



Организация Объединенных Наций

**Доклад Научного комитета
Организации Объединенных
Наций по действию атомной
радиации**

**Шестьдесят третья сессия
(27 июня – 1 июля 2016 года)**

**Генеральная Ассамблея
Официальные отчеты
Семьдесят первая сессия
Дополнение № 46**

Генеральная Ассамблея
Официальные отчеты
Семьдесят первая сессия
Дополнение № 46

**Доклад Научного комитета Организации
Объединенных Наций по действию
атомной радиации**

**Шестьдесят третья сессия
(27 июня – 1 июля 2016 года)**



Организация Объединенных Наций • Нью-Йорк, 2016 год

Примечание

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

Содержание

<i>Глава</i>	<i>Стр.</i>
I. Введение	1
II. Работа Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации на его шестьдесят третьей сессии	3
A. Завершенные оценки	3
B. Текущая программа работы	4
1. События, произошедшие после представления Комитетом в 2013 году доклада об уровнях и воздействии радиационного излучения в результате ядерной аварии, вызванной Великим восточно-японским землетрясением и цунами...	4
2. Эпидемиологическое исследование раковых заболеваний, связанных с облучением источниками в окружающей среде при низких мощностях доз	5
3. Отдельные оценки воздействия на здоровье человека радиационного облучения и связанные с ним предполагаемые риски	6
4. Сбор данных о радиационном облучении, в частности облучении в медицинских целях и профессиональном облучении	6
5. Информационно-пропагандистская деятельность	7
C. Долгосрочные стратегические направления деятельности	8
D. Будущая программа работы	9
E. Административные вопросы	10
III. Научный доклад	11
A. Методология оценки радиационного облучения населения в результате радиоактивных выбросов	11
B. Радиационное излучение при производстве электроэнергии	13
C. Биологическое воздействие некоторых внутренних источников излучения	16
Добавления	
I. Члены национальных делегаций, участвовавшие в работе пятьдесят седьмой – шестьдесят третьей сессий Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации	20
II. Научные работники и консультанты, сотрудничавшие с Научным комитетом Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации при подготовке научного доклада Комитета за 2016 год	23

Глава I

Введение

1. С момента создания Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации на основании резолюции 913 (X) Генеральной Ассамблеи от 3 декабря 1955 года в его задачи входит проведение широкомасштабных оценок источников ионизирующего излучения и его воздействия на здоровье людей и окружающую среду¹. В соответствии со своим мандатом Комитет проводит тщательное рассмотрение и оценку случаев радиационного облучения на региональном и мировом уровнях. Комитет также изучает данные о последствиях облучения для здоровья людей, подвергшихся облучению, и анализирует достижения в изучении биологических механизмов воздействия радиационного излучения на здоровье людей или флору и фауну. Такие оценки служат научной основой, в частности, для соответствующих учреждений системы Организации Объединенных Наций при разработке международных мер безопасности для защиты населения, профессиональных работников и пациентов медицинских учреждений от ионизирующего излучения²; в свою очередь эти нормы связаны с важными правовыми и нормативными документами.

2. Ионизирующее излучение может иметь естественные источники (например, космическое пространство и газ радон, выделяющийся из скальных пород Земли) и источники искусственного происхождения (например, медицинская диагностика и лечебные процедуры; радиоактивные вещества, возникающие в результате испытаний ядерного оружия; производство электроэнергии, в том числе на атомных электростанциях; чрезвычайные ситуации, подобные авариям на Чернобыльской АЭС в 1986 году и авариям,

¹ Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации был учрежден Генеральной Ассамблеей на ее десятой сессии в 1955 году. Его круг ведения изложен в резолюции 913 (X). Первоначально в состав Комитета входили следующие государства-члены: Австралия, Аргентина, Бельгия, Бразилия, Египет, Канада, Индия, Мексика, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Соединенные Штаты Америки, Союз Советских Социалистических Республик (впоследствии Российская Федерация), Франция, Чехословакия (впоследствии Словакия), Швеция и Япония. Впоследствии Ассамблея в своей резолюции 3154 С (XXVIII) от 14 декабря 1973 года расширила состав Комитета и включила в него Индонезию, Перу, Польшу, Судан и Федеративную Республику Германия (впоследствии Германия). Своей резолюцией 41/62 В от 3 декабря 1986 года Ассамблея расширила максимальный состав Комитета до 21 члена и предложила Китаю стать его членом. В своей резолюции 66/70 от 9 декабря 2011 года Ассамблея еще расширила состав Комитета до 27 членов и предложила Беларуси, Испании, Пакистану, Республике Корея, Украине и Финляндии стать его членами.

² Например, международные основные нормы безопасности для защиты от радиационного излучения и безопасного обращения с источниками излучения, разработанные совместно Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития, Всемирной организацией здравоохранения, Европейской комиссией, Международной организацией труда, Международным агентством по атомной энергии, Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций и Панамериканской организацией здравоохранения.

вызванной Великим восточно-японским землетрясением и цунами в марте 2011 года; и профессиональная деятельность, связанная с повышенным облучением от искусственных или естественных источников радиации).

Глава II

Работа Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации на его шестьдесят третьей сессии

3. Комитет провел свою шестьдесят третью сессию в Вене 27 июня – 1 июля 2016 года³. Функции должностных лиц Комитета выполняли: Йошихару Йонекура (Япония) в качестве Председателя; Джон Хант (Бразилия), Петер Якоб (Германия) и Ханс Ванмарке (Бельгия) в качестве заместителей Председателя; и Михаэль Валигорски (Польша) в качестве Докладчика.

4. Комитет принял к сведению резолюцию 70/81 Генеральной Ассамблеи, посвященную действию атомной радиации. Он напомнил о своем намерении рассмотреть доклад о долгосрочных стратегических направлениях своей деятельности на период после завершения нынешнего стратегического плана (2014-2019 годы), с тем чтобы способствовать будущему обсуждению Ассамблеей вопроса о членском составе Комитета на основе конкретной информации.

A. Завершенные оценки

5. Комитет подробно обсудил четыре основные оценки, принял научный доклад, основанный на выводах этих оценок (см. главу III) и просил в обычном порядке опубликовать научные приложения с учетом согласованных изменений.

6. На своей пятьдесят шестой сессии Комитет постановил начать работу по проведению новой оценки воздействия ионизирующего излучения на людей при производстве электроэнергии. Соответственно, он постановил пересмотреть и обновить свою прежнюю методологию оценки облучения населения в результате радиоактивных выбросов, которая была опубликована в его докладе за 2000 год. Комитет обсудил и одобрил публикацию научного приложения с обновленной методологией и соответствующими электронными таблицами.

7. Комитет напомнил о том, что прогресс в работе над научным приложением, посвященным радиационному излучению при производстве электроэнергии, был затруднен, в частности, из-за того, что в имеющихся данных о профессиональном облучении и выбросах, связанных с производством электроэнергии из неядерных источников, есть определенные пробелы. Для сравнения имеются исчерпывающие данные о ядерной энергетике, хотя эти данные по-прежнему недостаточны в том, что касается вывода из эксплуатации и других аспектов так называемого конечного этапа

³ В работе шестьдесят третьей сессии приняли также участие наблюдатели от Всемирной организации здравоохранения, Европейского союза, Международного агентства по атомной энергии, Международного агентства по изучению рака, Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям, Международной комиссии по радиологической защите и Международной организации труда.

ядерного топлива цикла. Оценка была завершена на основе разумных и прозрачных предположений в тех случаях, когда точные данные отсутствуют. Электронные таблицы, предназначенные для внедрения методологии, были использованы в 2015 году для завершения на внутренней согласованной основе оценки радиационного облучения населения при разных способах производства электроэнергии.

8. На своей пятьдесят шестой сессии, проведенной 10-18 июля 2008 года, Комитет в ходе обсуждения своей будущей программы работы постановил провести работу по изучению доз, рисков и последствий радиационного облучения от накопленных внутри организма радионуклидов. На своей пятьдесят седьмой сессии, проведенной 16-20 августа 2010 года, Комитет постановил также уделить особое внимание тритию и радиоизотопам урана. На текущей сессии Комитет согласился с тем, что обзор литературных источников был полным, что материал был упорядочен, а его структура согласована и что на основании прошедшего оценку материала были сделаны окончательные выводы.

В. Текущая программа работы

1. События, произошедшие после представления Комитетом в 2013 году доклада об уровнях и воздействии радиационного излучения в результате ядерной аварии, вызванной Великим восточно-японским землетрясением и цунами

9. Комитет напомнил о проведенной им оценке уровней и воздействия радиационного излучения в результате ядерной аварии, вызванной Великим восточно-японским землетрясением и цунами в 2011 году, которая была представлена в его докладе шестьдесят восьмой сессии Генеральной Ассамблеи в 2013 году (A/68/46) и подтверждающем подробном научном приложении⁴. В этом докладе он пришел к выводу, что в целом дозы облучения были низкими и что поэтому сопутствующие риски будут также, вероятно, незначительными. Ожидалось, что показатели заболеваемости раком останутся стабильными. Тем не менее в докладе Комитета было отмечено возможное увеличение риска заболеваемости раком щитовидной железы среди тех детей, которые в наибольшей степени подверглись воздействию радиационного облучения. Однако было также отмечено, что вероятность возникновения большого числа случаев заболевания раком щитовидной железы в результате радиационного облучения в префектуре Фукусима, как это было после Чернобыльской аварии, может быть не столь высокой в силу того, что поглощенные дозы в щитовидной железе после аварии на Фукусимской АЭС были существенно ниже. Комитет пришел к выводу, что никаких заметных изменений в распространенности врожденных пороков и наследственных заболеваний не ожидается и что воздействие на наземные и морские экосистемы могут иметь неустойчивый и локальный характер. Заболеваемость раком среди профессиональных работников, как ожидается, останется стабильной.

⁴ Издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.14.IX.1.

10. После проведения своей оценки Комитет согласовал последующие меры, позволяющие следить за публикуемой дополнительной соответствующей информацией. Доклад Комитета о работе его шестьдесят второй сессии, представленный семидесятой сессии Генеральной Ассамблеи, включает выводы, основанные на результатах его последующих мероприятий, проведенных до настоящего времени.

11. Комитет продолжал выявлять дополнительную информацию, опубликованную к концу 2015 года, и систематически оценивал соответствующие новые публикации для оценки их значимости для доклада за 2013 год. Заметной публикацией был доклад Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) об аварии на АЭС "Фукусима-1"⁵. В нем описывается эта авария и ее причины, ход событий и последствия, основанные на оценке данных и информации, полученных из многих источников, имеющихся на момент его написания. Этот доклад и большое количество новых публикаций вновь подтвердили важные предположения и выводы, содержащиеся в докладе Комитета за 2013 год. Ни одна из этих публикаций существенно не затронула основные выводы, содержащиеся в докладе Комитета за 2013 год, или не подвергла сомнению приведенные в нем основные предположения. Был сделан ряд выводов, которые требуют дополнительного анализа или представления более убедительных доказательств, полученных на основании дальнейших исследований. С учетом рассмотренного материала Комитет счел, что в настоящее время нет необходимости вносить какие-либо изменения в его общие выводы. Вместе с тем научному сообществу необходимо в полной мере учесть ряд потребностей в исследованиях, выявленных Комитетом.

12. Комитет планирует продолжать работу по выявлению и систематической оценке новой информации об этой аварии и на своих ежегодных сессиях периодически рассматривает полученные результаты. Он также планирует активно сотрудничать с лицами, ответственными за формулирование и осуществление основных исследовательских программ в Японии и оказание соответствующих консультативных услуг в целях оперативного решения возникающих вопросов и выявления вопросов, нуждающихся в дальнейших исследованиях. В соответствующее время Комитет, в зависимости от полученных результатов, намерен рассмотреть вопрос о необходимости обновления своего доклада за 2013 год.

13. Комитет просил секретариат публиковать, при наличии соответствующих ресурсов, выводы его систематического обзора новой научной литературы в качестве не предназначенного для продажи издания на английском языке, а также содействовать его опубликованию на японском языке.

2. Эпидемиологическое исследование раковых заболеваний, связанных с облучением источниками в окружающей среде при низких мощностях доз

14. Комитет обсудил ход работы по оценке эпидемиологических исследований в случаях заболевания раком в результате облучения от внешних источников радиации при низких мощностях доз. Комитет признал,

⁵ International Atomic Energy Agency, *The Fukushima Daiichi Accident: Report by the Director General* (GC(59)/14), а также пять технических томов 1-5.

что научный обзор был в существенной степени улучшен. Он с удовлетворением отметил разработку добавления по критериям качества, предназначенного для проводимых Комитетом обзоров эпидемиологических исследований. Комитет просил обеспечить взаимное согласование научного обзора и критериев качества. Он также просил окончательно доработать добавление для его публикации в качестве отдельного приложения с учетом его более широкого применения и выразил надежду, что обзор и критерии качества будут одобрены для публикации на шестьдесят четвертой сессии.

3. Отдельные оценки воздействия на здоровье человека радиационного облучения и связанные с ним предполагаемые риски

15. Комитет рассмотрел ход работы по оценке отдельных последствий для здоровья человека и предполагаемых рисков, связанных с ионизирующим излучением. Были предложены четыре сценария оценки, основанные на согласованных критериях и предварительных обзорах научной литературы: лейкемия в результате облучения при низких мощностях доз; высокий риск заболеть раком в результате сильного и продолжительного облучения; риск заболеть раком щитовидной железы в результате облучения в детском или подростковом возрасте; и риск возникновения болезней системы кровообращения в результате сильного и продолжительного облучения. Комитет выразил надежду, что оценки будут проводиться в соответствии с критериями качества, установленными для проводимых Комитетом обзоров эпидемиологических исследований, и что проекты оценок будут обсуждены на шестьдесят четвертой сессии.

4. Сбор данных о радиационном облучении, в частности облучении в медицинских целях и профессиональном облучении

16. Комитет принял к сведению подготовленный секретариатом доклад о сборе, анализе и распространении данных о радиационном облучении, в частности облучении в медицинских целях и профессиональном облучении. Комитет приветствовал тот факт, что в своей резолюции 70/81 Генеральная Ассамблея предложила государствам-членам назначить национальных контактных лиц для содействия координации сбора представления данных о радиационном облучении населения, профессиональных работников и пациентов медицинских учреждений. К шестьдесят третьей сессии Комитета национальных контактных лиц назначило 51 государство-член.

17. В 2014 году секретариат ввел в действие интернет-платформу для сбора данных об облучении в медицинских целях и предложил государствам-членам принять участие в организуемом Комитетом Глобальном обзоре по использованию радиации в медицинских целях и дозам облучения. При подготовке к Глобальному обзору он способствовал налаживанию тесного сотрудничества с МАГАТЭ, Всемирной организацией здравоохранения и Международной ассоциацией по радиационной защите. Свои первые данные об облучении в медицинских целях представили 20 стран, однако не все их данные были полными. Ввиду того, что к настоящему времени было представлено относительно мало ответов, и в связи с задержками, вызванными изменениями в административно-финансовой платформе Организации Объединенных Наций (Umoja), сроки представления данных будут продлены

до мая 2017 года. Комитет просил секретариат подготовить первую оценку результатов для рассмотрения Комитетом на его шестьдесят четвертой сессии, включая подробный обзор научной литературы. Он также просил секретариат ускорить проведение обследования по профессиональному облучению, наладив тесное сотрудничество с Международной организацией труда и другими соответствующими органами, и приступить к развернутой работе по определению и сбору данных о радиационном облучении населения от естественных и искусственных источников радиации.

5. Информационно-пропагандистская деятельность

18. Комитет принял к сведению подготовленный секретариатом доклад о ходе информационно-пропагандистской деятельности. В частности, он с особой признательностью отметил проделанную Японией работу по распространению доклада Комитета за 2013 год об уровнях и воздействии радиационного излучения в результате аварии на атомной электростанции "Фукусима-1" и официального информационного документа о событиях, произошедших с момента представления этого доклада. Он отметил, что Генеральная Ассамблея предложила секретариату продолжить работу по ознакомлению общественности с выводами Комитета. Комитет приветствовал также информационно-пропагандистские мероприятия, связанные с шестидесятой годовщиной учреждения Комитета, тридцатой годовщиной аварии на Чернобыльской АЭС и пятой годовщиной аварии в Японии. На английском языке была опубликована обновленная программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) под названием "Радиация: дозы и источники", которая призвана стать основным научным руководством для широкой общественности и которую планируется издать на других языках. Секретариат подготовил также в качестве удобного справочного средства карту флэш-памяти, на которую загружены все публикации Комитета и все резолюции, касающиеся его деятельности, на всех официальных языках Организации Объединенных Наций с учетом их наличия.

19. По случаю шестидесятой годовщины создания Комитета бургомистр города Вены устроил в городской ратуше прием для почетных гостей, ученых и дипломатов. Генеральный секретарь Организации Объединенных Наций Пан Ги Мун направил по этому случаю видеообращение, в котором он отметил следующее: "Начиная с момента оценки масштабов радиоактивных осадков в пятидесятых годах прошлого века и вплоть до оценки воздействия радиации на геном человека в наши дни, Комитет всегда руководствовался независимым и беспристрастным подходом. Это имеет важнейшее значение для решения вопросов, которые зачастую имеют ярко выраженный эмоциональный и политический характер". Другие ораторы выступили с посланиями от глав их организаций, включая Всемирную организацию здравоохранения, МАГАТЭ, Подготовительную комиссию по Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний и ЮНЕП. В этих посланиях выражалась признательность Комитету за его компетентность и независимость, продемонстрированные в его научных обзорах, давалась высокая оценка его усилиям по ознакомлению более широкой аудитории с его научными выводами и содержался призыв к дальнейшему расширению этих усилий.

С. Долгосрочные стратегические направления деятельности

20. Комитет рассмотрел долгосрочные стратегические направления своей деятельности на период после завершения нынешнего стратегического плана (2014-2019 годы). Комитет принял к сведению доклад Генерального директора о последствиях расширения членского состава до 27 государств, представленный Генеральной Ассамблее на ее шестьдесят девятой сессии, и возможные подходы к дальнейшему расширению (A/69/350). Комитет также принял к сведению резолюцию 70/81 Генеральной Ассамблеи о действии атомной радиации, в которой Ассамблея просила Генерального секретаря представить ей на ее семьдесят второй сессии перечень государств-членов, которые уже выразили в период между шестьдесят шестой и семьдесят второй сессиями свою конкретную заинтересованность в членстве в Комитете.

21. Комитет намерен в своей будущей работе сосредоточиться на следующих научных областях:

a) совершенствование оценки уровней облучения людей в повседневной жизни, на работе, во время медицинских процедур и в результате аварий;

b) улучшение понимания механизмов действия радиации и биологической реакции на всех уровнях биологической организации, т.е. от молекулярного уровня до уровня популяции;

c) получение более конкретных данных, касающихся воздействия на здоровье людей, в частности воздействия доз малой мощности и постоянного облучения, и обоснованных оценок последствий для здоровья радиационного облучения населения.

22. Комитет также ожидает, что быстро возникающие новые вопросы или значимые события могут привести к краткосрочному или долгосрочному изменению приоритетов и соответствующему изменению программы работы на каждой сессии. Например, недавно Комитет переориентировал свои усилия на проведение своевременной научной оценки уровней и воздействия радиационного излучения в результате ядерной аварии в Японии в 2011 году.

23. Комитет считает, что он сможет продолжать работу по проведению надежных научных оценок в указанных выше научных областях. Комитет полностью поддерживает мнение Генерального секретаря о том, что главной целью любого увеличения численности государств-членов должно быть повышение способности Комитета заниматься научной работой. Комитет полагает, что существует предел для численности государств-членов (около 30), при которой секретариат Комитета в его нынешних рамках может надлежащим образом работать при одновременной поддержке научной работы Комитета. При любом превышении этого предела потребуются дальнейшее кадровое укрепление секретариата (см. пункты 35 и 40 документа A/69/350).

24. В этой связи Комитет считает, что любое обсуждение вопроса о членском составе должно быть сосредоточено на способности Комитета продолжать работу по проведению надежных научных оценок, а также на возможности секретариата оказывать Комитету соответствующую поддержку. Вместе с тем с учетом все возрастающего объема научной базы данных, возможно,

потребуется осуществить ряд стратегий, направленных на поддержку усилий Комитета обслуживать научное сообщество, а также более широкую аудиторию. Такие стратегии могут также позволить привлечь ученых, которые в настоящее время не являются членами Комитета. Уже существуют примеры таких договоренностей, которые оказались полезными для работы Комитета и не создали какой-либо значимой или существенной дополнительной нагрузки для работы секретариата.

25. Признавая важность привлечения всех государств-членов, в частности, к осуществлению стратегий, будущих обсуждений и подготовке научных документов с учетом должного учета имеющихся ресурсов, Комитет может рассмотреть вопрос о включении следующих направлений деятельности в стратегии, упомянутые в предыдущем пункте:

a) создание постоянной рабочей группы, занимающейся такими вопросами, как источники радиации и радиационное излучение или воздействие на здоровье людей и окружающую среду;

b) приглашение на индивидуальной основе ученых из других государств – членов Организации Объединенных Наций к участию в проведении оценок, касающихся вышеуказанных вопросов;

c) активизация усилий Комитета по представлению своих оценок и их краткого описания в форме, удобной для пользователей, без ущерба для научной достоверности и надежности;

d) при сохранении своей ведущей роли в представлении авторитетных научных оценок Генеральной Ассамблее поддержание Комитетом тесной связи с другими соответствующими международными органами во избежание, насколько это возможно, дублирования усилий.

26. В ходе предстоящих сессий Комитет будет работать в направлении осуществления указанных выше стратегий.

D. Будущая программа работы

27. Комитет обсудил предварительные планы в отношении пяти проектов и двух менее масштабных мероприятий. Пять проектов были предложены по следующим темам: a) заболеваемость вторичным раком после радиотерапии; b) оценка воздействия на флору и фауну радиационного излучения от предприятий атомной промышленности; c) биологические механизмы, способные оказывать воздействие на здоровье людей при низких мощностях доз; d) воздействие радонового излучения в жилых помещениях и на рабочих местах; и e) эпидемиологические исследования радиации и раковых заболеваний. Рассмотрев текущую программу работы и возможности как Комитета, так и его секретариата, Комитет постановил:

a) приступить в 2016 году к осуществлению проектов по темам (c) и (d) и при осуществлении проекта по теме (c) уделить особое внимание раку и наследственным эффектам;

b) приступить в 2017 году к проекту по предложенной теме (e) в форме, дополнительно доработанной делегацией Соединенных Штатов Америки;

с) обратиться с просьбой к делегации Франции подготовить рабочий материал для более широкого обсуждения предложенной темы (а) с целью ее принятия в 2017 году.

28. Комитет просил также секретариат подготовить короткий документ, посвященный научному мнению Комитета относительно доз и коэффициента эффективности мощности дозы, и еще один документ об оценке данных о заболеваемости раком щитовидной железы в регионах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции в 1986 году, с целью обсуждения и одобрения на шестьдесят четвертой сессии Комитета.

Е. Административные вопросы

29. Комитет признал, что в связи с необходимостью поддерживать интенсивность его работы, в частности работы по расширению баз данных об излучении и более широкому распространению его выводов, в том числе на официальных языках Организации Объединенных Наций помимо английского языка, будут полезными добровольные взносы в общецелевой фонд, учрежденный Директором-исполнителем ЮНЕП. Комитет высказал мнение, что Генеральная Ассамблея могла бы рекомендовать государствам-членам рассмотреть вопрос о внесении на регулярной основе добровольных взносов в общецелевой фонд для этих целей и взносов натурой.

30. Комитет постановил провести свою шестьдесят четвертую сессию 29 мая – 2 июня 2017 года в Вене. Для руководства работой Комитета на его шестьдесят четвертой и шестьдесят пятой сессиях он избрал новых должностных лиц: Ханса Ванмарке (Бельгия) в качестве Председателя; Петера Якоба (Германия), Пэтси Томпсон (Канада), Михаэля Валигорски (Польша) в качестве заместителей Председателя; и Джиллиану Херт (Австралия) в качестве Докладчика.

Глава III

Научный доклад

31. Логическим обоснованием выводов, изложенных ниже, являются четыре научных приложения (опубликованы отдельно).

А. Методология оценки радиационного облучения населения в результате радиоактивных выбросов

32. Время от времени Комитет проводил оценки радиационного облучения населения в результате радиоактивных выбросов в окружающую среду в условиях нормальной деятельности, главным образом с объектов, являющихся частью ядерного топливного цикла. По каждому случаю Комитет проводил обзор своей методологии оценки облучения с учетом научных достижений и в необходимых случаях вносил в нее изменения. Комитет постановил обновить и расширить проведенные им ранее оценки ионизирующего радиационного облучения населения при производстве электроэнергии. В этой связи Комитет критически рассмотрел и обновил использовавшуюся ранее методологию оценки радиационного облучения населения в результате радиоактивных выбросов, которая была опубликована в его докладе за 2000 год. Ввиду необходимости более гибкого подхода к разным видам производства электроэнергии и в интересах обеспечения прозрачности методология была обновлена, с тем чтобы с ее помощью можно было рассчитывать дозы радиации с учетом конкретного выброса каждого значимого радионуклида.

33. Обновленную методологию можно использовать для оценки характерных индивидуальных и коллективных доз, получаемых в результате выбросов в атмосферу, а также в речные, озерные и морские водоемы. Характерными индивидуальными дозами являются дозы, получаемые обычным человеком, живущим в районе вокруг точки сброса. Коллективной дозой является средняя доза, получаемая суммарно конкретным населением от конкретного источника с учетом численности населения и определенного периода времени. Иначе говоря, коллективной дозой является доза, полученная суммарно всеми лицами из конкретной группы населения в течение определенного периода времени. Вместе с тем расчетные дозы – это показатель, который следует использовать только для сопоставления разных источников облучения, а не для оценки последствий для здоровья людей. Кроме того, эта методология применяется только к обычным выбросам, которые можно считать постоянными, при этом для оценки облучения в результате аварийных выбросов необходимо использовать более сложные методологии.

34. Радиоактивные выбросы могут вызывать облучение населения разными способами, и обновленная методология учитывает наиболее значимые из них, а именно облучение от внешних для организма радионуклидов, т.е. радионуклидов, находящихся в атмосфере и почве, и облучение от радионуклидов внутри организма в результате их поступления при вдыхании и приеме пищи. Для проведения оценки облучения в результате производства электроэнергии как на атомных, так и неатомных объектах, методология была

расширена с целью охвата широкой гаммы радионуклидов. При этой методологии используются модели, основанные на экспериментальных данных и данных других полевых наблюдений, для оценки переноса радионуклидов в окружающей среде и связанного с этим облучения населения. В обновленной методологии теперь учитываются ранее не рассматриваемый дополнительный вариант облучения, а именно прием внутрь продуктов, полученных из сельскохозяйственных культур, полив которых осуществлялся водой, содержащей радионуклиды в результате их выброса в пресную воду.

35. В прошлом использовались среднемировые показатели плотности населения и потребления продуктов питания, поскольку они считались достаточными для оценки глобального уровня излучения от ядерных установок. Вместе с тем неатомные электростанции находятся повсюду в мире, и плотность населения и потребление продуктов питания в местах их расположения существенно отличаются друг от друга. В этой связи Комитет постановил учитывать региональные факторы. Несмотря на это, рассматриваемые в настоящее время регионы все еще весьма велики, и для оценки положения в отдельных местах требуются иные подходы. Оценка излучения проводится с помощью серии математических моделей, для которых Комитет выбрал значение параметров, обеспечивающих реальную оценку уровня излучения. Такой подход отличается от более осторожного подхода, часто используемого для целей регулирования, при котором значения выбираются таким образом, чтобы намеренно преувеличить уровень излучения.

36. Как и прежде, оценки все еще проводятся применительно к коллективным дозам облучения населения на местном, региональном и глобальном уровне, в зависимости от обстоятельств. Кроме того, методология позволяет получить информацию о коллективных дозах, полученных разными группами населения в результате постоянных радиоактивных выбросов в атмосферу в течение года, в зависимости от их удаленности от точки выбросов. В настоящее время имеются расчетные значения коллективных доз, суммарно полученных населением мира в течение 100, 500 и 10 000 лет.

37. Рассматриваемая методология была реализована в серии электронных таблиц с целью обеспечения прозрачности и облегчения использования и пересмотра Комитетом в любых будущих исследованиях. Электронные таблицы содержат информацию о наиболее важных путях облучения и радионуклидах и доступны для скачивания на веб-сайте Комитета (www.unscear.org).

38. Комитет удостоверился в том, что обновленная методология, реализованная в электронных таблицах, является надежной, опирается на прочную основу предыдущих версий и пригодна для оценки облучения населения на региональном и глобальном уровнях в результате выбросов радионуклидов в различные среды.

В. Радиационное излучение при производстве электроэнергии

39. С течением времени сочетание технологий производства электроэнергии в мире изменяется в ответ на возникающие климатические, экологические, ресурсные, политические и экономические проблемы. Правительства и исследователи могут проводить различные сопоставительные исследования, учитывающие, в частности, воздействие разных технологий на население, профессиональных работников и окружающую среду. Ионизирующее радиационное излучение является лишь одним из многих факторов, которые могут учитываться в рамках проведения таких оценок. Вместе с тем Комитет считает, что обновление и расширение его прошлых оценок радиационного облучения населения и профессиональных работников в результате производства электроэнергии может быть полезным источником информации для таких исследований.

40. Хотя интерес к проблеме радиационного облучения населения и профессиональных работников в результате производства электроэнергии на атомных электростанциях появился уже с самого начала применения таких технологий, радиационное облучение при применении других технологий производства электроэнергии не стало предметом такого же широкого изучения. Комитет периодически рассматривал вопросы радиационного облучения как населения, так и профессиональных работников в результате производства электроэнергии на атомных электростанциях, а также проводил оценки других методов производства электроэнергии, хотя и в меньшей степени⁶. При проведении этих оценок использовались самые разные методологии, а также данные о промышленной деятельности вне ядерной отрасли, которые, как правило, не проверяются или не сообщаются на регулярной основе, что существенно затрудняет проведение значимых сопоставлений радиоактивного излучения в результате применения разных технологий производства электроэнергии.

41. Оценка коллективной дозы, полученной в результате аварий, выходит за рамки оценок радиоактивного облучения населения и профессиональных работников в результате производства электроэнергии, однако Комитет провел оценки прошлых аварий в своем докладе за 2008 год, оценки Чернобыльской аварии в своих докладах за 1988, 2000 и 2008 годы и оценки аварий на атомной электростанции "Фукусима-1" в своем докладе за 2013 год. Прямые сравнения облучения в результате аварий и облучения в результате обычных радиоактивных выбросов весьма затруднительны. Одна из причин заключается в том, что распределение доз, полученных населением сразу после аварии, имеет более выраженный локальный характер в географическом плане,

⁶ *Sources and Effects of Ionizing Radiation — 1977 Report to the General Assembly, with Annexes* (United Nations publication, Sales No. E.77.IX.1); *Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects — 1982 Report to the General Assembly, with Annexes* (United Nations publication, Sales No. E.82.IX.8); *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation — 1988 Report to the General Assembly, with Annexes* (United Nations publication, Sales No. E.88.IX.7); *Sources and Effects of Ionizing Radiation — 1993 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes* (United Nations publication, Sales No. E.94.IX.2); and *Sources and Effects of Ionizing Radiation — 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Volume I: Sources*, (United Nations publication, Sales No. E.00.IX.3).

тогда как коллективные дозы, полученные в результате нормального производства электроэнергии, распределяются более равномерно между населением в региональных и глобальных масштабах. Тем не менее, согласно оценкам в исследовании, коллективная доза, полученная населением в глобальных масштабах в результате серьезных аварий, таких как аварии на Чернобыльской и Фукусимской атомных электростанциях, были на несколько порядков выше коллективных доз, полученных населением мира в результате нормального использования основных технологий производства электроэнергии в течение одного года.

42. Как отмечалось выше, Комитет обновил свою методологию оценки облучения населения в результате радиоактивных выбросов. Теперь эта методология имеет более гибкий характер и способна охватить более широкий круг технологий производства электроэнергии. Помимо того, что обновленная методология включает широкий анализ имеющихся данных, она предоставляет в распоряжение Комитета более прочную, чем раньше, основу для проведения сопоставительных исследований. Одновременно с этим Комитет провел также новую оценку профессионального облучения от разных технологий производства электроэнергии, используя данные, полученные главным образом из дозиметрических отчетов об облучении профессиональных работников. Эти оценки составляют основу текущего сопоставительного исследования радиационного облучения как населения, так и профессиональных работников в результате производства электроэнергии.

43. Комитет провел сопоставительное исследование путем изучения источников облучения в результате использования технологий производства электроэнергии на основе атомной энергии; сжигания угля, природного газа, нефти и биотоплива; и геотермальной, ветровой и солнечной энергии. Две технологии производства электроэнергии (на основе атомной энергии и сжигания угля) были изучены в подробностях, поскольку для этих технологий имелась более надежная база данных. Комитет провел оценку основных источников радиоактивных выбросов в течение их жизненного цикла. Что касается жизненного цикла применительно к атомной энергии, то источники радиоактивных выбросов включали такие сферы, как добыча, обогащение и отвалы разработок урана, эксплуатация энергетических установок и вторичная обработка. Что касается жизненного цикла, связанного со сжиганием угля, то эти источники включали такие сферы, как добыча угля, эксплуатация угольных электростанций (как современных, так и более старых) и утилизация угольной золы. Для простоты мы будем называть эти циклы ядерным топливным циклом и угольным циклом, соответственно.

44. Для проведения сопоставлений Комитет использовал главным образом два показателя. Первый показатель включал коллективные дозы, полученные суммарно определенными группами населения в течение конкретного срока в результате мирового и регионального годового производства электроэнергии на основе каждой технологии. Второй показатель включал соответствующие коллективные дозы, разделенные на количество электроэнергии, полученной с использованием каждой технологии. Справочным годом для сопоставления был выбран 2010 год.

45. Комитет рассчитал, что на долю угольного цикла приходится свыше половины суммарной коллективной дозы, полученной местными и региональными группами населения в результате выбросов, связанных с мировым производством электроэнергии в течение одного года. Этот расчет был основан на том предположении, что источниками выбросов были современные угольные электростанции. С другой стороны, на долю ядерного топливного цикла приходится менее одной пятой. Величина доли угольного цикла обусловлена выбросами природных радионуклидов (главным образом радона и его радиоактивного продукта распада) во время добычи угля, его сжигания на электростанциях и утилизации его золы. Аналогичным образом, почти половина суммарной дозы облучения населения мира от ядерного топливного цикла является результатом выбросов природных радионуклидов во время добычи и обогащения урана. Эти показатели зависят от доли каждой технологии в общем производстве электроэнергии; в 2010 году доля угольного цикла составила около 40 процентов, что является максимальным показателем. Хотя радон и продукт его распада играют относительно значимую роль в получении населением коллективных доз облучения как при ядерном топливном цикле, так и угольном цикле, связанные с этим индивидуальные дозы невелики по сравнению с дозами, получаемыми населением естественным путем у себя дома в результате вдыхания радона и продукта его распада.

46. Вместе с тем Комитет обнаружил, что доля конкретной технологии в облучении населения мира не просто зависит от того, сколько электроэнергии было произведено с помощью этой технологии. Существуют также подлежащие учету различия в коллективных дозах на единицу электроэнергии, произведенной с помощью каждой технологии. При нормальной работе угольный цикл дает более высокую коллективную дозу на единицу произведенной электроэнергии, чем ядерный цикл, и существенно более высокую дозу на единицу произведенной электроэнергии, чем другие подвергнутые оценке технологии, за исключением геотермальной энергетики. Исходя из имеющейся неполной информации о выбросах радона с геотермальных электростанций, коллективная доза на единицу произведенной на них электроэнергии может быть существенной. Вместе с тем с учетом того, что использование геотермальной технологии не получило широкого распространения, ее доля в радиоактивном облучении населения мира меньше, чем облучение, связанное с угольным циклом.

47. В ходе проведенных ранее исследований производства электроэнергии на атомных электростанциях изучалась доля в облучении населения, приходящаяся на долгоживущие радионуклиды, такие как углерод-14, которые после выброса циркулируют в глобальном масштабе и продолжают вносить свой вклад в радиационное облучение населения в течение будущих столетий, хотя и в исключительно малых индивидуальных дозах. Доля циркулирующих в глобальных масштабах радионуклидов в получении населением мира коллективной дозы зависит от срока, в течение которого коллективная доза накапливается. С течением времени доза облучения населения в результате годичного выброса этих циркулирующих в глобальных масштабах радионуклидов продолжает медленно увеличиваться. В течение длительного срока, например нескольких сотен лет, коллективная доза облучения населения

мира этими радионуклидами выше при ядерном топливном цикле, чем при угольном цикле.

48. Комитет провел также оценку профессионального облучения. Максимальную коллективную дозу облучения на единицу произведенной электроэнергии получают работники, занимающиеся добычей угля, в силу облучения радионуклидами естественного происхождения. Из всех подвергнутых оценке коллективных доз облучения как населения, так и профессиональных работников максимальное значение имело облучение работников в результате добычи угля, хотя со временем оно уменьшается из-за улучшения условий добычи. Следующую по величине максимальную коллективную дозу облучения на единицу произведенной энергии получают работники, участвующие в цикле солнечной энергетики, за которым следует цикл ветровой энергетики. Это обусловлено тем, что эти технологии требуют большого количества редкоземельных металлов, а при добыче бедной руды работники облучаются радионуклидами естественного происхождения.

49. Было обнаружено, что суммарная коллективная доза на единицу произведенной электроэнергии при угольном цикле (т.е. доза облучения населения мира и профессиональных работников вместе взятых) меньше, чем при ядерном топливном цикле. Это действительно так, даже если долгоживущие радионуклиды, циркулирующие в глобальных масштабах, накапливались в течение свыше 500 лет. Если рассматривать количество электроэнергии, произведенной в 2010 году с помощью каждой технологии, то максимальная коллективная доза была получена населением мира и профессиональными работниками вместе взятыми в результате угольного цикла, за которым следует ядерный топливный цикл. Из остальных технологий следующая по величине доля в облучении приходилась на использование геотермальной энергии и сжигание природного газа.

50. При толковании и использовании этих результатов следует проявлять большую осторожность. Их единственная роль заключается в том, чтобы дать правильное представление о разных масштабах радиационного облучения в результате использования каждой технологии. Они не предназначены для того, чтобы служить единственной системой показателей для определения того, какая технология производства электроэнергии является предпочтительней другой. Как отмечалось ранее, существует ряд факторов, которыми страны могут руководствоваться при выборе определенного сочетания технологий производства электроэнергии. Радиационное излучение может быть лишь одним из этих факторов.

С. Биологическое воздействие некоторых внутренних источников излучения

51. "Внутренние источники излучения" являются широко употребляемым термином для обозначения радионуклидов, накапливающихся в органах и тканях тела после их поступления, главным образом в результате вдыхания или приема пищи, а также, возможно, через раны или неповрежденную кожу. В зависимости от конкретного радионуклида и психохимической формы поступления внутренние источники излучения сильно отличаются друг

от друга по типу, характеру и продолжительности их радиоактивного излучения и энергетического воздействия между органами и тканями и на них.

52. Важно изучать прямое воздействие внутренних источников излучения, поскольку излучение от некоторых радионуклидов является краткосрочным и в различной степени глубоко ионизирующим. Кроме того, такие радионуклиды могут неравномерно распределяться в тканях тела. Таким образом, характер дозы облучения некоторыми внутренними источниками излучения существенно отличается от характера дозы, полученной в результате излучения от внешних источников, таких как атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки в Японии. Большинство данных об опасности радиоактивного излучения берется из исследований воздействия на человека проникающего излучения, в то время как непосредственные данные о воздействии на здоровье внутреннего облучения практически отсутствуют. В этой связи дозы облучения органов внутренними источниками излучения следует оценивать с использованием модели, а данные о факторах риска берутся главным образом из исследований внешнего проникающего излучения. В этих условиях весьма желательно подтвердить правильность исходных предположений посредством получения результатов реальных обследований групп населения, подвергающихся внутреннему облучению от конкретных радионуклидов.

53. В ответ на инициативы ряда стран в отношении оценки приемлемых доз облучения тритием и радионуклидами урана и понимания соответствующего воздействия на здоровье Научный комитет провел обзор соответствующей информации об этих радионуклидах. В основу выводов Комитета, изложенных в настоящем документе, легли два научных приложения.

54. Тритий (^3H) является радиоактивным изотопом водорода, распад которого происходит исключительно в результате излучения бета-частиц с низкой энергией. Этот процесс протекает естественным образом, в основном в результате взаимодействия между частицами космического излучения и верхними слоями атмосферы, и искусственно – при работе ядерных реакторов или других промышленных установок, при использовании в качестве вещества для биомедицинских исследований, а в прошлом в качестве компонента целого ряда потребительских товаров. Ожидается, что в будущем тритий будет широко использоваться в термоядерных реакторах. В окружающей и производственной среде тритий встречается главным образом в форме тритиевой воды в жидком или парообразном состоянии. Одним из аспектов охраны окружающей среды и передачи в пищевой цепи, который заслуживает дальнейшего изучения, является накопление трития в органическом компоненте пищевых продуктов, называемом органически связанным тритием.

55. Уран является природным элементом и повсеместно распространен в окружающей среде. Существуют три природных радионуклида урана: ^{234}U , ^{235}U и ^{238}U . Они присутствуют в скальных породах и почвах и, следовательно, в питании человека. Они распадаются главным образом за счет излучения альфа-частиц, а их полураспад является весьма продолжительным. Внутреннее облучение профессиональных работников ураном происходит, как правило, в результате работы на урановых рудниках и использования урана в качестве ядерного топлива. В повседневной жизни люди подвергаются облучению ураном в результате потребления питьевой воды и продуктов питания. Высказывались опасения в отношении облучения военнослужащих и лиц

из населения обедненным ураном (смесь изотопов, содержащих низкую процентную долю ^{235}U), который применяется в боеприпасах, например в резолюции 69/57 Генеральной Ассамблеи о последствиях применения оружия и боеприпасов, содержащих обедненный уран.

56. Хотя поглощенные дозы в органах человека в результате облучения внешними источниками излучения рассчитываются при помощи анатомических моделей человеческого тела, обычно называемых фантомами, оценки доз облучения внутренними источниками излучения дополнительно требуют использования биокинетических моделей, которые описывают поведение радионуклидов после их попадания внутрь организма, главным образом при вдыхании или приеме пищи. Такие модели рассматривают накопление в дыхательных путях поступивших при дыхании частиц и паров и прохождение проглоченных радионуклидов через пищеварительный тракт. Модели позволяют также представить последующее распределение поступивших из крови радионуклидов в органах и тканях тела, их удержание в этих местах накопления и их выделение. Надежность моделей, используемых для оценки доз облучения отдельными элементами и их радиоизотопами, зависит от качества имеющихся экспериментальных данных о людях.

57. Что касается трития, то существуют модели в форме тритиевой воды, с помощью которых можно получить представление о его распределении в органах и тканях тела в зависимости от содержания в них воды. Имеющейся информации недостаточно для построения адекватных моделей поведения различных форм органически связанного трития и других тритиевых соединений, включая аминокислоты, некоторые из которых участвуют в синтезе ДНК и соответствующих белков. Абсорбция урана отчасти зависит от того, попал ли он в организм в результате вдыхания или приема пищи, и существенно различается в зависимости от физической и химической формы урана. Уран, абсорбированный в кровь, накапливается главным образом в костях скелета, но также в определенной степени откладывается в почках в ходе быстрого выведения значительной части через мочеполовую систему.

58. Разные виды излучения по-разному воздействуют на возникновение рака и других последствий для здоровья. Двумя широкими категориями источников излучения являются фотоны и заряженные частицы, такие как электроны и альфа-частицы. Некоторые виды заряженных частиц в целом оказывают более выраженное воздействие на возникновение рака в расчете на единицу поглощенной дозы, чем проникающие фотоны. Оценка таких различий в существенной степени зависит от наличия экспериментальных данных об их относительной биологической эффективности (ОБЭ), которая определяется как отношение поглощенной дозы стандартного излучения к поглощенной дозе рассматриваемого излучения, вызывающей такой же биологический эффект.

59. Существует множество литературных источников, посвященных исследованиям ОБЭ излучения бета-частиц трития. Значения ОБЭ для целого ряда биологических конечных точек колеблются от примерно единицы до многократно большей величины по сравнению с гамма- и рентгеновскими лучами. Вместе с тем способность делать выводы в отношении онкогенеза ограничена наличием весьма небольшого количества соответствующих исследований млекопитающих. Для оценки значений ОБЭ для излучения альфа-частиц изотопами урана соответствующей информацией недостаточно.

Вместе с тем значения ОБЭ для альфа-частиц зависят от энергии частиц, энергетического диапазона и глубины проникновения энергии на коротких расстояниях, и эти значения не будут существенно зависеть от соответствующих радионуклидов, за исключением случая, когда радионуклиды являются определяющим источником излучения в тканях организма. Согласно сообщениям, типичные значения ОБЭ для альфа-частиц по сравнению с гамма- и рентгеновскими лучами составляют около десяти для конечных точек рака печени и рака легких и меньшую величину для лейкемии.

60. Хотя канцерогенное воздействие урана на животных, вероятно, связано с радиационной токсичностью выбросов альфа-частиц, некоторые виды воздействия, очевидно, связаны с химической токсичностью разных форм урана, особенно в почках. Химическая токсичность является ограничивающим фактором, который в настоящее время определяет предельно допустимые уровни концентрации урана в питьевой воде.

61. Был проведен ряд эпидемиологических исследований профессиональных работников и лиц из населения, которые, возможно, подвергались воздействию трития. Вместе с тем на настоящий момент ни одно из этих исследований не было достаточно информативным для демонстрации роста случаев онкологических заболеваний среди подвергшихся облучению групп населения, которые могли бы быть связаны с радиационным облучением тритием. Эпидемиологические исследования работников ядерных объектов выявили слабую связь между облучением ураном и заболеваемостью раком легких, однако эти данные не являются достаточно убедительными для доказательства наличия причинно-следственной связи.

62. Комитет рассмотрел исследования воздействия на здоровье обедненного урана, применяемого в боеприпасах в военных целях. Не было обнаружено никаких клинически значимых патологий, связанных с облучением обедненным ураном военнослужащих или лиц из населения. Это согласуется с ожиданиями, учитывая низкий уровень измеренных или оцененных уровней облучения.

63. Комитет признает, что для оценки воздействия внутреннего облучения необходимо продолжать исследования и обзоры. Для понимания воздействия неравномерного получения доз от внутренних источников излучения в тканях и клетках по сравнению с равномерным получением доз от внешнего воздействия проникающего излучения требуется дальнейшая работа. Основное внимание в ходе дальнейших исследований следует также уделить сложности изменения уровней облучения и чувствительности тканей во время внутриутробного и раннего постнатального развития.

Добавление I

Члены национальных делегаций, участвовавшие в работе пятьдесят седьмой – шестьдесят третьей сессий Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации

Австралия	К.-М. Ларссон (Представитель), К. Баголей, М. Грзечник, Дж. Хирт, П. Джонстон, С. Б. Соломон, Р. Тинкер
Аргентина	А. Х. Гонсалес (Представитель), А. Каноба, П. Карретто, М. ди Джорджо, М. Дж. Эрмакора
Беларусь	А. Стажарау (Представитель), Я. Кенигсберг (Представитель), А. Никалайенка, А. Рожко, В. Тернов, Н. Власова
Бельгия	Х. Ванмарке (Представитель), С. Батаут, Х. Бейвард, Х. Босманс, Г. Эггермонт, Х. Энгельс, Ф. Ямар, Л. Муллендерс, Х. Слапер, П. Сместерс, А. Вамберси, П. Виллемс
Бразилия	Х. Дж. Унт (Представитель), Д. Р. Мело (Представитель), М. Ногуйра Мартинс (Представитель), Г. де Суса Сантош, Л. Оланда Садлер Вейга, М. К. Лоуренсу, Е. Рохеду
Германия	П. Якоб (Представитель), В. Вайсс (Представитель), С. Бехлер, А. Бётгер, А. А. Фридль, К. Герке, Т. Юнг, Г. Кирхнер, Я. Копп, Р. Михель, В.-Ю. Мюллер, В. Рюм, Х. Зеб
Египет	В. М. Бадави (Представитель), Т. С. Эд-Дин Ахмед Газей (Представитель), М. А. М. Гомаа (Представитель), Т. Морси
Индия	Р. А. Бадве (Представитель), С. К. Апте (Представитель), К. С. Прадикпкмар (Представитель), К. Б. Сайнис (Представитель), Б. Дас, П. К. Кесаван, И.С. Майя
Индонезия	Е. Хисвара (Представитель), З. Алатас (Представитель), С. Видодо (Представитель), Г. Б. Прайоджи, Г. Витоно, Б. Зулкарнаен
Испания	М. Х. Муньос Гонсалес (Представитель), Д. Кансио, М. Т. Масиас Домингес, Х. К. Мора Каньядас, В. Роблес Атьенса, Е. Ваньо Карруана
Канада	П. Томпсон (Представитель), Н. Е. Джентнер (Представитель), Б. Питерсон (Представитель), С. Пурвис (Представитель), Д. Борхем, К. Банди, Д. Б. Чамберс, Дж. Чен, П. Демерс, С. Хамлат, Р. Лейн, К. Лавуа, Е. Уоллер, Д. Уилланс
Китай	Ч. Пань (Представитель), Ю. Чен, Л. Донг, Ю. Ду, Х. Гао, Ф. Ли, К. Лин, С. Лю, Ц. Лю, Ю. Лю, С. Пань, С. Цин, Г. Сун, С. Су, Ц. Сунь, Ю. Ван, Ю. Сюань, Х. Ян, С. Ян, В. Чжань, П. Цхоу, М. Чжу

Мексика	Х. Агуирре Гомес (Представитель)
Пакистан	З. А. Байг (Представитель), М. Али (Представитель), Р. Али
Перу	А. Лачос Давила (Представитель), Л. В. Пинильос-Аштон (Представитель), Б. М. Гарсия Гутьеррес
Польша	М. Валигорски (Представитель), Л. Добржински, М. Яняк, М. Крушевски
Республика Корея	Б. С. Ли (Представитель), М. Баек, К.-В. Чо (Представитель), К.-Х. До, Й.-И. Ким, К. П. Ким, С. Й. Ким, Д.-К. Кеум, Й. К. Ли, Й. Е. Ли, С. Й. На (Представитель), С. Й. Нам, С. В. Сео
Российская Федерация	А. Аклеев (Представитель), М. Киселев (Представитель), Р. Алексахин, Т. Азизова, С. Гераскин, В. Иванов, Н. Кошурникова, А. Котеров, А. Крышев, И. Крышев, Б. Лобач, С. Михеенко, О. Павловский, А. Рачков, С. Романов, А. Самойлов, А. Сажин, С. Шинкарев
Словакия	Л. Аукстова (Представитель), Е. Беди (Представитель), М. Земанова (Представитель), М. Хорват, А. Дурекова, В. Юрина, Ж. Кантова, К. Петрова, Л. Томашек, И. Захарьяшова
Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии	С. Буффлер (Представитель), Дж. Купер (Представитель), Дж. Харрисон (Представитель), А. Бехон, Дж. Симмондс, Р. Вейкфорд, В. Чжан
Соединенные Штаты Америки	Р. Дж. Престон (Представитель), Ф. А. Меттлер мл. (Представитель), А. Ансари, Л. Р. Анспауф, Дж. Д. Бойс мл., У. Больч, Х. Гроган, Н. Х. Харли, Е. В. Холахан мл., Б. А. Напир, Д. Пауэл, Г. Е. Волошак
Судан	Н. А. Ахмед (Представитель), И. Салих Мохамед Муса (Представитель), Е. А. Е. Али (Представитель), А. Е. Эльгайлани (Представитель), М. А. Х. Эльтайеб (Представитель), И. И. Сулиман
Украина	Д. Базика (Представитель)
Финляндия	С. Саломаа (Представитель), А. Авинен, Р. Бли, Е. Салминен
Франция	И. Лебарон-Жакоб (Представитель), А. Ранну (Представитель), Е. Ансборло, Ж.-М. Борди, М. Бургиньон, И. Клеран, И. Дюблино Нод, А. Флюри-Эрар, Ж.-Р. Жордэн, Р. Максимилян, Ф. Менетрие, Е. Кеменёр, М. Тирмаш
Швеция	И. Лунд (Представитель), Л. Хуббард (Представитель), Л. Моберг (Представитель), А. Альмен, Е. Форсселл-Аронссон, Л. Гедда, Й. Йоханссон Барк-Хольст, Й. Лильхёк, А. Войцик

Япония

Й. Йонекура (Представитель), К. Акахане, М. Акаси,
С. Акиба, Т. Аоно, Н. Бан, М. Чино, Х. Фуджита, К. Кодама,
М. Коватари, М. Накано, О. Нива, К. Озаса, С. Сайгуса,
К. Сакаи, Г. Судзуки, М. Такахаси, Т. Такахаси, Й. Ямада,
Х. Ямагиси, Х. Ясуда

Добавление II

Научные работники и консультанты, сотрудничавшие с Научным комитетом Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации при подготовке научного доклада за 2016 год

Л. Анспауф

М. Балонов

Р. Вейкфорд

Х. Гроган

И. Дюблино

Б. Ламберт

Б. Лауритцен

К. Робинсон

Е. Рохеду

Дж. Симмондс

Л. Хуббард

Р. Шор

Секретариат Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации

М. Дж. Крик

Ф. Шэннон