



Организация Объединенных Наций

**Научный комитет
Организации Объединенных
Наций по действию атомной
радиации**

**Доклад о работе пятьдесят четвертой сессии
(29 мая – 2 июня 2006 года)**

**Генеральная Ассамблея
Официальные отчеты
Шестьдесят первая сессия
Дополнение № 46 (A/61/46)**

Генеральная Ассамблея

Официальные отчеты

Шестьдесят первая сессия

Дополнение № 46 (A/61/46)

**Научный комитет Организации
Объединенных Наций по действию
атомной радиации**

**Доклад о работе пятьдесят четвертой сессии
(29 мая – 2 июня 2006 года)**



Организация Объединенных Наций • Нью-Йорк, 2006 год

Примечание

Условные обозначения документов Организации Объединенных Наций состоят из прописных букв и цифр. Когда такое обозначение встречается в тексте, оно служит указанием на соответствующий документ Организации Объединенных Наций.

Содержание

	<i>Пункты</i>	<i>Стр.</i>
I. Работа Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации на его пятьдесят четвертой сессии	1-8	1
II. Научный доклад	9-48	4
A. Эпидемиологические исследования радиации и раковых заболеваний . . .	13-22	5
B. Эпидемиологическая оценка сердечно-сосудистых и других нераковых заболеваний после радиационного облучения.	23-28	9
C. Ненаправленные и отдаленные эффекты воздействия ионизирующего излучения	29-33	11
D. Воздействие ионизирующего излучения на иммунную систему	34-39	13
E. Оценка источников и воздействия радона в жилых зданиях и на рабочих местах	40-48	14
Добавление		
I. Члены национальных делегаций, участвовавшие в работе пятидесятой - пятьдесят четвертой сессий Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации		19
II. Научные работники и консультанты, сотрудничавшие с Научным комитетом Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации при подготовке доклада за 2006 год		21

I. Работа Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации на его пятьдесят четвертой сессии

1. Задачей Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации с тех пор, как он был создан Генеральной Ассамблеей на основании ее резолюции 913 (X) от 3 декабря 1955 года, является проведение широких обзоров источников ионизирующего излучения и его воздействия на здоровье людей и окружающую среду. Радиационное облучение происходит в результате проведения испытаний ядерного оружия; естественного фоновое излучения; производства ядерной электроэнергии; аварий, подобных той, которая произошла в 1986 году в Чернобыле; профессиональной деятельности, связанной с повышенным облучением антропогенными или естественными источниками излучения; а также медицинских наблюдений и диагностических и лечебных процедур. Комитет¹ проводит тщательный обзор и оценку воздействия таких источников излучения и обусловленных ими доз облучения на глобальном и региональном уровнях. Комитет оценивает данные о последствиях облучения для здоровья, полученные в результате исследований здоровья людей, переживших атомные бомбардировки Японии, и других групп лиц, подвергшихся облучению. Он анализирует также прогресс в научном понимании механизмов возможного влияния облучения на здоровье. Такие оценки в качестве научной основы используются, в частности, Международной комиссией по радиологической защите при разработке рекомендаций, касающихся защиты от радиации, и соответствующими учреждениями в рамках системы Организации Объединенных Наций при разработке Международных основных норм безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения.

2. Комитет провел свою пятьдесят четвертую сессию² в Вене с 29 мая по 2 июня 2006 года. Функции Председателя, заместителя Председателя и Докладчика выполняли соответственно Питер Бернс (Австралия), Норман Джентнер (Канада) и Христиан Штреффер (Германия). Комитет провел обзор обновленных вариантов документов, которые до этого были рассмотрены на пятьдесят третьей сессии Комитета (26-30 сентября 2005 года) и информация о которых была представлена Генеральной Ассамблее в докладе Комитета о работе этой сессии³. Комитет первоначально предусматривал, что эти документы будут опубликованы к 2005 году, однако вследствие ограниченности ресурсов их подготовка была задержана. Тем не менее пять научных приложений были одобрены для опубликования в докладе Комитета за 2006 год. Комитет внимательно изучил также проекты других пока не завершенных документов по таким темам, как облучение населения и профессиональных работников различными источниками радиации; облучение в результате радиационных аварий; облучение в результате использования излучения в медицинских целях; и воздействие ионизирующих излучений на биоту за исключением людей.

3. Комитет принял к сведению, что в своей резолюции 60/98 от 8 декабря 2005 года Генеральная Ассамблея, в частности, подтвердила решение сохранить нынешние функции и независимую роль Комитета; одобрила намерения и планы Комитета в отношении его будущей деятельности по научному обзору и оценке от имени Ассамблеи; подчеркнула необходимость проведения Комитетом

очередных сессий на ежегодной основе; просила Программу Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) продолжать способствовать эффективной деятельности Комитета и ознакомлению с ее результатами Ассамблеи, научных кругов и общественности; и настоятельно призвала ЮНЕП проанализировать и увеличить объем ассигнований, выделяемых в настоящее время Комитету.

4. 14 марта 2006 года была отмечена пятидесятая годовщина со времени проведения первой сессии Комитета. В связи с этим событием правительство Японии и Председатель пятьдесят третьей сессии Комитета Иасухито Сасаки организовали размещение всех прежде изданных докладов Комитета в электронной форме на его веб-сайте; были в целом модернизированы также структура, дизайн и содержание этого веб-сайта. Кроме того, в ходе пятьдесят четвертой сессии Комитета бургомистр города Вена в ознаменование этого юбилея устроил в городской ратуше прием для почетных гостей, ученых и дипломатов. По этому случаю с посланием от Генерального секретаря выступил Генеральный директор Отделения Организации Объединенных Наций в Вене; почетным гостем-оратором был Ханс Бликс; другие выступавшие представляли Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), Всемирную организацию здравоохранения (ВОЗ) и ЮНЕП. Выступавшие, особенно Ханс Бликс, подчеркнули важное значение проведенной Комитетом научной работы за прошедшие пятьдесят лет, признали достигнутые им успехи и заслуженную репутацию в качестве независимого и авторитетного научного органа. Он отметил, что, учитывая важный прогресс в области радиологии и наличие серьезных экологических проблем, необходимо активнее поддерживать Комитет. Директор регионального отделения для Европы и региональный представитель ЮНЕП взял на себя обязательство активно изучать возможные варианты для усиления поддержки в будущем. По его мнению, совместным усилиям, направленным на укрепление и расширение ресурсной базы Комитета, способствовало бы установление более наглядной связи между научными оценками Комитета и политическими обмена под руководством ЮНЕП.

5. Комитет участвовал в работе Чернобыльского форума (участниками которого являлись восемь учреждений и органов системы Организации Объединенных Наций, а также правительства Беларуси, Российской Федерации и Украины), важной задачей которого было рассмотрение многих аспектов чернобыльской катастрофы, включая обзор воздействия радиации на здоровье. Комитет отмечает, что последние выводы, сделанные на этом Форуме, подтверждают вынесенные им шестью годами ранее собственные основные научные заключения⁴ относительно последствий облучения для здоровья и окружающей среды в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Было отмечено, что основным отрицательным последствием для здоровья населения стало резкое увеличение числа раковых заболеваний щитовидной железы у людей, которые детьми в 1986 году получили высокие дозы облучения. Комитет признает, что населению и средствам массовой информации часто трудно сознавать, что радиационная опасность, которая является серьезной для некоторых групп лиц, подвергающихся облучению, для населения в целом с точки зрения радиологического воздействия на здоровье не столь велика, как это часто представляется. Безосновательные сообщения о предполагаемом количестве прогнозируемых случаев смерти из-за облучения в результате аварии, особенно сообщения, появившиеся накануне и во время двадцатой

годовщины аварии в апреле 2006 года, ввели общественность в заблуждение. За исключением случаев ранней смерти сотрудников аварийно-спасательных служб, которые с клинической точки зрения были вызваны острой лучевой болезнью, и небольшой доли умерших среди лиц с раковым заболеванием щитовидной железы (что могло быть обусловлено эпидемиологической обстановкой в связи с радиоактивным облучением), невозможно отнести какой-либо конкретный случай смерти к отдаленным последствиям радиоактивного облучения в результате аварии. Комитет выражает намерение продолжать уточнение оценок потенциально вредных последствий хронического малоинтенсивного облучения у крупных групп населения, а также возможности отнесения изменений здоровья к эффектам облучения. Комитет признает также, что некоторые остающиеся спорными детали заслуживают дальнейшего изучения и что ему необходимо продолжать работу над обеспечением научной основы для улучшения понимания последствий облучения в результате аварии на Чернобыльской АЭС для здоровья и окружающей среды. Вместе с тем благодаря участию в Чернобыльском форуме Комитет намерен расширить работу по обновлению собственных оценок последствий чернобыльской аварии для состояния здоровья и окружающей среды, чтобы внимательно изучить полученную в последнее время информацию. Для эффективного решения этой задачи потребуются более активное участие ученых из Беларуси, Российской Федерации и Украины. Эта работа не может быть должным образом выполнена без дополнительных ресурсов.

6. Необходимость решения вопроса о восстановлении оперативного бюджета в объеме, достаточном для того, чтобы Комитет мог выполнять мандат, возложенный на него Генеральной Ассамблеей в ее недавних резолюциях 57/115 от 11 декабря 2002 года, 58/88 от 9 декабря 2003 года, 59/114 от 10 декабря 2004 года и 60/98, с учетом растущей потребности в экспертных заключениях Комитета в настоящее время достигла критической точки. Комитет вновь выражает обеспокоенность в связи с тем, что из-за того, что приходится полагаться только на одного сотрудника категории специалистов в Секретариате, Комитет остается весьма уязвимым с точки зрения способности эффективно осуществлять утвержденную программу работы. Комитет считает, что в соответствии с резолюциями 57/115, 58/88, 59/114 и 60/98 необходимо увеличить финансирование в двухгодичном периоде 2008-2009 годов. Кроме того, в двухгодичном периоде 2006-2007 годов еще не были представлены дополнительные ресурсы, чтобы можно было эффективно выполнять планы, которые были одобрены Генеральной Ассамблеей⁵.

7. Комитет признает важное значение информации, получаемой от государств-членов и соответствующих международных организаций, для продолжения своей работы. Он призывает все государства-члены, специализированные учреждения системы Организации Объединенных Наций и другие международные и национальные научные организации представлять соответствующую информацию ограниченного доступа на рассмотрение Комитета, качество и завершенность обзоров которого критически зависят от такой информации.

8. Комитет постановил провести свою пятьдесят пятую сессию в Вене с 21 по 25 мая 2007 года.

II. Научный доклад

9. Комитет резюмирует основные выводы, изложенные в следующих пяти научных приложениях для включения в свой доклад за 2006 год: "Эпидемиологические исследования радиации и раковых заболеваний", "Эпидемиологическая оценка сердечно-сосудистых и других нераковых заболеваний после радиационного облучения", "Ненаправленные и отдаленные эффекты воздействия ионизирующего излучения", "Воздействие ионизирующего излучения на иммунную систему" и "Оценка источников и воздействия радона в жилых зданиях и на рабочих местах". Доклад за 2006 год и приложения к нему следует рассматривать с учетом ранее опубликованных докладов Комитета по вопросам существа. По общему мнению Комитета, рассмотренные в его докладе за 2006 год данные не требуют внесения изменений в его существующие оценки риска возникновения раковых и наследственных заболеваний вследствие облучения.

10. Настоящий доклад и научные приложения к нему⁶ были подготовлены в период между пятидесятой и пятьдесят четвертой сессиями Комитета на основе рабочих документов, подготовленных Секретариатом. На этих сессиях функции Председателя, заместителя Председателя и Докладчика выполняли соответственно следующие члены Комитета: пятидесятая и пятьдесят первая сессии – Ж. Липстейн (Бразилия), И. Сасаки (Япония) и Р. Чаттерджи (Канада); пятьдесят вторая сессия – И. Сасаки (Япония), Р. Чаттерджи (Канада) и П. Бернс (Австралия); пятьдесят третья сессия – И. Сасаки (Япония), П. Бернс (Австралия) и Н. Джентнер (Канада); пятьдесят четвертая сессия – П. Бернс (Австралия), Н. Джентнер (Канада) и Х. Штреффер (Германия). В добавлении I ниже перечислены имена членов национальных делегаций, которые присутствовали на пятидесятой – пятьдесят четвертой сессиях Комитета. Комитет хотел бы выразить признательность за помощь и советы небольшой группе консультантов (см. добавление II ниже), которые оказали помощь в подготовке материалов, а также за вклад, внесенный национальными экспертами и сотрудниками международных организаций. Они отвечали за подготовку предварительных обзоров и оценок технической информации, получаемой Комитетом или имеющейся в открытой научной литературе, которые легли в основу завершающей работы Комитета.

11. В работе сессий Комитета, проведенных в рассматриваемый период, приняли участие представители следующих специализированных учреждений и других организаций системы Организации Объединенных Наций: ВОЗ, МАГАТЭ и ЮНЕП; и следующих международных организаций: МКРЗ и Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ). Комитет хотел бы выразить признательность за их вклад в обсуждение вопросов.

12. В соответствии со сложившейся практикой настоящий ежегодный доклад Комитета Генеральной Ассамблее не содержит научных приложений. Полностью доклад Научного комитета за 2006 год, включая научные приложения, будет опубликован как издание Организации Объединенных Наций, предназначенное для продажи. Такая практика преследует цель обеспечить более широкое распространение выводов в интересах международного научного сообщества. Комитет хотел бы обратить внимание Ассамблеи на тот факт, что в настоящем документе основной текст доклада Комитета за 2006 год представлен отдельно

от научных приложений к нему только ради удобства. Следует понимать, что содержащиеся в приложениях научные данные имеют важное значение, поскольку они служат основой для выводов, изложенных в докладе.

А. Эпидемиологические исследования радиации и раковых заболеваний

13. При оценке риска индуцирования рака в результате облучения Комитет всегда широко использует результаты эпидемиологических исследований. При этом значительное внимание уделяется критериям, определяющим качество эпидемиологических исследований, и различным особенностям таких исследований, которые Комитету необходимо учитывать для повышения точности своих оценок. В докладе Научного комитета за 2000 год была кратко изложена концепция статистической мощности, т.е. вероятности того, что эпидемиологическое исследование с определенной степенью уверенности выявит конкретный уровень повышенного риска, а также были указаны различные факторы, влияющие на эту степень вероятности. Результаты дальнейшего рассмотрения этого вопроса в приложении А к докладу за 2006 год, озаглавленном "Эпидемиологические исследования радиации и раковых заболеваний", свидетельствуют о том, что на статистическую мощность исследования существенно влияют размер выборки, уровень (уровни) доз облучения и величина коэффициента риска, в связи с чем большинство описанных в литературе исследований малых доз облучения имеет недостаточную статистическую мощность. Также в исследованиях малых доз облучения, когда многие воздействия, как ожидается, являются небольшими и не имеют какой-либо статистической мощности, степень относительного риска, определяемая для любых предположительно "статистически значимых" результатов, вероятно, будет существенно завышенной по сравнению с "истинным" риском.

14. Были рассмотрены многочисленные источники неопределенности в эпидемиологических исследованиях, а также методы их учета. В ходе эпидемиологических исследований нового поколения в расчетные оценки радиационной опасности стали вноситься поправки, учитывающие неопределенности в оценке дозы, а также начинают вноситься поправки, учитывающие другие неопределенности. При толковании исследований, в которых проводятся множественные сравнения (например, применительно к различным видам рака), важное значение имеет то, что вероятность чисто случайного получения статистически значимого результата возрастает с количеством сопоставлений.

15. Оценки риска заболевания раком, представленные в докладе Комитета за 2000 год, были основаны на данных о лицах, переживших атомные бомбардировки Японии, и использовали набор оценок доз облучения таких лиц (так называемая система дозиметрии DS86), которые были получены в середине 1980-х годов. В течение некоторого времени считалось, что оценки доз нейтронного облучения по DS86 для переживших атомную бомбардировку Хиросимы были систематично заниженными, тогда как оценки доз гамма-облучения по DS86 считались более достоверными. Результаты недавно проведенного анализа имеющихся данных указывают на отсутствие заметных

системных ошибок в оценках по DS86 дозы нейтронного облучения в Хиросиме. Наиболее свежий набор оценок доз облучения (так называемая система дозиметрии DS02) лишь немного, не более чем на 20 процентов по количественным показателям, отличается от системы DS86. Результаты анализов, проводимых с использованием новой системы дозиметрии, указывают на то, что оценки факторов риска возникновения рака, возможно, снизятся в результате приблизительно на 8 процентов, но без сколь-нибудь заметных изменений в форме кривой "доза-эффект" или в характере избыточного риска с возрастом или временем.

16. Несмотря на то, что благодаря устранению противоречий в дозиметрических данных по людям, пережившим атомные бомбардировки Японии, на один источник неопределенности в оценке риска возникновения рака у населения от низких доз облучения стало меньше, остается еще значительное количество других источников неопределенности. Один из основных таких источников связан с экстраполированием данных по умеренным дозам облучения, но при большой мощности дозы, полученного лицами, выжившими после атомных бомбардировок Японии, на низкие дозы и мощность дозы. Это верно также для толкования данных по многочисленным группам лиц, подвергшихся облучению в лечебных целях. Существует также неопределенность, связанная с экстраполированием пожизненного риска заболевания раком. Так, около половины когорты лиц, переживших атомные бомбардировки Японии, продолжает жить. При оценке факторов риска на основе данных по этой когорте важнейшее значение имеет определение модели вариации риска радиационного канцерогенеза для тех, кто подвергся облучению в детстве и в настоящее время подходят к возрасту, в котором ожидается спонтанное увеличение количества онкозаболеваний. Еще один источник неопределенности связан с переносом оценок риска возникновения радиационно-индуцированного рака между группами людей с различными показателями спонтанной онкозаболеваемости.

17. В приложении А к докладу Комитета за 2006 год заново проводится оценка риска заболевания раком и связанной с ним смертности на основе данных о переживших атомные бомбардировки Японии, при этом по возможности используются новейшие дозиметрические данные системы DS02 и данные последующего наблюдения. В нем содержится также всеобъемлющий обзор всех данных, полученных в ходе исследований групп лиц, подвергшихся терапевтическому, диагностическому и профессиональному облучению. В приложении А рассматривается риск возникновения рака слюнной железы, пищевода, желудка, тонкого кишечника (включая двенадцатиперстную кишку), толстой кишки, прямой кишки, печени, поджелудочной железы, легких, костной и соединительной ткани, молочной железы, матки, яичника, простаты, мочевого пузыря, почек, мозга и центральной нервной системы и щитовидной железы, а также риск развития нходжкинской лимфомы, лимфогранулематоза, множественной миеломы, лейкемии, кожной меланомы и немеланомного рака кожи. Этот перечень несколько шире перечня поражаемых органов, который был рассмотрен в докладе Комитета за 2000 год (в том докладе не рассматривался рак слюнной железы, тонкого кишечника, прямой кишки, поджелудочной железы, матки, яичника и почек, а также кожная меланома). Как и в докладе Комитета за 2000 год, в приложении А проводится раздельная оценка рисков, связанных с внутренним и внешним радиационным облучением и с так

называемым низкоионизирующим и высокоионизирующим излучением (радиация с низким или высоким линейным переносом энергии (ЛПЭ)).

18. До сих пор существуют проблемы с охарактеризованнием риска возникновения рака для некоторых органов, что обусловлено низкой статистической точностью в связи с относительно небольшим количеством избыточных заболеваний. Это может, например, ограничивать возможность проведения оценки изменения степени риска в отношении таких факторов, как пол, возраст, в котором произошло облучение, и прошедшее с тех пор время. Кроме того, данные иногда либо отсутствуют, либо публикуются недостаточно подробными, чтобы можно было оценивать, как меняется степень риска у различных контингентов. Исключение составляет рак молочной железы, для которого сопоставление данных по пережившим атомные бомбардировки Японии и по женщинам, прошедшим облучение в медицинских целях в странах Северной Америки, указывает на так называемую "абсолютную" модель переноса оценок риска между группами населения. Для некоторых органов, на которых образуется карцинома, не существует свидетельства того, что это связано с радиацией, а для других органов избыточный риск проявляется только после очень высокой дозы лучевой терапии. На оценки риска развития лимфомы, полученные в ряде исследований, влияет небольшое количество заболеваний, однако эти результаты следует отличать от ясно установленной у многих групп связи между радиацией и риском развития лейкемии, которая также является редким заболеванием.

19. Повышение статистической точности оценок вследствие более длительных последующих наблюдений в рамках вышеупомянутых исследований и суммарное увеличение числа наблюдаемых онкологических заболеваний помогают анализировать отношения между дозой и эффектом, в частности для более низких уровней доз облучения. Так, наиболее свежие данные по пережившим атомные бомбардировки Японии в целом согласуются с линейными или линейно-квадратическими трендами зависимости риска от дозы в широком диапазоне уровней доз облучения. Однако проведение анализа, который охватывает исключительно низкие дозы, осложняется такими факторами, как ограниченная статистическая точность, вероятность получения вводящих в заблуждение результатов из-за какой-нибудь невыявленной небольшой систематической ошибки, а также проблема совершенно случайного получения статистически значимых результатов при проведении множественных опытов с целью установления минимальной дозы, при которой возможно выявление повышенной степени риска. Более длительное последующее наблюдение крупных групп населения, например переживших атомные бомбардировки, позволит получить больше информации о действии низких доз облучения. Вместе с тем лишь с помощью эпидемиологии невозможно решить вопрос о том, существуют ли пороги доз для оценки радиационной опасности. Необходимо обеспечить более глубокое понимание биологических механизмов. В частности, невозможность выявления повышения степени риска при очень низких дозах с помощью эпидемиологических методов не означает того, что риск возникновения рака не является повышенным.

20. Были опубликованы также новые результаты анализов фракционированного или хронического облучения в малых дозах радиацией с низким ЛПЭ, в частности результаты исследования работников ядерной

промышленности в 15 странах, исследований лиц, проживающих в окрестностях реки Теча в Российской Федерации, которые подвергались облучению вследствие радиоактивных выбросов комбината "Маяк", исследования лиц, подвергшихся воздействию радиоактивных выпадений с ядерного испытательного полигона в Семипалатинске в Казахстане, и исследований в районах с высоким естественным уровнем фоновой радиации. Степени риска заболевания раком в целом статистически сопоставимы со степенями риска, рассчитанными на основе данных по пережившим атомные бомбардировки Японии, хотя и несколько превышают их по результатам некоторых исследований. Вместе с тем существуют опасения относительно систематической ошибки во всех этих исследованиях, которая, возможно, объясняет то, почему эти оценки риска заболевания раком выше, чем оценки, полученные на основе данных по Японии.

21. Результаты, представленные в приложении А к докладу Комитета за 2006 год, указывают на чувствительность оценок пожизненного риска заболевания раком в результате облучения к изменениям фоновых показателей спонтанных онкозаболеваний. Эти результаты указывают на то, что такая изменчивость может порождать расхождения, которые сопоставимы с расхождениями, связанными с применением различных методов переноса оценок риска между группами населения или методов прогнозирования риска. Мера изменчивости во всех этих прогнозах подчеркивает трудность выбора единственного значения для представления риска возникновения радиационно-индуцированного рака. Кроме того, неопределенности в оценках риска заболевания конкретными формами рака в целом превышают неопределенности в оценках риска для всей совокупности онкологических заболеваний.

22. Несмотря на эти трудности, оценки риска имеют важное значение для определения характера действия радиационного облучения на популяцию. В докладе Комитета за 2000 год в связи с задачей прогнозирования риска была подчеркнута важность методов моделирования относительного риска, связанного с облучением в зависимости от возраста, в котором произошло облучение, или достигнутого возраста. Результаты более длительных последующих исследований ясно указывают на то, что существующие модели являются не совсем пригодными. В докладе Комитета за 2006 год отмечается, что наилучшее соответствие в настоящее время достигается в том случае, если для расчета риска смертности от солидного рака осуществляется моделирование относительного или абсолютного избыточного риска, связанного с радиационным воздействием, в качестве значения, пропорционального произведению функций с использованием показателей степени времени, прошедшего после облучения, и достигнутого возраста. В предпочитаемых современных моделях смертности от лейкемии предполагается, что избыточный относительный риск пропорционален произведению возведенных в степень возраста, в котором произошло облучение, и достигнутого возраста, а избыточный абсолютный риск пропорционален возведенному в степень времени, прошедшему после облучения. Когда эти модели используются применительно к любой из пяти конкретных популяций (Китай, Пуэрто-Рико, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Соединенные Штаты Америки и Япония) всех возрастных групп, получаемая оценка пожизненного риска летального исхода от всех видов солидных раковых заболеваний после сильной дозы облучения в 1 зиверт (Зв) составляет 4,0-

7,5 процента, а от лейкемии 0,7-1,0 процента. Расчеты, приведенные в приложении А к докладу за 2006 год, свидетельствуют о том, что эти значения различны для разных популяций и используемых моделей определения риска; наиболее существенным разброс значений является для солидных раковых заболеваний. Эти оценки риска заболевания раком несколько, хотя и не намного, ниже оценок, которые были прежде опубликованы в докладе Комитета за 2000 год. Некоторое снижение оценок риска развития рака, возможно, объясняется новыми данными дозиметрии и последующего наблюдения переживших атомные бомбардировки, хотя в большей мере это, вероятно, связано с различиями в использованных моделях прогнозирования и переноса риска, в частности, в отношении солидных раковых заболеваний. Согласно оценкам, сохраняющийся на протяжении всей жизни риск развития рака у тех, кто подвергся облучению в детском возрасте, может быть в два-три раза выше, чем у облученной популяции во всех возрастных группах. Однако для определения пожизненных рисков было бы важно продолжать последующее наблюдение существующих когорт, подвергшихся радиационному воздействию. Результаты анализа данных по лицам, пережившим атомные бомбардировки Японии, согласуются с линейной зависимостью "доза-эффект" для риска развития всех видов солидных раковых заболеваний и с линейно-квадратической зависимостью "доза-эффект" для лейкемии.

В. Эпидемиологическая оценка сердечно-сосудистых и других нераковых заболеваний после радиационного облучения

23. В приложении В к докладу Комитета за 2006 год, озаглавленном "Эпидемиологическая оценка сердечно-сосудистых и других нераковых заболеваний после радиационного облучения", рассматриваются эпидемиологические исследования, посвященные нераковым заболеваниям. Статистически значимая связь между дозой облучения и смертностью, обусловленной нераковыми заболеваниями, впервые была установлена в 1992 году в результате анализа данных о переживших атомные бомбардировки Японии, которые были получены в ходе исследования Life Span Study за период 1950-1985 годов. Была выявлена существенная зависимость для сердечно-сосудистых и других нераковых заболеваний. Избыточную смертность от этих заболеваний невозможно было объяснить действием курения или других возможных факторов, что вызвало необходимость рассмотрения возможности того, что непосредственной причиной этих эффектов является радиация. В приложении В основное внимание уделяется результатам исследования Life Span Study и других исследований, касающихся сердечно-сосудистых заболеваний.

24. Последние обзоры эффектов радиационного облучения на состояние здоровья, исключая раковые заболевания, были представлены в докладах Комитета за 1982 и 1993 годы, в которых указано на наличие минимальной дозы – пороговой дозы, – при значениях ниже которой действие радиации не было клинически установлено. Хотя значение пороговой дозы трудно определить и она может быть разной в зависимости от тканей и методов измерения, данные по пережившим атомные бомбардировки свидетельствуют о том, что зависимость между радиационным облучением и распространенностью нераковых заболеваний может проявляться при более низких уровнях дозы, чем

те, которые считаются пороговыми для различных так называемых детерминированных эффектов.

25. В приложении В к докладу Комитета за 2006 год рассматриваются современные эпидемиологические данные и предпринимается попытка охарактеризовать сущность риска развития нераковых заболеваний в связи с радиационным облучением. В нем обсуждается ряд методологических вопросов, которые особенно важны для оценки эпидемиологических данных по нераковым заболеваниям. В нем содержится также общий обзор имеющихся в настоящее время данных по основным нераковым заболеваниям у приблизительно 50 облученных групп населения. Подробно рассматриваются эпидемиологические данные по сердечно-сосудистому заболеванию, которое является одним из наиболее распространенных заболеваний и по которому накоплено относительно больше информации о возможной зависимости от радиационного облучения. В приложении указаны также значимые пробелы в знаниях о сущности этого риска и обсуждается возможное влияние на будущие оценки риска радиационного воздействия.

26. Существует повышенный риск развития сердечно-сосудистого заболевания в связи с высокими дозами облучения сердца, что может происходить в ходе курса радиотерапии, хотя с появлением более современных методов лечения и уменьшением получаемых сердцем доз этот риск существенно снизился. К настоящему времени о связи между развитием смертельного сердечно-сосудистого заболевания и радиационным облучением в дозах, составляющих менее 1-2 Гр (Гр), свидетельствуют лишь результаты анализа данных о переживших атомные бомбардировки Японии. В других исследованиях не приводится сколь-нибудь ясных или состоятельных доказательств наличия риска сердечно-сосудистых заболеваний в связи с дозами облучения менее чем 1-2 Гр. Комитет считает, что в целом не имеется достаточных данных для определения надлежащих моделей риска для этих концевых точек. В настоящее время не имеется также достаточных научных данных, позволяющих сделать вывод о существовании причинно-следственного соотношения между воздействием ионизирующего излучения и частотой сердечно-сосудистых заболеваний для доз менее 1-2 Гр.

27. Учитывая широкую распространенность сердечно-сосудистых заболеваний у необлученных групп населения, их многофакторную природу и разнородность, а также необходимость принятия во внимание серьезных искажающих факторов (таких как табакокурение, генетика и уровень холестерина), нет уверенности в том, можно ли с помощью одних только эпидемиологических исследований существенно улучшить понимание потенциальной опасности и сущности любой возможной причинно-следственной связи между распространенностью сердечно-сосудистых заболеваний и радиационным облучением.

28. Что касается результатов, свидетельствующих о связи смертности от всех заболеваний, за исключением сердечно-сосудистых и онкологических, с радиационным облучением в дозах менее 1-2 Гр, то они также были получены только на основе анализа данных о переживших атомные бомбардировки. Научных данных других исследований, которые позволяли бы сделать вывод о наличии причинно-следственной связи с радиационным облучением в дозах менее 1-2 Гр, еще менее достаточно, чем для сердечно-сосудистых заболеваний у этих групп населения. Такое положение частично объясняется ограниченностью

данных, большой разнородностью заболеваний, разнообразием патологических механизмов и причин болезней, а также множеством искажающих факторов.

С. Ненаправленные и отдаленные эффекты воздействия ионизирующего излучения

29. Благодаря подробным эпидемиологическим исследованиям переживших атомные бомбардировки Японии и другим исследованиям имеется относительно полное понимание риска заболевания раком после высоких и средних доз облучения. В то же время риски, обусловленные более низкими дозами, которые более типичны для естественного и профессионального облучения, как правило, определяются путем экстраполяции данных о высоких дозах и ввода поправочных множителей с целью учета низких значений дозы и мощности дозы облучения. Оценка рисков для здоровья, связанных с радиационным облучением, механистически основывается на мнении, согласно которому развитие пагубных последствий облучения начинается в облученных клетках или, в случае генетических эффектов, в непосредственно происходящих от них клетках. Однако был описан ряд так называемых ненаправленных и отдаленных последствий радиационного облучения, которые позволяют оспорить эту точку зрения. В приложении С к докладу Комитета за 2000 год, озаглавленном "Ненаправленные и отдаленные эффекты воздействия ионизирующего излучения", рассматриваются данные, подтверждающие такие эффекты, и обсуждается то, какое влияние они могут оказать на механистические суждения, вынужденно используемые для оценки риска при низких дозах и мощности облучения.

30. К рассматриваемым эффектам относятся радиационно-индуцированная геномная нестабильность, фоновые эффекты, абскопальные эффекты, индуцированные кластогенные факторы и наследственные эффекты, а именно:

а) если единичная клетка после облучения выживает, она может образовывать дочерние клетки, в геномах которых с новыми поколениями накапливается все больше изменений, даже несмотря на то, что сами дочерние клетки не были облучены. Этот эффект называется "индуцированная геномная нестабильность". Изменения в геномах дочерних клеток могут включать изменения в составе и количестве их хромосом, мутацию их генов и других последовательностей ДНК, а также сокращение числа последующих клеток, образуемых путем размножения дочерней клетки;

б) так называемый "фоновый эффект" представляет собой способность облученных клеток передавать проявления полученных повреждений соседним клеткам, которые не были непосредственно облучены;

в) абскопальный эффект имеет место в том случае, если происходит значительная реакция в ткани, которая физически отделена от области тела, подверженной облучению;

г) имеется много свидетельств того, что в плазме крови облученных животных и людей могут содержаться так называемые "кластогенные факторы", которые способны наносить ущерб хромосомам в необлученных клетках;

е) к наследственным эффектам относятся эффекты, которые проявляются у потомства, рожденного после того, как один из родителей или оба были облучены до зачатия. К трансгенерационным эффектам относятся эффекты, которые проявляются у следующих после первого поколений;

ф) и наконец, некоторые проявления вышеуказанных ненаправленных и отдаленных эффектов могут возникать спонтанно и после воздействия других факторов.

31. Несмотря на значительный объем новой информации, вопрос о причинно-следственной связи между этими ненаправленными эффектами и наблюдаемыми последствиями для здоровья, вызванными радиацией, продолжает широко обсуждаться. Комитет заключает, что в настоящее время имеющиеся данные в определенной степени поддерживают вывод о том, что имеет место зависимость заболеваний, но не причинность. Приходя к этому заключению, Комитет подчеркивает, что оценка воздействия радиации на здоровье основывается на эпидемиологических и экспериментальных исследованиях, в которых наблюдается статистически значимое увеличение частоты заболеваний в связи с облучением. В результатах непосредственного наблюдения отрицательных последствий для здоровья в неявном виде учитываются механистические элементы, имеющие отношение не только к направленным (прямым) эффектам облучения, но и к ненаправленным и отдаленным эффектам, описанным в приложении С к докладу за 2006 год.

32. Комитет по-прежнему придерживается мнения, что механистическая информация важна для вынесения им суждений о радиационно-индуцируемых последствиях для здоровья при дозах менее 0,2 Гр. Однако для того, чтобы развитие определенного биологического эффекта, связанного со здоровьем, могло быть приписано какому-то механизму, необходимо, чтобы соответствующие данные были независимо воспроизведены и демонстрировали устойчивую когерентность с рассматриваемым конкретным заболеванием. В этом отношении считается, что данные о микродозиметрическом распределении энергии в ядре клетки и о последующих клеточных процессах, связанных с непосредственно вызванным повреждением ДНК, которые были рассмотрены в докладе Комитета за 2000 год, обеспечивают приемлемую основу для суждений о механизмах, влияющих на оценку риска. Вместе с тем Комитет признает, что на развитие радиационно-индуцированных последствий для здоровья влияют разнообразные механические процессы.

33. Комитет будет по-прежнему следить за развитием научных исследований, касающихся ненаправленных и отдаленных эффектов, и в целом рекомендует, чтобы в рамках будущей исследовательской деятельности особое внимание уделялось планированию исследований, направленных на достижение воспроизводимости результатов, изучение реакций на низкие дозы облучения и причинно-следственных связей с воздействием на организм человека. В конечном счете понимание спектра и сущности реакций клеток и тканей на радиацию позволит разобраться в механизмах пагубного воздействия радиационного облучения на здоровье и тем самым укрепить научную основу для количественной оценки риска воздействия на здоровье малых доз и доз низкой мощности.

D. Воздействие ионизирующего излучения на иммунную систему

34. Воздействие ионизирующего излучения на иммунную систему впервые было подробно рассмотрено в докладе Комитета за 1972 год, а затем, более кратко, в докладах за 1977, 1982, 1986, 1988, 1994 и 2000 годы. За последние три десятилетия концепции в области иммунологии получили заметное развитие и значительно изменились, и поэтому Комитет предложил провести совершенно новый обзор воздействия ионизирующего излучения на иммунную систему. Таким образом, в приложении D к докладу за 2006 год, озаглавленном "Воздействие ионизирующего излучения на иммунную систему", содержится обзор данных, касающихся радиационно-индуцированных изменений иммунных реакций, рассматриваются возможные участвующие механизмы и приводится обзор эпидемиологических исследований воздействия ионизирующего излучения на иммунную систему человека.

35. Иммунная система – одна из наиболее сложных систем организма человека – состоит из нескольких типов клеток (лимфоциты и А-клетки), которые стратегически распределены по всему организму и идеально подходят для решения задач по распознаванию антигенов ("не свои" или чужеродные вещества и клетки) и их нейтрализации или уничтожению; такой механизм защищает от инфекций и рака. Существуют две различных, но взаимосвязанных формы иммунитета: врожденный и приобретенный иммунитет. Врожденный иммунитет полноценно функционирует до того, как какой-либо чужеродный фактор попадает в организм, и тем самым обеспечивает быструю защиту. Приобретенный иммунитет развивается после попадания патогена в организм, сохраняет память о предыдущих воздействиях и обеспечивает более сильную реакцию на последующее воздействие того же антигена. В иммунных реакциях прежде всего участвуют В-лимфоциты (гуморальные ответы) и Т-лимфоциты (клеточные ответы).

36. Для оценки действия ионизирующего излучения на иммунную систему можно использовать анализ изменений в количестве клеток или разнообразные функциональные проверки. Влияние таких изменений в иммунной реакции зависит от таких факторов, как доза облучения, ее временное соотношение с иммунизацией и генетическая предрасположенность. Так, например:

а) высокие дозы облучения ведут к подавлению иммунитета вследствие разрушения клеток. Лимфоциты очень чувствительны к радиации и поэтому в настоящее время сокращение их количества используется в качестве раннего показателя уровня острого облучения в результате несчастного случая. Радиационно-индуцированные изменения в параметрах иммунитета, по-видимому, в большей мере зависят от общей дозы облучения, чем от мощности поглощенной дозы. После воздействия ионизирующего излучения наблюдаются персистирующие эффекты в отношении иммунной системы;

б) при малых дозах облучения и дозах облучения низкой мощности ионизирующее излучение может оказывать на иммунную систему подавляющее или стимулирующее воздействие. Необходимо провести оценку долговременного действия низких доз облучения на иммунные функции в зависимости от здоровья человека.

37. В приложении D к докладу за 2006 году обсуждаются некоторые возможные механизмы индуцирования радиацией изменений в иммунной системе и их роль в активировании рака и борьбы с ним. Иммунная система способна устранять аберрантные клетки, которые могут вызывать образование опухолей. Остается неясным, возникает ли рак в результате иммунологической недостаточности. Вместе с тем установлена связь дисфункции иммунной системы с несколькими видами новообразований у человека. Понимание взаимодействия ионизирующего излучения с иммунной системой может открыть новые возможности для предотвращения и лечения онкологических заболеваний.

38. В приложении D к докладу за 2006 год описаны исследования воздействия ионизирующего излучения на иммунную систему человека на основании данных о переживших атомные бомбардировки Японии, рабочих и населении Чернобыля, населении районов у реки Теча, населении, проживающем вблизи Ханфордского ядерного хранилища, и пациентах, проходящих курс радиотерапии. Взаимное сопоставление данных этих исследований указывает на наличие некоторых общих результатов: снижение клеточного иммунитета, повышение гуморального иммунитета и смещения профиля в сторону воспалительных заболеваний. Данные о переживших атомные бомбардировки указывают на расстройство устойчивых иммунных систем; это не было выявлено у рабочих и населения, которые подверглись облучению в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

39. Документально доказано, что высокие дозы ионизирующего излучения оказывают подавляющее воздействие, тогда как в отношении воздействия низких доз облучения на иммунную систему, согласно выводу, содержащемуся в приложении D к докладу за 2006 год, существует неопределенность; зарегистрировано как стимулирующее, так и подавляющее воздействие.

Е. Оценка источников и воздействия радона в жилых зданиях и на рабочих местах

40. В повседневной жизни все подвержены облучению радоном – природным химически инертным радиоактивным газом, который везде присутствует в атмосфере. Уровни концентрации радона внутри зданий значительно отличаются в зависимости от района внутри страны и в разных странах, при этом (номинальная) средняя геометрическая величина концентрации радона в воздухе помещений колеблется от менее чем 10 беккерелей на кубический метр (Бкм^{-3}) в странах Ближнего Востока до более чем 100 Бкм^{-3} в ряде европейских стран.

41. Ежегодная доза облучения на душу населения, получаемая в результате вдыхания радона (и продуктов его распада), обычно составляет около половины эффективной дозы облучения, получаемого населением от всех естественных источников ионизирующего излучения. Для некоторых профессий радон является основным источником профессионального радиационного облучения. Так, что касается ядерного топливного цикла, то радон, высвобождаемый из скопления отходов отработанной урановой руды, вносит существенный вклад в эффективную дозу облучения в связи с этой практикой.

42. Достоверно установлено, что радон и его продукты распада являются веществами, вызывающими рак легких. Однако дозы облучения других органов и тканей вследствие ингаляции радона и его продуктов распада весьма невелики – обычно не менее чем на порядок меньше, чем дозы облучения легких. Кроме того, данные эпидемиологических исследований не свидетельствуют о повышенном риске летальных исходов вследствие каких-либо заболеваний, за исключением рака легких.

43. В приложении Е к докладу за 2006 год, озаглавленном "Оценка источников и воздействия радона в жилых зданиях и на рабочих местах", обсуждаются потенциальные источники облучения радоном профессиональных работников и населения; актуальные вопросы радоновой дозиметрии; данные экспериментов с животными и экспериментов на клеточном и субклеточном уровне, которые имеют важное значение для понимания механизмов канцерогенеза; эпидемиологические исследования облучения радоном на шахтах и в жилых домах; и подходы к прогнозированию риска.

44. В целях общего управления риском, а именно для нормативно-правового регулирования и для сопоставления с другими источниками радиационного облучения, требуется коэффициент для расчета накопления дозы от определенного облучения радоном. Для выведения этого так называемого коэффициента интенсивности дозы существуют два подхода. При "дозиметрическом подходе" величина дозы выводится исходя из определенного облучения на основе характеристик атмосферы и дыхания, имеющих отношение к радону и его продуктам распада. МКРЗ применила "эпидемиологический подход" для выведения этого коэффициента на основе эпидемиологических исследований с использованием соотношения риска заболевания раком легких у горняков с общим риском заболевания раком у лиц, переживших атомные бомбардировки. В докладе Комитета за 2000 год разность между значениями коэффициента, выведенного в результате применения этих двух подходов, составила около двух. Однако согласно недавно опубликованным данным о рисках для работающих под землей шахтеров (рассчитанных на основе обновленных исследований когорт, работающих на урановых рудниках), результаты применения этих двух подходов расходятся в меньшей степени, чем считалось первоначально. Тем не менее необходимо продолжать работу в целях лучшего понимания и учета влияния модифицирующих факторов (таких, как время, прошедшее после облучения, достигнутый возраст и влияние мощности дозы) и мешающих факторов (особенно табакокурения).

45. Данные исследований горняков, подвергающихся облучению радоном и его продуктами распада, обеспечивают непосредственную основу для оценки существующего для них риска заболевания раком легких. Комитет по риску для здоровья, связанному с облучением радоном, Национального исследовательского совета Соединенных Штатов Америки в своем шестом докладе серии научных публикаций "Биологические эффекты ионизирующего излучения" (BEIR VI), озаглавленном "Воздействие облучения радоном на здоровье", сообщил о существовании избыточного относительного риска для горняков в связи с облучением радоном, который равен⁷ 1,8 процента на мегабеккерель в час на кубический метр (МБкчм⁻³) (доверительный интервал 95 процентов: 0,3, 35) при кумулятивных дозах облучения менее 30МБкчм⁻³. Существуют различные источники ошибок, присущих оценке доз облучения горняков, особенно в

отношении самых первых лет разработки копей, когда дозы облучения были наиболее высокими. К другим факторам, которые затрудняют анализ данных по горнякам, относятся высокий процент курящих среди горнорабочих; производственное воздействие пылевых загрязняющих веществ, таких как мышьяк, выхлопа дизельных двигателей и других загрязнителей; и периоды работы на неурановых рудниках. Возможность выявления сколь-нибудь избыточных рисков для здоровья горняков в настоящее время представляется небольшой, в частности вследствие значительного снижения доз облучения по сравнению с ранними годами разработки копей и благодаря улучшению контроля и учета. Поскольку прежде горный промысел был связан с высокими дозами облучения, можно выявить тенденции в риске развития рака легких и исследовать факторы, влияющие на зависимость "доза-эффект", такие как возраст, в котором произошло облучение, влияние мощности дозы и уменьшение степени риска с увеличением времени, прошедшего после облучения, а также действие мешающих факторов, таких как курение.

46. Изложенная в докладе BEIR VI модель, которая подготовлена исходя из результатов объединенного анализа 11 когорт работающих в шахтах горняков, обеспечивает прочную основу для оценки рисков, связанных с облучением радоном, и принимает во внимание такие факторы, как снижение риска с увеличением времени, прошедшего после облучения. После опубликования доклада BEIR VI были обновлены данные исследований различных когорт горняков, и эти данные подтверждают общие тенденции изменения риска в зависимости от дозы и времени, прошедшего после облучения, о которых сообщается в докладе BEIR VI, включая обновленные коэффициенты, учитывающие время, прошедшее после облучения. Таким образом, касающиеся горняков исследования обеспечивают прочную основу для оценки рисков, связанных с облучением радоном, и для изучения влияния модифицирующих факторов на зависимость "доза-эффект". Для анализа данных исследований, касающихся горняков, используются биологические и клеточные модели многоэтапного процесса канцерогенеза. Они дают возможность оценить неопределенности, существующие в понимании механизмов развития рака и в моделировании механизмов для целей оценки рисков.

47. Для косвенной оценки рисков, связанных с облучением радоном в жилых зданиях, используется экстраполяция концентраций радона в воздухе шахт на воздух в жилищах. Вместе с тем к настоящему времени было проведено более 20 аналитических исследований, касающихся радона в жилых зданиях и рака легких. В этих исследованиях относительный риск, обусловленный облучением радоном, обычно оценивается на основе оценок облучения в жилищах за 25-30-летний период, предшествующий диагностированию рака легких. Последние объединенные анализы результатов исследований, проводившихся методом "случай-контроль", указывают на наличие небольшого, но выявляемого риска заболевания раком легких в результате облучения в жилых зданиях, при этом этот риск возрастает с увеличением воздействия. Избыточный относительный риск, связанный с длительным облучением радоном в жилищах при 100 Бкм^{-3} , установлен с довольно большой точностью и составляет около 0,16 процента (с поправкой на неопределенности в оценке облучения) с приблизительно трехкратным фактором неопределенности выше или ниже этого значения. Вследствие синергического взаимодействия между эффектами, связанными с облучением радоном, и эффектами, связанными с ингаляцией табачного дыма,

на долю курильщиков приходится почти 90 процентов усредненного по населению риска, связанного с облучением радоном в жилых зданиях.

48. Несмотря на наличие значительных неопределенностей в экстраполировании рисков облучения радоном, выявленных в результате исследований горняков, на оценки рисков облучения в жилых зданиях, между факторами риска, выведенными в исследованиях горняков, и факторами риска, выведенными в исследованиях облучения в жилищах методом "случай-контроль", отмечается близкое согласие. Благодаря недавно проведенному обобщению результатов исследований методом "случай-контроль", касающихся облучения в жилищах в Европе и Северной Америке, в настоящее время имеется прямой метод оценки рисков, обусловленных длительным облучением радоном в жилых зданиях. На основе существующей информации Комитет полагает, что использование скорректированных с учетом измерений коэффициентов риска, выведенных при обобщении исследований, обеспечивает надлежащую основу для оценки рисков, которым подвергаются люди в жилых зданиях в связи с облучением радоном.

Примечания

- ¹ Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации был учрежден Генеральной Ассамблеей на ее десятой сессии в 1955 году. Его мандат определен в резолюции 913 (X) от 3 декабря 1955 года. Первоначально в состав Комитета входили следующие государства-члены: Австралия, Аргентина, Бельгия, Бразилия, Египет, Индия, Канада, Мексика, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Соединенные Штаты Америки, Союз Советских Социалистических Республик, Франция, Чехословакия, Швеция и Япония. Впоследствии членский состав Комитета был расширен Ассамблеей в ее резолюции 3154 С (XXVIII) от 14 декабря 1973 года, согласно которой в Комитет вошли Индонезия, Перу, Польша, Судан и Федеративная Республика Германия. Своей резолюцией 41/62 В от 3 декабря 1986 года Генеральная Ассамблея увеличила число членов Комитета до 21, установив его как максимальное, и предложила Китаю войти в его состав.
- ² В работе пятьдесят четвертой сессии приняли также участие наблюдатели от Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Международного агентства по атомной энергии, Международной комиссии по радиологической защите и Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям.
- ³ *Официальные отчеты Генеральной Ассамблеи, шестидесятая сессия, Дополнение № 46 (A/60/46).*
- ⁴ Там же, *пятьдесят пятая сессия, Дополнение № 46 (A/55/46).*
- ⁵ Консультативный комитет по административным и бюджетным вопросам, Первый доклад о предлагаемом бюджете по программам на двухгодичный период 2006-2007 годов, *Официальные отчеты Генеральной Ассамблеи, шестидесятая сессия, Дополнение № 7 (A/60/7), пункт IV.46.*
- ⁶ Предыдущие доклады по вопросам существа Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации Генеральной Ассамблее см. *Официальные отчеты Генеральной Ассамблеи, тринадцатая сессия, Дополнение № 17 (A/3838); там же, семнадцатая сессия, Дополнение № 16 (A/5216); там же, девятнадцатая сессия, Дополнение № 14 (A/5814); там же, двадцать первая сессия, Дополнение № 14 (A/6314); там же, двадцать четвертая сессия, Дополнение № 13 (A/7613 и Corr.1); там же,*

двадцать седьмая сессия, Дополнение № 25 (A/8725 и Согг.1); там же, тридцать вторая сессия, Дополнение № 40 (A/32/40); там же, тридцать седьмая сессия, Дополнение № 45 (A/37/45); там же, сорок первая сессия, Дополнение № 16 (A/41/16); там же, сорок третья сессия, Дополнение № 45 (A/43/45); там же, сорок восьмая сессия, Дополнение № 46 (A/48/46); там же, сорок девятая сессия, Дополнение № 46 (A/49/46); там же, пятьдесят первая сессия, Дополнение № 46 (A/51/46); там же, пятьдесят пятая сессия, Дополнение № 46 (A/55/46) и пятьдесят шестая сессия, Дополнение № 46 (A/56/46). Эти документы упоминаются как доклады за 1958, 1962, 1964, 1966, 1969, 1972, 1977, 1982, 1986, 1988, 1993, 1994, 1996, 2000 и 2001 годы, соответственно. Доклад за 1972 год с научными приложениями был опубликован как документ "Ионизирующее излучение: уровни и эффекты", том I "Уровни" и том II "Эффекты" (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.72.IX.17 и 18). Доклад за 1977 год с научными приложениями опубликован как документ "Источники и эффекты ионизирующего излучения" (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.77.IX.1). Доклад за 1982 год с научными приложениями опубликован как документ "Ионизирующее излучение: источники и биологические эффекты" (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.82.IX.8). Доклад за 1986 год с научными приложениями опубликован как документ "Генетические и соматические эффекты ионизирующего излучения" (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.86.IX.9). Доклад за 1988 год с научными приложениями опубликован как документ "Источники, эффекты и риски ионизирующего излучения" (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.88.IX.7). Доклады за 1993, 1994 и 1996 годы с научными приложениями были опубликованы под названием "Источники и эффекты ионизирующего излучения" (издания Организации Объединенных Наций, в продаже под №№ R.94.IX.2, R.94.IX.11 и R.96.IX.3, соответственно). Доклад за 2000 год с научными приложениями опубликован как документ "Источники и эффекты ионизирующего излучения", том I "Источники" и том II "Эффекты" (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.00.IX.3 и 4). Доклад за 2001 год с научным приложением опубликован как документ "Последствия радиации для наследственности" (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.01.IX.2).

⁷ Эквивалентная равновесная концентрация, выраженная в единицах Международной системы единиц (СИ). Для выражения величины облучения радоном в шахтах прежде использовалась и продолжает использоваться внесистемная единица, так называемый "рабочий уровень за месяц" (WLV). Один WLV равен 0,637 МБкчм⁻³.

Добавление I

Члены национальных делегаций, участвовавшие в работе пятидесятой - пятьдесят четвертой сессий Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации

Австралия	П.А. Бернс (представитель), С. Соломон, П. Томас
Аргентина	А.Х. Гонсалес (представитель), Д. Бенинсон (представитель), П. Гисоне (представитель), М. дель Росарио Перес
Бельгия	Дж.Р. Майсин (представитель), Х. Босманс, А. Дебош, Х. Энгельс, Дж. Лембрехтс, П. Сместерс, Дж.М. Ван Дам, Х. Ванмарке, А. Вамберсье, Х. Бивард, Р.О. Блаубер, М.Дж. Бругманс
Бразилия	Д.Р. Мело (представитель), Ж.Л. Липстейн (представитель), Е.Р. Рочедо
Канада	Н.Е. Джентнер (представитель), Р.П. Бредли, К. Банди, Д.В. Чамберс, Р.М. Чаттерджи (представитель), Р.Дж. Корнетт, Р. Лейн, К. Лавуа, С. Влахович (представитель), Д. Вильянс
Китай	Ч. Пань (представитель), Ц. Хэ, Р. Хоу, Ц. Цзя, К. Ли, Ц. Ли, С. Лю, Ц. Лю, С. Пань, Б. Шан, Ц. Ши, С. Су, Цз. Сунь, Ц. Сунь, Б. Сю, Ю. Сюань, Г. Ян, Х. Ян, С. Ян, Ц. Юй
Египет	Н.А.М. Гомаа (представитель), А.М. Эль-Наггар (представитель)
Германия	Х. Штреффер (представитель), П. Якоб, А. Келлерер, Ю. Кифер, Г. Киршнер, В. Кёнляйн, В.У. Мюллер, В. Вайс (представитель)
Индия	К.Б. Саинис (представитель)
Индонезия	С. Алатас (представитель), К. Вихарто (представитель)
Мексика	Х. Мальдонадо (представитель)
Перу	Л.В. Пинильос-Аштон (представитель)
Польша	З. Яворовски (представитель), Л. Добржински, М. Яниак, М. Валигорски
Российская Федерация	Л.А. Ильин (представитель), Р.М. Алексахин, Н.П. Гарнюк, А.К. Гуськова (представитель), В.К. Иванов, И.И. Крышев, В.К. Лобач, О.А. Павловский, Т.С. Поветникова, М.Н. Савкин, В.А. Шевченко
Словакия	Е. Беди (представитель), П. Гааль, В. Кленер, Л. Томасек, Д. Викторы (представитель)

Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии	Р. Кокс (представитель), С. Буффлер, Р.Х. Кларк (представитель), Г.М. Кендалл, К. Макмиллан, К. Мюирхед, П. Шримптон, Дж.У. Стазер
Соединенные Штаты Америки	Ф.А. Меттлер (представитель), Л.Р. Анспауф, Б.Г. Беннетт, Дж.Д. Бойс, Н.Х. Харли, Э.В. Холахан, С.Б. Мейнхолд, Р.Дж. Престон, Х. Ройал, П.Б. Селби, А.Г. Соудер
Судан	К.Э.Х. Мохамед (представитель)
Франция	А. Флюри-Эрар (представитель), Е. Ансборло, А. Ауренго, Д. Авербек, М. Бургиньон, Ж.Ф. Лакроник (представитель), Ж. Лалеман, Ж.Ж. Легэ, К. Лючиони, Р. Максимильен, А. Ранну, М. Тирмарше
Швеция	Л.-Э. Хольм (представитель), Л. Моберг
Япония	И. Сасаки (представитель), Т. Асано, М. Дои, А. Ивама, К. Кодама, Х. Куниоси, Т. Маеяма, М. Накано, Й. Накаяма, О. Нива, М. Сасаки, К. Сато, Х. Тацузаки, С. Йосинага, М. Йосизава

Секретариат НКДАР

Н.Е. Джентнер
М.Дж. Крик

Добавление II

Научные работники и консультанты, сотрудничавшие с Научным комитетом Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации при подготовке доклада за 2006 год

М. Бургиньон

Д.Б. Чамберс

П. Гисоне

М. Литтл

К. Мабучи

В.Ф. Морган

М. дель Росарио Перес

Р. Шор
