;
- готовность оперативно реагировать на основные текущие общественные запросы, касающиеся радиации, в частности, на вопросы СМИ;
- углубление понимания роли Комитета и его выводов о радиационном воздействии среди всех заинтересованных сторон, особенно лиц, принимающих решения, преподавателей и студентов, а также журналистов.

Другим элементом стратегии общественной информации и информационно-пропагандистской деятельности НКДАР ООН является разработка надлежащих информационно-пропагандистских продуктов:

веб-сайта НКДАР ООН, листовок и плакатов; информационных бюллетеней; вспомогательных продуктов и публикаций. В течение отчетного периода секретариатом были проведены различные мероприятия в ознаменование 60-й годовщины образования Комитета.

На заседаниях представителей начато обсуждение реорганизации НКДАР ООН. Предлагается вместо рабочих групп, которые активно функционируют преимущественно в сессионный период, создать постоянные рабочие группы (ПРГ). Постоянная рабочая группа (ПРГ) будет состоять из ученых, назначенных государствами-членами Комитета из состава своих делегаций, а также из приглашенных ученых тех государств, которые не являются членами Комитета. Решение по реорганизации Комитета будет приниматься на 65-й сессии НКДАР ООН.

Значительный интерес среди участников 64-й сессии вызвали презентации приглашенных специалистов из Японии относительно непрямых (нерадиационных) эффектов воздействия аварии на АЭС Фукусима на здоровье населения, в частности, социально-психологические аспекты аварии, воздействие на здоровье экстренной эвакуации населения и др.

Всего на 64-й сессии рассматривалось 5 новых заявок: «Вторичные раки после радиотерапии»; «Эпидемиологическое исследование рака и радиация», «Последствия аварии на Фукусима-1» (заявлено два аналогичных проекта от Японии и Германии) и исследование природного радиационного фона в Китае. Приоритетными были признаны первые два заявки, которые и были предварительно одобрены Комитетом. Судьба проекта по Фукусиме будет решаться на 65-й сессии НКДАР ООН в 2018 г. Китайский проект отложен на неопределенное время.

65-я сессия НКДАР ООН состоится с 23 по 27 апреля 2018 г. в Вене.

### **Заключение**

С 29 мая по 2 июня 2017 г. в Вене прошла 64-я сессия НКДАР ООН, на которой были обсуждены 8 научных отчетов, программа будущих исследований и организационные вопросы деятельности Комитета. Научные отчеты обсуждались на рабочей группе и в подгруппах. В 2017 г. заканчивается работа над тремя отчетами. Принято решение о завершении работы над отчетами по оценке качества эпидемиологических исследований, эпидемиологии рака при облучении с низкой мощностью дозы и по результатам наблюдений после аварии на АЭС Фукусима.

Приняты для исполнения заявки Франции по вторичным ракам после радиотерапии и США по эпидемиологии рака (проект предложено переделать с учетом принятых на 64-й сессии документов). Решение о создании Постоянно действующих рабочих групп отложено до 65-й сессии НКДАР ООН в апреле 2018 г.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Gonzales A.J. The dose and dose-rate efficiency factor (DDREF): unneeded, controversial and epidemiologically questionable // *Мед. радиол. и радиац. безопасность*. 2017. Т. 62. № 2. С. 12–27.
2. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа. 2004. 549 с.
3. Kendall G.M., Little M.P., Wakeford R. et al. A record based case-control study of natural background radiation and the incidence of childhood leukaemia and other cancers in Great Britain during 1980–2006 // *Leukemia*. 2013. Vol. 27. № 1. P. 3–9.
4. UNSCEAR 2006. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Annex A. Epidemiological studies of radiation and cancer. – New York: United Nations, 2008. P. 17–322.
5. UNSCEAR 2006. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Annex C. Non-targeted and delayed effects of exposure to ionizing radiation. – New York: United Nations, 2009. P. 1–79.
6. UNSCEAR 2012. A White Paper to Guide the Scientific Committee's Future Programme of Work. Biological mechanism of radiation actions at low doses. – New York: United Nations, 2012. 35 pp.
7. Blettner M., Sauerbrei W., Schlehofer B. et al. Traditional reviews, meta-analyses and pooled analyses in epidemiology // *Int. J. Epidemiol.* 1999. Vol. 28. № 1. P. 1–9.
8. Yoschenko V., Nanba K., Yoshida S. et al. Morphological abnormalities in Japanese red pine (*Pinus densiflora*) at the territories contaminated as a result of the accident at Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant // *J. Environ. Radioact.* 2016. Vol. 165. P. 60–67.
9. Watanabe Y., Ichikawa S., Kubota M. et al. Morphological defects in native Japanese fir trees around the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant // *Sci. Rep.* 2015; 5: 13232.
10. Horiguchi, T., Yoshii H., Mizuno S. et al. Decline in intertidal biota after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami and the Fukushima nuclear disaster: field observations // *Sci. Rep.* 2016; 6: 20416.
11. ICRP, 2014. Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126 // *Ann. ICRP* 43(3).
12. ICRP, 1993. Protection against Radon-222 at Home and at Work. ICRP Publication 65 // *Ann. ICRP* 23(2).
13. Hanahan D., Weinberg R.A. Hallmarks of cancer: the next generation // *Cell*. 2011. Vol. 144. № 5. P. 646–674.
14. Котеров А.Н., Вайнсон А.А. Биологические и медицинские эффекты излучения с низкой ЛПЭ для различных диапазонов доз // *Мед. радиол. и радиац. безопасность*. 2015. Т. 60. № 3. С. 5–31.
15. Dauer L.T., Brooks A.L., Hoel D.G. et al. Review and evaluation of updated research on the health effects associated with low-dose ionizing radiation // *Radiat. Prot. Dosim.* 2010. 140. № 2. P. 103–136.



DOI 10.12737/article\_59f30bf2d97d38.88277766

## Results of the 64<sup>th</sup> Session of the United Nations Scientific Committee on the Effects of the Atomic Radiation (UNSCEAR) (Vienna, 29 May – 2 June, 2017)

V.V. Uyba<sup>1</sup>, A.V. Akleyev<sup>2,3</sup>, T.V. Azizova<sup>4</sup>, S.A. Geras'kin<sup>5</sup>, V.K. Ivanov<sup>6</sup>, D.F. Ilyasov<sup>7</sup>, L.A. Karpikova<sup>1</sup>, A.N. Koterov<sup>8</sup>, A.I. Kryshev<sup>9</sup>, S.G. Mikheyenko<sup>10</sup>, S.A. Romanov<sup>4</sup>, V.Yu. Usoltsev<sup>10</sup>, S.M. Shinkarev<sup>8</sup>

1. Federal Medical and Biological Agency, Moscow. 2. Urals Research Center for Radiation Medicine of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Chelyabinsk. 3. Chelyabinsk State University, Chelyabinsk. 4. Southern Urals Biophysics Institute of Federal Medical and Biological Agency, Ozyorsk, Chelyabinsk Oblast. 5. Russian Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk. 6. A. Tsyb Medical Radiological Research Center – branch of the National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, Obninsk. 7. Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow. 8. A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical and Biological Agency, Moscow. 9. Research and Production Association "Typhoon" of Roshdydromet, Obninsk. 10. State Atomic Energy Corporation "ROSATOM", Moscow

V.V. Uyba – Head of the Medical and Biological Agency (FMBA of Russia), Dr. Sc. Med., Prof.; A.V. Akleyev – Director of the Urals Research Center for Radiation Medicine, Dr. Sc. Med., Prof.; T.V. Azizova – Deputy Director of Southern Ural Biophysics Institute (SIBI), PhD Med.; S.A. Geras'kin – Head of Laboratory at Russian Institute of Agricultural Radiology and Agroecology, Dr. Sc. Biol., Prof.; V.K. Ivanov – Deputy Director of A. Tsyb Medical Radiological Research Center – branch of the National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, Dr. Sc. Tech., Prof., Corr. Member of RAS; D.F. Ilyasov – Research worker of the Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences (IBRAE RAN), PhD Econ.; L.A. Karpikova – Head of International Department of FMBA of Russia; A.N. Koterov – Head of Laboratory of the A.I. Burnazyan Federal Medical and Biophysical Center (FMBC) of FMBA of Russia, Dr. Sc. Biol.; A.I. Kryshev – Head of Laboratory, Research and Production Association "Typhoon", Dr. Sc. Biol.; S.G. Mikheyenko – Section Head of State Atomic Energy Corporation "ROSATOM", S.A. Romanov – Director of Southern Ural Biophysics Institute (SUBI), PhD Biol.; V.Yu. Usoltsev – Chief specialist of the State Atomic Energy Corporation "ROSATOM"; S.M. Shinkarev – Head of Department of the A.I. Burnazyan Federal Medical and Biophysical Center (FMBC) of the FMBA of Russia, Dr. Sc. Tech.

### Abstract

The present article is devoted to the main outcomes of the 64th UNSCEAR Session which took place in Vienna during 29 May – 2 June 2017. Within the framework of the meetings of the Working group and subgroups the documents on the following projects were discussed:

- Quality criteria for the Committee's reviews of epidemiological studies;
- Epidemiological studies of cancer risk due to low dose-rate radiation from environmental sources including the scientific view of the Committee on the dose and dose rate effectiveness factor;
- Biological mechanisms influencing health effects from low-dose radiation exposure;
- Developments since the 2013 UNSCEAR report on the levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident following the great East-Japan earthquake and tsunami: review of 2016 scientific literature including an evaluation of thyroid cancer data in regions affected by the Chernobyl accident;
- Exposure of patients to ionizing radiation;
- Exposure of workers to ionizing radiation;
- Selected evaluations of health effects and of risk inference due to radiation exposure; Lung cancer from exposure to radon and to penetrating radiation.

In course of the discussion some organizational issues such as preparation of UNSCEAR publications, feasibility of establishing Standing Working Groups, public relations work, future research program, report to the General Assembly etc., were considered.

**Key words:** 64-th UNSCEAR Session, low doses, biological effects, epidemiology, medical exposure, occupational exposure

### REFERENCES

1. Gonzales A.J. The dose and dose-rate efficiency factor (DDREF): unneeded, controversial and epidemiologically questionable // *Med. radiol. i radiat. besopasnost.* 2017. Vol. 62. № 2. P. 12–27.
2. Yarmonenko S.P., Vinson A.A. Radiobiology of man and animals: Proc. allowance. – M.: Higher school, 2004. 549 p.
3. Kendall G.M., Little M.P., Wakeford R. et al. A record based case-control study of natural background radiation and the incidence of childhood leukaemia and other cancers in Great Britain during 1980–2006 // *Leukemia.* 2013. Vol. 27. № 1. P. 3–9.
4. UNSCEAR 2006. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Annex A. Epidemiological studies of radiation and cancer. – New York: United Nations, 2008, P. 17–322.
5. UNSCEAR 2006. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Annex C. Non-targeted and delayed effects of exposure to ionizing radiation. – New York: United Nations, 2009, P. 1–79.
6. UNSCEAR 2012. A White Paper to Guide the Scientific Committee's Future Programme of Work. Biological mechanism of radiation actions at low doses. – New York: United Nations, 2012, 35 pp.
7. Blettner M., Sauerbrei W., Schlehofer B. et al. Traditional reviews, meta-analyses and pooled analyses in epidemiology // *Int. J. Epidemiol.* 1999. Vol. 28. № 1. P. 1–9.
8. Yoschenko V., Nanba K., Yoshida S. et al. Morphological abnormalities in Japanese red pine (*Pinus densiflora*) at the territories contaminated as a result of the accident at Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant // In: *J Environ Radioact.* 2016. Vol. 165. P. 60–67.
9. Watanabe Y., Ichikawa S., Kubota M. et al. Morphological defects in native Japanese fir trees around the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant // *Sci Rep.* 2015; 5: 13232.
10. Horiguchi, T., Yoshii H., Mizuno S. et al. Decline in intertidal biota after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami and the Fukushima nuclear disaster: field observations // *Sci. Rep.* 2016; 6: 20416.
11. ICRP, 2014. Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126. Ann. ICRP 43(3).
12. ICRP, 1993. Protection against Radon-222 at Home and at Work. ICRP Publication 65. Ann. ICRP 23(2).
13. Hanahan D., Weinberg R.A. Hallmarks of cancer: the next generation // *Cell.* 2011. Vol. 144. № 5. P. 646–674.
14. Koterov A.N., Wainson A.A. Health Effects of Low Let Radiation for Various Dose Ranges // *Med. radiol. i radiat. besopasnost.* 2015. Vol. 60. № 3. P. 5–31.
15. Dauer L.T., Brooks A.L., Hoel D.G. et al. Review and evaluation of updated research on the health effects associated with low-dose ionizing radiation // *Radiat. Prot. Dosim.* 2010. 140. № 2. P. 103–136.