

Международная оценка последствий Чернобыльской аварии: Чернобыльский форум ООН (2003–2005) и НКДАР ООН (2005–2008)

М.И. Балонов

ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург

Радиологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС были в последние годы рассмотрены Чернобыльским форумом ООН (2003–2005) и НКДАР ООН (2005–2008). Впервые подробно описано воздействие на окружающую среду, в том числе радиоактивное загрязнение наземных и водных экосистем, применение и эффективность контрмер и воздействие радиации на биоту. Представлены дозиметрические данные для более чем полумиллиона аварийных работников, около 100 миллионов жителей трех наиболее пострадавших стран (Беларуси, Российской Федерации и Украины) и для 500 миллионов жителей других европейских стран. Несколько сотен ликвидаторов получили высокие дозы излучения, из них 28 человек умерли в 1986 г. от острой лучевой болезни. Дети, которые потребляли весной 1986 г. местное молоко с радиоактивным йодом, получили высокие дозы в щитовидной железе. С начала 1990-х гг. среди них наблюдалось резкое увеличение заболеваемости раком щитовидной железы. Кроме того, в 1990-е гг. было отмечено некоторое учащение заболеваемости лейкемией у наиболее облученных работников. Чернобыльский форум ООН пришел к выводу, что наиболее значительными трудностями стали тяжелая социально-экономическая депрессия пострадавших регионов и связанные с ними психологические проблемы у населения и работников. Подавляющему большинству населения не следует жить в страхе перед серьезными радиологическими последствиями для здоровья от аварии на Чернобыльской АЭС.

Ключевые слова: Чернобыль, дозы, население, воздействие на здоровье, воздействие на окружающую среду.

Введение

Авария на Чернобыльской АЭС была самой тяжелой в истории мировой атомной промышленности. В ночь на 26 апреля 1986 г. энергоблок № 4 Чернобыльской атомной электростанции, расположенной в 130 км к северо-востоку от Киева, столицы Украины, был уничтожен двумя мощными взрывами в активной зоне реактора. Чернобыльская АЭС была оснащена четырьмя реакторами РБМК с графитовым замедлителем, тепловой мощностью 3200 МВт и электрической мощностью 1000 МВт каждый. Взрывы были вызваны грубыми нарушениями операционных процедур персоналом и техническими недостатками в системах безопасности реактора [1]. В результате взрывов на территорию были выброшены высокорadioактивные фрагменты активной зоны реактора. Раскаленный графит на воздухе воспламенился и горел в течение 10 дней.

В течение этого времени радиоактивные вещества выбрасывались из горящего реактора и разносились ветром при меняющихся погодных условиях по Европе, главным образом по Беларуси, Украине и европейской части России. За пределы Европы вышло не более 20% от радиоактивных выбросов [2].

В 1986–1987 гг. в аварийных и восстановительных работах принимало участие более 400 000 ликвидаторов, включая военнослужащих, персонал АЭС, местную милицию и пожарные службы. Позднее количество зарегистрированных ликвидаторов выросло до 600 000.

В районах Беларуси, России и Украины, загрязненных радионуклидами вследствие чернобыльской аварии (выше 37 кБк м⁻² или 1 Ки км⁻² ¹³⁷Cs)*, проживают около 6 млн человек. Среди них около 400 000 человек проживали на более загрязненных территориях, классифицированных в то время властями СССР как зона жесткого радиационного контроля (выше 555 кБк м⁻² или 15 Ки км⁻² ¹³⁷Cs). Из этого населения 115 000 человек были эвакуированы в незагрязненные районы весной и летом 1986 г. В последующие годы были переселены ещё 220 000 человек [3].

Последствия аварии на Чернобыльской АЭС широко обсуждались на конференции в Киеве в 1988 г. [4], в результатах Чернобыльского проекта МАГАТЭ [5] и на конференциях, посвященных 10-летию аварии [6, 7]. Последствия для здоровья были проанализированы всесторонне НКДАР ООН в отчетах этой организации 1988 и 2000 гг. [3, 8]. В 2005–2008 гг. НКДАР ООН провел дальнейшую оценку экологических и медицинских последствий Чернобыля и недавно опубликовал итоговый отчет [9].

Из-за продолжающихся противоречий в интерпретации последствий чернобыльской аварии МАГАТЭ инициировало в начале 2003 г. создание Чернобыльского форума с целью ретроспективной оценки экологических и медицинских последствий аварии и выработки рекомендаций правительствам Беларуси, Украины и Российской Федерации по дальнейшим действиям, таким как восстановление окружающей среды и специальные меры

* В картировании радиоактивных выпадений ¹³⁷Cs был выбран маркером, потому что этот долгоживущий радионуклид относительно легко измерять, и он имеет большое радиологическое значение.

в здравоохранении, а также научно-исследовательская деятельность.

В Чернобыльский форум вошли восемь организаций системы ООН (International Atomic Energy Agency (IAEA) – Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), World Health Organization (WHO) – Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), United Nations Development Programme (UNDP) – Программа развития ООН (ПРООН), Food and Agriculture Organization (FAO) – Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО), United Nations Environment Programme (UNEP) – Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (UN-ОСНА) – Управление по координации гуманитарных вопросов ООН (УКГВ), United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) – Научный комитет по действию атомной радиации ООН (НКДАР ООН) и Всемирный банк), а также компетентные органы Беларуси, России и Украины. Форум был создан как вклад в десятилетнюю стратегию Организации Объединенных Наций по Чернобылю, начатую в 2002 г. с публикации «Гуманитарные последствия Чернобыльской ядерной аварии – стратегия восстановления» [10]. Председателем Чернобыльского форума и последующей конференции стал д-р Бертон Беннетт (Исследовательский фонд радиационных эффектов, Япония).

Доклады Форума по окружающей среде [11] и здоровью [12] были подготовлены соответствующими рабочими группами экспертов и утверждены консенсусом на последнем заседании Форума в апреле 2005 г. Отчеты были представлены и обсуждены на международной конференции «Чернобыль: взгляд назад ради пути вперед», организованной МАГАТЭ в Вене в сентябре 2005 г. [13].

В ноябре 2005 г. Генеральная ассамблея Организации Объединенных Наций рассмотрела доклад об усилиях по содействию восстановлению территорий, пострадавших от чернобыльской аварии, и приняла резолюцию A/60/L.19 [14], в которой, в частности, отмечается консенсус, достигнутый между членами Чернобыльского форума по оценке последствий аварии и будущим действиям.

В данной работе представлены недавние выводы Чернобыльского форума и НКДАР ООН по радиологическим последствиям аварии на Чернобыльской АЭС для здоровья и окружающей среды.

Экологические последствия [9, 11]

Выбросы и выпадения радионуклидов

Основные выбросы радионуклидов из 4-го блока Чернобыльской АЭС продолжались в течение десяти дней после взрыва 26 апреля. Они содержали радиоактивные газы, конденсированные аэрозоли и большое количество частиц топлива. Общий выброс радиоактивных веществ составил около 14 ЭБк, в том числе 1,8 ЭБк йода-131, 0,085 ЭБк ^{137}Cs , 0,01 ЭБк ^{90}Sr и 0,003 ЭБк радионуклидов плутония. Вклад благородных газов составил около 50% от суммарной активности всех выбросов. Самые последние оценки выбросов практически совпадают с приведенными в докладе НКДАР ООН 2000 г. [3], за исключением тугоплавких элементов, оценка для которых в настоящее время примерно вдвое ниже [15].

На более чем 200 000 квадратных километров европейских территорий выпали уровни ^{137}Cs выше 37 кБк м⁻² [2]

(рис. 1). Более 70% этих территорий находилось в трех наиболее пострадавших странах: Беларуси, России и Украине. Выпадения были крайне неравномерными, поскольку они усиливались в районах, где шел дождь во время прохождения загрязненных воздушных масс. Большинство радионуклидов стронция и плутония выпало на расстоянии менее 100 км от разрушенного реактора из-за больших размеров частиц.

Многие из наиболее значимых радионуклидов уже распались. Выпадения радиоактивных изотопов йода вызвали большие радиологические проблемы сразу после аварии. В настоящее время и в ближайшие десятилетия ^{137}Cs будет иметь наибольшее значение как фактор внешнего и внутреннего облучения, а следующим по важности будет ^{90}Sr . В более долгосрочной перспективе (от сотен до тысяч лет) останутся только изотопы плутония и америций-241, хотя их уровни активности радиологически не значимы.

Перенос радионуклидов в экосистемах

В первые месяцы после аварии уровни радионуклидов в сельскохозяйственных растениях и животных определялись поверхностными выпадениями. Выпадение йода-131 требовало первоочередного внимания, но эта проблема была ограничена первыми двумя месяцами после аварии вследствие быстрого распада ^{131}I . Радиойод быстро поступал в молоко, приводя к значительным дозам в щитовидной железе у лиц, потребляющих молоко, особенно у детей в Беларуси, России и Украине. В остальной части Европы повышенные уровни ^{131}I в молоке наблюдались в некоторых южных районах, где молочный скот уже выпасался на пастбищах.

После ранней стадии прямых выпадений все более важным становилось поглощение радионуклидов из почвы через корни растений. Наиболее серьезные радиологические проблемы вызывали радионуклиды цезия (^{137}Cs и ^{134}Cs). Содержание радиоцезия в пищевых продуктах определялось не только уровнями выпадений, но и типом экосистемы и почвы, а также практикой ведения хозяйства. Кроме того, вблизи реактора образовались высокие уровни выпадений ^{90}Sr , но на больших расстояниях его уровни были низкими. Другие радионуклиды, такие как изотопы плутония и ^{241}Am , не вызвали серьезных проблем в сельском хозяйстве как из-за низкого уровня выпадений, так и из-за слабого поступления радионуклидов из почвы.

В целом, произошло существенное сокращение переноса радионуклидов в растения и животных в сельском хозяйстве в первые несколько лет после выпадений, как и следовало ожидать из-за выветривания, физического распада, миграции радионуклидов в глубинные слои почвы, снижения биодоступности в почве и благодаря контрмерам. Однако в последнее десятилетие отмечалось лишь незначительное дальнейшее снижение, на 3–7% в год.

В настоящее время концентрации ^{137}Cs в сельскохозяйственных продуктах, как правило, ниже национальных и международных уровней действий. Однако на некоторых ограниченных территориях с высоким уровнем выпадения радионуклидов (части Гомельской и Могилевской областей Беларуси и Брянской области России) или с бедными органическими почвами (Житомирская и Ровенская области Украины) молоко все еще может производиться с концентрацией ^{137}Cs , превышающей национальные уровни действий: 100 Бк кг⁻¹. На этих территориях по-прежнему могут быть оправданными контрмеры и экологическая реабилитация.

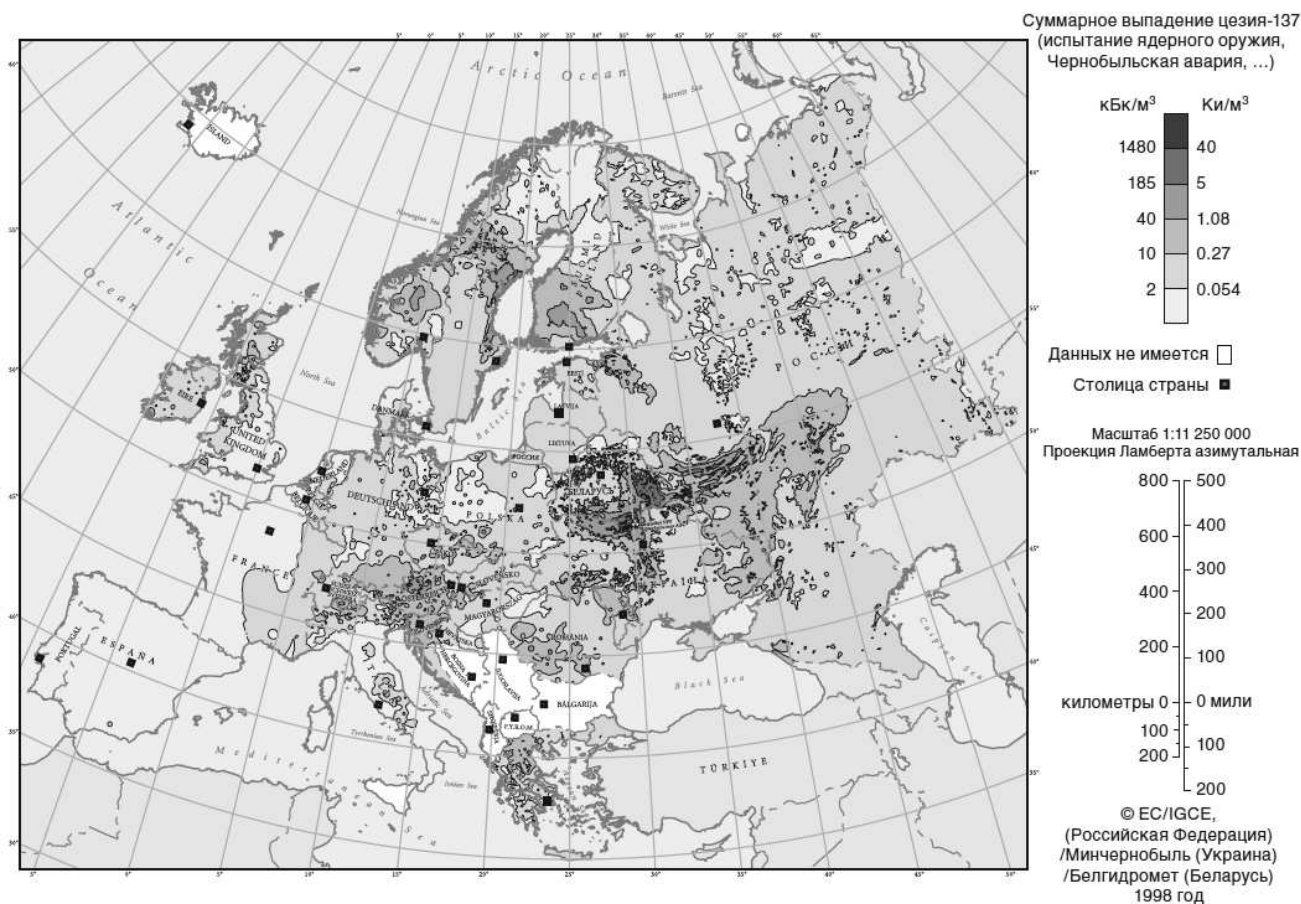


Рис. 1. Выпадения ¹³⁷Cs на поверхность почвы в Европе в результате Чернобыльской аварии [2]

Поглощение и удержание ¹³⁷Cs, как правило, были гораздо выше в природных экосистемах по сравнению с сельскохозяйственными, а скорости выведения из лесных экосистем – крайне низки. Самые высокие уровни в пищевых продуктах остаются в грибах, ягодах, дичи и мясе северного оленя.

Концентрация радионуклидов в воде рек и озер непосредственно после аварии быстро снижалась, и в настоящее время в целом весьма низка в воде, используемой для питья и орошения. Напротив, уровни радиоцезия в воде и рыбе некоторых бессточных озер снижались медленно. Уровни радиоактивности в морской воде и морской рыбе были намного ниже, чем в пресноводных экосистемах.

Выпадения в населенных пунктах могли первоначально привести к значительной дозе внешнего облучения. Однако в связи с радиоактивным распадом, ветрами, дождями и деятельностью человека, включая движение транспорта, мытье и очистку улиц, поверхностное загрязнение радиоактивными веществами и мощность дозы в воздухе значительно снизились с 1986 г. в жилых и рекреационных зонах (рис. 2).

В настоящее время в большинстве населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы, мощность дозы в воздухе над твердыми поверхностями возвратилась к фоновому уровню, существовавшему до аварии. Но над целинными участками в садах и парках в некоторых населенных пунктах Беларуси, России и Украины мощность дозы в воздухе остается повышенной.

Экологические контрмеры

Власти СССР ввели широкий спектр кратко- и долгосрочных экологических контрмер с целью смягчения последствий аварии. В этих операциях были использованы огромные человеческие, финансовые и научные ресурсы.

Дезактивация населенных пунктов в пострадавших районах СССР в первые годы после аварии на Чернобыльской АЭС позволила снизить дозы внешнего облучения, когда ее проведению предшествовала соответствующая оценка радиационной обстановки и восстановительных мер. Однако дезактивация и создала проблему захоронения значительного количества возникших низкоактивных отходов, преимущественно верхнего слоя почвы.

В первые несколько недель меры по обращению с кормами для скота и производству и потреблению молока населением (в том числе запрет потребления свежего молока) могли бы значительно снизить дозы на щитовидную железу от радиоактивного йода. К сожалению, ранние контрмеры в бывшем СССР были вовремя применены лишь в отдельных районах из-за отсутствия своевременных рекомендаций, особенно для частных хозяйств. Многие европейские страны изменили свои методы ведения сельского хозяйства и/или изъяли определенные пищевые продукты, особенно свежее молоко, из цепочки поставок. В Польше была оперативно организована йодная профилактика. В целом, эти действия уменьшили дозы в щитовидной железе в европейских странах до незначительных уровней.

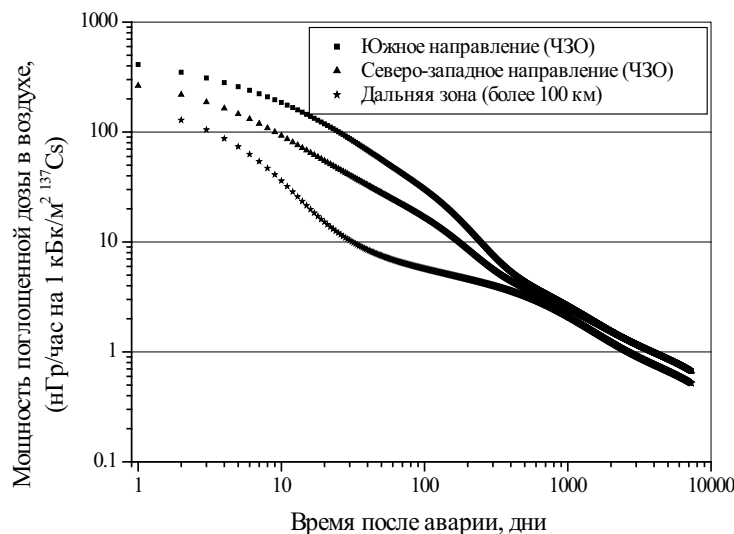


Рис. 2. Динамика нормированной мощности дозы в воздухе над целиной после чернобыльской аварии в различных географических областях [11]

За месяцы и годы после аварии власти бывшего Советского Союза осуществили большое количество сельскохозяйственных контрмер. Это помогло уменьшить долгосрочное воздействие долгоживущих радионуклидов, в частности, радиоцезия. В течение первых нескольких лет из потребления человеком были изъяты значительные объемы пищевых продуктов по соображениям высокого содержания в них радиоцезия, особенно в молоке и мясе. Кроме того, производилась обработка пастбищ, а для питания скота поставлялись чистые корма и связующие цезия (препараты так называемой берлинской лазури), что привело к значительному сокращению дозы.

Кроме того, были предприняты меры по уменьшению облучения от жизни и работы в лесах и использования лесных продуктов. Они включали ограничения на: доступ в лес, заготовку лесных продуктов, таких как дичь, ягоды и грибы, сбор дров, а также изменение практики охоты.

Введенные на ранних этапах ограничения на питьевую воду и переход на альтернативные источники снизили дозы внутреннего облучения от водных путей в начальный период. Ограничение потребления пресноводной рыбы из некоторых озер также оказалось эффективным в Скандинавии и Германии. Другие контрмеры по сокращению переноса радионуклидов из почвы в водные системы и далее в организм человека оказались, в общем, неэффективными.

Радиационно-индуцированные эффекты у растений и животных

Излучение радионуклидов, выброшенных в результате аварии, вызвало многочисленные острые биологические эффекты в растениях и животных, обитающих на территориях с высокими уровнями радиации, т. е. в отдельных участках на расстоянии до 30 км от точки выброса. За пределами этой области острых радиационно-индуцированных эффектов у растений и животных зарегистрировано не было.

Реакцией биоты на повышенное облучение явилось сложное взаимодействие между дозой излучения, радиочувствительностью и процессами восстановления раз-

личных растений и животных. В 30-километровой зоне наблюдались следующие индивидуальные и популяционные эффекты у живых организмов, вызванные радиационно-индуцированной гибелью клеток:

- повышенная гибель хвойных растений, почвенных беспозвоночных и млекопитающих;
- потеря репродуктивной способности растений и животных.

После естественного снижения уровней излучения вследствие радиоактивного распада и миграции радионуклидов биологические популяции восстанавливались от острых эффектов радиации. Уже в следующий вегетационный период после аварии жизнеспособность популяций растений и животных в значительной мере восстановилась в результате комбинированного воздействия восстановления пораженных организмов и заселения из менее пострадавших районов. Для восстановления от серьезных радиационно-индуцированных вредных эффектов радиации у растений и животных понадобилось несколько лет.

В течение первых нескольких лет после аварии на Чернобыльской АЭС в растениях и животных были обнаружены генетические эффекты радиации как в соматических, так и в половых клетках. Продолжают поступать сообщения об экспериментальных наблюдениях различных цитогенетических аномалий, связанных с излучением. Неизвестно, имеют ли наблюдаемые цитогенетические аномалии в соматических клетках какое-либо отрицательное биологическое значение.

Восстановление подвергшейся облучению флоры и фауны в зоне отчуждения было облегчено устранением деятельности человека, особенно прекращением сельскохозяйственной и промышленной деятельности. В результате популяции многих растений и животных в конечном итоге расширились, и существующее состояние окружающей среды оказало положительное воздействие на биоту в 30-километровой зоне. Действительно, с годами эта область парадоксально стала уникальным заповедником биоразнообразия.

Дозы у облученных групп населения [9, 11, 12]

В результате аварии на Чернобыльской АЭС облучению подверглись следующие категории населения:

- спасатели и ликвидаторы, которые работали на Чернобыльской АЭС и в зоне отчуждения после аварии;
- жители, переселенные из отчужденной местности Беларуси, России и Украины;
- жители территорий радиоактивных выпадений, которые не были эвакуированы.

За исключением персонала реактора и спасателей, которые находились вблизи разрушенного реактора во время аварии и вскоре после этого, большинство ликвидаторов и людей, живущих на загрязненных территориях, получили относительно низкие дозы во всем теле, сравнимые с дозами фонового облучения, накопленными за время после аварии на ЧАЭС (табл. 1). Для сравнения, среднемировая эффективная доза от природного радиационного фона составляет 2,4 мЗв в год, а типовая доза от процедуры компьютерной томографии – около 10 мЗв.

По сравнению с докладом НКДАР ООН 2000 года:

– оценки доз были обновлены для большего числа ликвидаторов из трех стран (Беларуси, России и Украины) (510 тысяч вместо 380 тысяч), а также представлена новая информация для 20 тысяч ликвидаторов из Латвии, Литвы и Эстонии;

– оценки дозы в щитовидной железе были обновлены для белорусских и украинских эвакуированных лиц, а также представлена новая информация для российских эвакуированных лиц;

– оценка доз в щитовидной железе и эффективных доз была расширена с 5 млн до 100 млн человек из трех стран;

– оценки доз в щитовидной железе и эффективных доз были даны для 500 млн жителей других европейских стран.

Наибольшие дозы получили спасатели и местный персонал, в общей сложности менее 1000 человек, в первые дни аварии, вплоть до 16 Гр, что было фатальным для некоторых из них. Дозы, полученные ликвидаторами, которые работали в разные периоды в 1986–1990 гг., находятся в диапазоне от менее 10 мЗв до более чем 1000 мЗв,

причем около 85% зарегистрированных доз лежат в диапазоне 20–500 мЗв со средним значением 117 мЗв.

Коллективная эффективная доза у 530 000 ликвидаторов оценена около 60 000 чел.-Зв. Однако эта оценка может быть завышена, так как при расчетах некоторых зарегистрированных доз были использованы консервативные предположения.

Эффективные дозы у лиц, эвакуированных из Чернобыльской зоны весной и летом 1986 г., оценены в среднем около 30 мЗв, в основном от внешнего гамма-излучения, с самой высокой индивидуальной дозой порядка нескольких сотен мЗв.

Высокие дозы в щитовидной железе среди населения были преимущественно обусловлены потреблением свежего молока с ¹³¹I в первые несколько недель после аварии. На рисунке 3 приведена средняя доза в щитовидной железе среди детей и подростков в 1986 г. Средняя доза в щитовидной железе эвакуированных лиц, по оценкам, составила около 500 мГр (с отдельными значениями от менее 50 мГр до более 5000 мГр). Для более чем 6 млн жителей загрязненных районов бывшего Советского Союза, которые не были эвакуированы, средняя доза в щитовидной железе составила около 100 мГр, а около 0,7% из них имели дозы более 1000 мГр. Средняя доза в щитовидной железе детей дошкольного возраста была приблизительно в 2–4 раза больше, чем у населения в целом. Для 98 млн жителей всей Беларуси и Украины и 19 областей России средняя доза была значительно ниже, около 20 мГр; причем большинство (93%) получили дозы в щитовидной железе менее 50 мГр. Средняя доза в щитовидной железе жителей других европейских стран составила 1,3 мГр.

Коллективная доза в щитовидной железе у 98 млн жителей бывшего Советского Союза составила около 1 600 000 чел.-Гр. На уровне страны коллективная доза была самой высокой в Украине, 960 000 чел.-Гр, распределенная по населению 51 млн человек. На региональном уровне самая высокая коллективная доза была у населения Гомельской области, около 320 000 чел.-Гр, что соответствует средней дозе в щитовидной железе около 200 мГр.

Таблица 1

Сводка дозовых оценок для основных групп населения, облученных чернобыльскими радиоактивными выпадениями [9]

Группа населения	Численность (тысяч)	Средняя доза в ЩЖ в 1986 г. (мГр)	Средняя эффективная доза в 1986–2005 гг. (мЗв)	Коллективная доза в ЩЖ в 1986 г. (чел.-Гр)	Коллективная эффективная доза в 1986–2005 гг. (чел.-Зв)
Аварийные работники (1986–1990)	530	--	117	--	61 200
Эвакуированные (1986)	115	490	31	57 000	3 600
Жители зоны жесткого радиационного контроля	216	--	61	--	13 100
Жители загрязненных территорий	6 400	102	9	650 000	58 900
Население Беларуси, России (19 регионов) и Украины	98 000	16	1,3	1 600 000	125 000
Население других стран Европы	500 000	1,3	0,3	660 000	130 000



Рис. 3. Среднерайонные дозы в щитовидной железе детей и подростков в 1986 г. в Беларуси, России и Украине [16]

Что касается дозы во всем теле, то 6 млн жителей загрязненных районов бывшего Советского Союза получили среднюю эффективную дозу за период 1986–2005 гг. около 9 мЗв, а у 98 млн людей из трех республик средняя доза составила 1,3 мЗв, треть которой была получена в 1986 г. Это – незначительная добавка к дозе от радиационного фона за тот же период (50 мЗв). Более двух третей «чернобыльской» дозы было получено за счет внешнего облучения, остальное – за счет внутреннего облучения. За 20 лет после аварии было получено около 80% эффективной дозы, ожидаемой в течение человеческой жизни.

Однако более 200 000 людей, живущих в наиболее загрязненных районах, получили среднюю эффективную дозу более 60 мЗв в течение 20 лет. У 500 млн населения других стран Европы средняя эффективная доза, по оценкам, составила 0,3 мЗв за этот же период. Коллективная эффективная доза составляет около 125 000 чел.-Зв в совокупном населении Беларуси, Украины и 19 регионов России и около 130 000 чел.-Зв у населения остальной части Европы.

Ранние эффекты воздействия на здоровье [8, 9]

Первоначально на наличие признаков острой лучевой болезни (ОЛБ) были исследованы 237 аварийных работников, и у 134 из них этот диагноз был подтвержден. Из этих 134 больных 28 умерли в течение первых четырех месяцев, несмотря на интенсивное лечение в специализированной клинике, и их смерти были непосредственно связаны с высокими дозами радиации.

Наибольший вклад в последствия для здоровья дало внешнее облучение всего тела высокими дозами гамма-излучения и бета-облучение кожи. Внутреннее облучение

было второстепенным фактором, а вклад нейтронного излучения был незначительным. Основной причиной смертей в течение первых двух месяцев было фатальное поражение костного мозга внешним облучением всего тела.

Каждый пациент с синдромом костного мозга III–IV степени, как правило, имел также серьезные радиационные повреждения кожи, что усугубляло его состояние. Дозы в коже превышали дозы в костном мозге в 10–30 раз, и некоторые пациенты с ОЛБ получили дозы кожи до 500 Гр. Радиационные ожоги кожи оказались одной из основных причин по меньшей мере 19 случаев смерти и значительно увеличивали тяжесть ОЛБ, особенно когда ожоги кожи превышали 50% площади поверхности тела и приводили к серьезным инфекциям. После 50–60 дней, если кожа не заживала, ряду пациентов была пересажена кожа. Кроме того, у одного пациента была ампутирована нога более чем через 200 дней после аварии, у 15 больных наблюдался желудочно-кишечный синдром и у 8 больных была радиационная пневмония.

Не было ни одного случая ОЛБ среди населения: ни среди эвакуированных, ни среди тех, кого не эвакуировали. Это согласуется с оценками облучения, которые дают значения доз во всем теле у населения значительно ниже, чем известные пороги дозы для ОЛБ.

Отдаленные последствия для здоровья [12, 13]

Лица, перенесшие острую лучевую болезнь

У 106 больных, перенесших ОЛБ, восстановление кровяной функции произошло в течение нескольких месяцев. Однако восстановление иммунной системы заняло, по меньшей мере, полгода, а полная нормализация – несколько лет. Катаракты, рубцы и язвы остаются важными

проблемами для перенесших ОЛБ. В период с 1990 по 1996 г. 15 лицам, перенесшим ОЛБ с обширными поражениями кожи, сделали операции. Большинство перенесших ОЛБ имели функциональные сексуальные расстройства до 1996 г., однако в семьях, перенесших ОЛБ, родились 14 нормальных детей в течение первых пяти лет после аварии.

Наиболее серьезными последствиями для здоровья от облучения у лиц, перенесших ОЛБ, остаются повреждения кожи и радиационно-индуцированные катаракты. Текущий характер и тяжесть повреждений кожи зависит от их тяжести во время раннего периода. У пациентов, которые имели травмы кожи I степени, проявились различные уровни дегенерации кожи, от легкого сглаживания поверхности до более выраженных изменений. Однако по прошествии длительного времени незначительные изменения исчезли почти полностью. При поражениях III и IV степени остались участки с рубцами, контрактурами и радиационно-индуцированными язвами. Однако с начала 1990-х гг. с язвами в значительной степени удалось справиться методами микрохирургии.

У многих пациентов, перенесших ОЛБ в умеренной или тяжелой форме, в первые годы после аварии развились радиационно-индуцированные катаракты, с сильной корреляцией между степенью ОЛБ и распространенностью катаракты.

За период 1987–2006 гг. по различным причинам умерли 19 лиц, перенесших ОЛБ. С течением времени связь облучения с причинами смерти становится все менее ясной.

Последующие наблюдения перенесших ОЛБ показывают, что пациенты оправились от первоначальной депрессии гемопоза, но у многих остались значительные местные повреждения кожи и хрусталика глаз. Наблюдается рост гематологических злокачественных новообразований. Учащение других заболеваний, вероятно, главным образом вызвано старением и другими факторами, не связанными с воздействием радиации.

Рак щитовидной железы

Через несколько лет после чернобыльской аварии среди детей и подростков (на 1986 г.) Беларуси, Украины и 4 областей России с наибольшими уровнями радиоактивных выпадений произошло существенное увеличение заболеваемости раком щитовидной железы. В период между 1991 и 2005 гг. среди тех, кому было менее 14 лет в 1986 г., было зарегистрировано 5127 случаев рака щитовидной железы, а у тех, кому было менее 18 лет, – 6848 случаев [17]. Существенная часть этих случаев заболевания была вызвана внутренним облучением щитовидной железы местных жителей инкорпорированным радиоактивным йодом.

Увеличение заболеваемости раком щитовидной железы среди детей и подростков стало проявляться через 5 лет после аварии и сохраняется до настоящего времени. На рисунке 4 показано, что в Беларуси после чернобыльской аварии заболеваемость раком щитовидной железы среди детей в возрасте до 10 лет резко увеличилась (см. 1991–1995 гг.), а затем снизилась у тех, кто родился после 1986 г. (см. 1996–2005 гг.). Эта зависимость показывает, что резкое увеличение заболеваемости в 1991–1995 гг. было связано с аварией. Фоновая заболеваемость раком щитовидной железы среди детей в возрасте до 10 лет составляет примерно от 2 до 4 случаев на миллион в год.

Это увеличение было подтверждено в нескольких аналитических исследованиях типа «случай – контроль» и когортных, которые показали достоверную связь между повышенной заболеваемостью раком щитовидной железы и индивидуальными дозами от радиоактивного йода, выброшенного во время аварии. Пока нет убедительных доказательств увеличения заболеваемости раком щитовидной железы среди тех, кто подвергся облучению, будучи взрослыми.

В недавних исследованиях получены свидетельства того, что дефицит йода мог повлиять на риск заболевания раком щитовидной железы в результате воздействия радиоактивных изотопов йода [18].

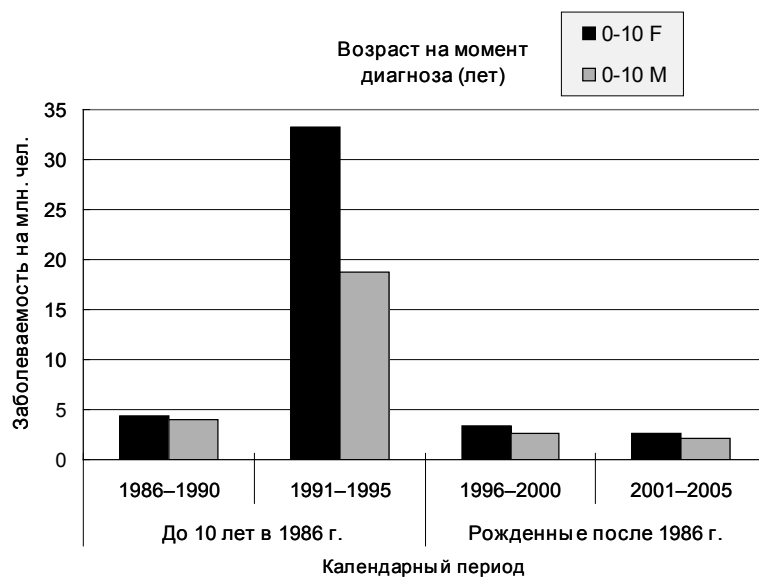


Рис. 4. Заболеваемость раком щитовидной железы в Беларуси среди детей до 10 лет на момент диагноза [9]

Лейкемия, солидные раки и заболевания сердечно-сосудистой системы

Учитывая уровень облучения, вполне вероятно, что исследования населения не смогут статистически достоверно выявить риск лейкемии, вызванной облучением, в то время как у ликвидаторов, подвергшихся более значительному облучению, увеличение заболеваемости может быть обнаружено. Последние исследования показывают двукратное увеличение числа случаев лейкемии в период между 1986 и 1996 гг. у российских ликвидаторов, подвергшихся воздействию внешнего облучения более 150 мГр [19]. Поскольку риск возникновения радиационно-индуцированных лейкозов уменьшается спустя несколько десятилетий после облучения, его вклад в заболеваемость и смертность, вероятно, станет меньшим со временем.

Было проведено много постчернобыльских исследований заболеваемости лейкемией и раком населения загрязненных территорий трех стран. Пока нет убедительных доказательств того, что заболеваемость лейкемией или раком (кроме рака щитовидной железы) возросла у детей, у облученных внутриутробно или у взрослых жителей. Однако, т.к. для большинства солидных раков минимальный латентный период составляет порядка 10 лет, возможно, слишком рано оценивать полные последствия аварии для здоровья.

В последнее время наблюдается некоторый рост заболеваемости и смертности среди российских ликвидаторов, вызванных болезнями сердечно-сосудистой системы. Эти данные следует интерпретировать с особой осторожностью ввиду возможного косвенного влияния сопутствующих факторов, таких как стресс и образ жизни (курение, употребление алкоголя и т. п.)

Катаракта

У некоторых лиц, перенесших ОЛБ вследствие воздействия высоких доз радиации, развились клинически значимые катаракты. Кроме того, недавно завершившееся украино-американское чернобыльское офтальмологическое исследование [20] показало, что возникновение непрозрачности хрусталика у ликвидаторов зависит от полученной дозы. Основной вывод заключается в том, что данные этого исследования несовместимы с порогом зависимости «доза – эффект» более 0,7 Гр и что нижняя оценка порога близка к современному пределу дозы для хрусталика глаза (150 мЗв), хотя это следует еще проверить с учетом неопределенности в дозиметрии.

Следует отметить, что основные выводы в [20] относятся к субклиническим катарактам: 96% наблюдаемых случаев имели I степень непрозрачности. Еще предстоит выяснить, переходит ли со временем эта непрозрачность, связанная с облучением, в более серьезную катаракту, нарушающую зрительную функцию.

Психологические и психические проблемы [12, 21]

У населения, подвергшегося радиационному воздействию в связи с аварией на Чернобыльской АЭС, были выявлены симптомы стресса, депрессии, беспокойства (включая симптомы посттравматического стресса) и необычные физические симптомы. Исследования также показали, что эти лица были более

склонны сообщать о субъективно неудовлетворительном состоянии здоровья, чем незатронутые контрольные группы. В целом, социальный контекст, в котором произошла авария на Чернобыльской АЭС, затрудняет интерпретацию данных из-за сложной серии событий, последовавших за аварией, множественных экстремальных стрессов и культурно-специфических способов выражения затруднений.

Кроме того, люди в группах населения, затронутых аварией, были официально отнесены к «пострадавшим» и стали неформально называться «жертвами Чернобыля». Это обозначение, наряду с многочисленными государственными льготами, способствовало тому, что эти лица стали фаталистически рассматривать себя как инвалидов. Таким образом, вместо того, чтобы воспринимать себя как «выживших», многие из этих людей стали считать себя беспомощными, слабыми и не уверенными в будущем.

Другие выводы Чернобыльского форума [9, 21]

Чернобыльский форум также рассмотрел социально-экономические последствия аварии на Чернобыльской АЭС, которые находятся вне рамок данной статьи. По просьбе правительств Беларуси, России и Украины Форум разработал практические рекомендации по вопросам здравоохранения и соответствующих научных исследований, экологического мониторинга, восстановления окружающей среды и ее исследования, а также рекомендации по экономической и социальной политике, которые можно найти в других публикациях [9, 21].

Заключение

По результатам более чем 20 лет исследований можно сделать вывод, что уровни излучения в окружающей среде после аварии на Чернобыльской АЭС снизились в сотни раз в результате природных процессов и принятых контрмер. Таким образом, большинство ранее загрязненных территорий в настоящее время безопасны для проживания и экономической деятельности. Однако в чернобыльской зоне отчуждения и в ряде районов Беларуси, России и Украины некоторые ограничения на землепользование необходимо сохранить в течение предстоящих десятилетий.

Хотя лица, подвергшиеся облучению радиоактивным иодом в детском или подростковом возрасте, и ликвидаторы, получившие высокие дозы, имеют повышенный риск возникновения радиогенных медицинских эффектов, большинству населения не следует жить в страхе перед серьезными последствиями для здоровья.

Большинство населения подверглось низким уровням облучения, сравнимым с естественными фоновыми уровнями, и облучение продолжает снижаться по мере распада радионуклидов и их рассеяния в окружающей среде. Это верно для населения трех стран, наиболее пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, – Беларуси, России и Украины, и тем более для населения других европейских стран. В результате аварии на Чернобыльской АЭС пострадали судьбы многих людей, но с радиологической точки зрения следует прогнозировать в целом благоприятные перспективы для здоровья большинства облученных лиц и их потомства.

Литература

1. Международная консультативная группа по ядерной безопасности. Чернобыльская авария: дополнение к INSAG-1. Серия безопасности № 75-INSAG-7. – Вена: МАГАТЭ, 1993.
2. Де Корт, М. Атлас загрязнения Европы цезием после чернобыльской аварии / М. Де Корт [и др.]. – Люксембург: Европейская Комиссия, EUR 16733, 1998.
3. Научный комитет ООН по действию атомной радиации. Источники и эффекты ионизирующей радиации: отчет за 2000 г. с приложениями / под ред. Ю.С. Рябухина, С.П. Ярмоненко; пер. с англ. – М.: РАДЭКОН, 2001.
4. Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской атомной станции / под ред. А.Е. Романенко. – Киев: Здоровья, 1989.
5. Международный консультативный комитет. Международный чернобыльский проект. Технический доклад «Оценка радиологических последствий и защитных мер» – Вена: МАГАТЭ, 1992.
6. The radiological consequences of the Chernobyl Accident / A. Karaoglou [et al.]. – Люксембург: Европейская Комиссия, Report EUR 16544 EN, 1996.
7. International Atomic Energy Agency. One Decade after Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident. – Vienna: IAEA, 1996.
8. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR 1988. Report to the General Assembly // Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. – New York: Annexes D and G., 1988. – V. 2.
9. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly // Sources and effects of ionizing radiation. – New York: Annexes D and E., 2011. – V. 2.
10. Гуманитарные последствия аварии на Чернобыльской АЭС. Стратегия реабилитации. – Нью-Йорк: ПРООН и ЮНИСЕФ, 2002.
11. Международное агентство по атомной энергии. Экологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС и их преодоление: Двадцатилетний опыт. – Вена: МАГАТЭ, 2006.
12. Всемирная организация здравоохранения. Медицинские последствия Чернобыльской аварии и специальные программы здравоохранения. – Женева: ВОЗ, 2006.
13. International Atomic Energy Agency. Chernobyl: Looking Back to go Forward. – Vienna: IAEA, 2008.
14. Организация Объединенных Наций. Укрепление международного сотрудничества и координация усилий в деле изучения, смягчения и минимизации последствий чернобыльской катастрофы. Резолюция Генеральной Ассамблеи А/60/L.19. – Нью-Йорк, 2005.
15. Kashparov, V.A. Territory Contamination with the Radionuclides Representing the Fuel Component of Chernobyl Fallout / V.A. Kashparov [et al.] // Sci. Total Environ. – 2003. – 317(1). – P. 105–119.
16. Среднерайонные дозы облучения щитовидной железы у детей и подростков (на момент аварии на Чернобыльской АЭС) в Белоруссии, России и Украине // Радиация и риск. – 2006. – № 15 (3–4). – С. 86–87.
17. Иванов, В.И. Сообщение для секретариата НКДАР ООН / В.К. Иванов, Я.Г. Кенигсберг, Н.Д. Тронько, 2006.
18. Cardis, E. Risk of thyroid cancer after exposure to ¹³¹I in childhood / E. Cardis [et al.] // J. Natl. Cancer Inst. – 2005. – 97 (10) – P. 724–732.
19. Ivanov, V.K. Medical Radiological Consequences of the Chernobyl Catastrophe in Russia Estimation of Radiation Risks. / V.K. Ivanov [et al.] – St. Petersburg: Nauka, 2004.
20. Worgul, B.V. Cataracts among Chernobyl Clean-up Workers: Implications Regarding Permissible Eye Exposures / B.V. Worgul [et al.] // Radiat. Res. – 167(2) – 2007. – P. 233–243.
21. Наследие Чернобыля: Медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Беларуси, Российской Федерации и Украины // Чернобыльский Форум (2003–2005). – Вена: МАГАТЭ, 2006.

М.И. Балонов

International assessments of impacts of the Chernobyl accident: the Chernobyl forum (2003–2005) and UNSCEAR (2005–2008)

Federal Scientific Organization «Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev» of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

Abstract. Radiological consequences of the accident at the Chernobyl NPP were recently revisited by the UN Chernobyl Forum (2003–2005) and UNSCEAR (2005–2008). For the first time environmental impacts were considered in detail, including radioactive contamination of terrestrial and aquatic environments, application and effectiveness of countermeasures and effects on biota. Updated dosimetric data were presented for more than half a million of emergency and recovery operation workers, about 100 million inhabitants of the three most affected countries, Belarus, the Russian Federation and Ukraine, and for 500 million inhabitants of other European countries. Several hundred of the emergency workers received high radiation doses; of whom 28 persons died in 1986 due to acute radiation sickness. Children at the time of the accident, who drank milk with high levels of radioactive iodine, received high doses to the thyroid. Since early 1990s there was the dramatic increase in thyroid cancer incidence among them. Also in 1990s there was some increase of leukaemia in most exposed workers. The UN Chernobyl Forum concluded that severe social and economic depression of the affected regions and associated psychological problems of the general public and the workers had become the most significant problem. The vast majority of the population need not live in fear of serious health consequences from the Chernobyl accident.

Key words: Chernobyl; dose, population; health effects; environmental impact.

Поступила 26.04.2011 г.

М.И. Балонов
Тел. (812) 232-85-16;
E-mail: journal@niirg.ru.