

ВОЕННАЯ МЕДИЦИНА И МЕДИЦИНА КАТАСТРОФ

УДК 614.876

Научно-методическая статья

КРИТЕРИИ И ОПЕРАЦИОННЫЕ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ И НЕОТЛОЖНЫХ МЕДИКО-САНИТАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В НАЧАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ

М. И. Грачев — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», заведующий отделом, кандидат медицинских наук.

CRITERIA AND OPERATIONAL DOSIMETRIC QUANTITIES FOR THE PROTECTIVE AND URGENT MEDICAL-SANITARY ACTIONS IN THE EARLY PERIOD OF THE RADIOLOGICAL EMERGENCY

M. I. Grachev — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnasyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Head of the Department, Candidate of medical sciences.

Дата поступления — 22.11.2013 г.

Дата принятия в печать —

Грачев М. И. Критерии и операционные дозиметрические величины для проведения защитных и неотложных медико-санитарных мероприятий в начальном периоде радиационной аварии // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 4. С. 844–847.

Рассмотрены критерии радиационной опасности и соответствующие значения операционных дозиметрических величин для предварительной оценки возможных последствий радиационной аварии и подготовки рекомендаций по проведению защитных и неотложных медико-санитарных мероприятий. В отличие от подходов, широко используемых в практике анализа радиационных аварий и их последствий, в основном предприятий атомной энергетики, в статье рассматриваются сценарии, когда при отсутствии информации о параметрах выброса или источника ионизирующего излучения начальные оценки радиационных последствий формируются по результатам первых дозиметрических измерений в окружающей среде.

Ключевые слова: радиационная авария, критерии, операционные дозиметрические величины, защитные меры, аварийное реагирование.

Grachev M. I. Criteria and operational dosimetric quantities for the protective and urgent medical-sanitary actions in the early period of the radiological emergency // *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2013. Vol. 9, № 4. P. 844–847.

The article deals with the criteria of radiation hazard and the relevant values of operational dosimetric quantities in order to preliminary assessment of the consequences and to make recommendations for the protective and urgent medical-sanitary actions in case of the radiological emergency. The article describes a scenario where, in the absence of information about the parameters of radioactive release or radioactive source, initial assessment of radiation consequences is developed based on the first dosimetry measurements in the environment.

Key words: radiation accident, criteria, operational dosimetric quantities, protective actions, emergency response.

Введение. Предлагаемый подход, касающийся предварительной оценки потенциальной радиационной опасности в начальном периоде радиационной аварии, основан на результатах дозиметрических измерений, включая уровни радиоактивного загрязнения в окружающей среде.

Для обеспечения достаточной консервативности, связанной с неопределенностью условий формирования радиационной обстановки, предлагается использовать нижние значения дозовых критериев для принятия решений о проведении защитных мер

населения по табл. 6.3. СанПиН 2.6.1.2523–09 (НРБ-99/2009) [1]. С этой же целью предлагается использовать значение прогнозируемой поглощенной дозы в щитовидной железе 50 мГр за первые 10 суток, что в 2 раза жестче установленного НРБ-99/2009 уровня А для детей.

Следует подчеркнуть, что принятие решения о введении той или иной защитной меры, а как правило, комплекса мер не должно являться прямым следствием достижения параметров радиационной обстановки на уровне предлагаемых значений. Они служат первыми сигнальными признаками возможной степени радиационной опасности и приведения в готовность к аварийному реагированию. Закладываемый в соответствующие значения запас позволяет осуществить

Ответственный автор — Грачев Михаил Иванович
Адрес: 123182, г. Москва, ул. Живописная, д. 46.
Тел.: (499) 190-93-33
E-mail: mig491@rambler.ru

необходимый объем дозиметрических исследований с целью принятия взвешенных, обоснованных решений по защите населения и проведению необходимого набора медико-санитарных мероприятий.

Уровни радиационной опасности. Уровни радиационной опасности (самый высокий — первый уровень) устанавливаются в соответствии со значениями доз, приведенными в табл. 1.

Учитывая большую неопределенности в оценках, в отличие от СанПиН 2.6.1.2523–09 (НРБ-99/2009), данные значения приравняются к прогнозируемой дозе, то есть оцениваются без учета применения защитных мер и различных факторов ослабления дозы.

Операционные величины. Пути облучения и значения рассматриваемых операционных величин были оценены в рамках следующих сценариев:

- обнаружение бесхозного закрытого радионуклидного источника;
- облучение в момент прохождения облака радиоактивного выброса;
- нахождение на радиоактивно загрязненной территории.

В табл. 2 приведены значения операционных величин и соответствующие уровни радиационной опасности, которые могут быть рассмотрены при подготовке рекомендаций о проведении неотложных защитных и медико-санитарных мероприятий.

Обсуждение. При обнаружении закрытого радионуклидного источника предполагается, что радиационное воздействие на одного или несколько человек могло иметь место в случае непосредственного их контакта с источником. При этом выход активности и загрязнение территории не происходят. В связи с высокой вероятностью развития детерминированных эффектов у лиц, которые могли иметь непосредственный контакт с источником, значение МД гамма-

излучения 100 мкЗв/ч на расстоянии 1 м от источника соответствует первому уровню радиационной опасности. Это подразумевает необходимость повышенного внимания к данной ситуации и проведение расследования по выявлению указанных лиц.

В оценках значений операционных величин и уровня радиационной опасности при нахождении групп населения на участке территории, загрязненной в результате просыпи или пролива радиоактивного вещества, консервативно принималось, что продолжительность облучения составляет около 10 суток. При этом коэффициенты ослабления ионизирующего излучения за счет пребывания в помещении не учитывались.

Уровни поверхностного радиоактивного загрязнения кожных покровов и одежды людей, находящихся на данной территории, оценены в соответствии со значениями доз на базальный слой эпидермиса. Результаты измерения МД гамма-излучения на расстоянии 10 см от поверхности открытых участков тела и одежды могут быть использованы для быстрого выявления лиц с высокими уровнями радиоактивного загрязнения при массовом дозиметрическом обследовании населения.

Для предварительной оценки уровня радиационной опасности при аварии на ядерном реакторе в качестве операционной величины принимается значение МД гамма-излучения на расстоянии 1 м от поверхности земли. При этом основным параметром, учитываемым при оценке значения данной операционной величины, является спад МД в результате радиоактивного распада короткоживущих продуктов деления. Для обеспечения достаточной консервативности оценок принимается условие измерения МД на расстоянии до 3 км от источника выброса в момент прохождения облака или в ближайшие 1–4 часа после выброса.

Таблица 1

Уровни радиационной опасности для населения

Уровень	Доза на тело, мЗв ^а	Доза на кожу, мЗв ^а	Доза на щитовидную железу, мГр ^б	
			По результатам прогноза	По измерениям щитовидной железы
Первый	50,0	500,0	50,0	250,0
Второй	5,0	50,0	Не устанавливается	50,0
Третий	1,0	5,0	Не устанавливается	10,0

Примечание: ^а — прогнозируемая доза за первые 10 суток. ^б — ожидаемая поглощенная доза, только в результате ингаляционного поступления изотопов йода.

Таблица 2

Значения операционных величин, соответствующих уровню радиационной опасности

Уровень	Операционная величина	Значение	Мероприятия
Первый	Мощность дозы (МД) гамма-излучения на расстоянии 1 м от закрытого источника	100 мкЗв/ч ^а	При обнаружении закрытого радионуклидного источника исключить доступ на территорию радиусом 10 м от источника
Первый	МД гамма-излучения на расстоянии 1 м от загрязненной поверхности (грунт, дорожное покрытие)	100 мкЗв/ч	Возможна эвакуация всех лиц, оказавшихся на загрязненной территории. Строгое запрещение входа на территорию
Второй		10 мкЗв/ч	При оценках эффективной дозы свыше 30 мЗв за первый месяц возможно временное отселение с загрязненной территории
Третий		1 мкЗв/ч	Ограничить потребление потенциально загрязненных пищевых продуктов, молока и питьевой воды до оценки содержания радионуклидов в пробах. Проводится радиометрическое обследование территории, жилья, зданий и сооружений. Устанавливаются объем и порядок проведения радиационного контроля и санитарно-гигиенических мероприятий

Уровень	Операционная величина	Значение	Мероприятия
Первый	МД гамма-излучения на расстоянии 10 см от поверхности загрязненной одежды и кожи	1мкЗв/ч	Санитарная обработка в соответствии с установленными процедурами на оборудованных пунктах санитарной обработки. Загрязненная одежда изымается и производится переодевание людей в чистую одежду. В дальнейшем необходимо провести дополнительную оценку возможности внутреннего облучения
Первый	Плотность потока бета-частиц от одежды и кожи лиц из населения	10000 част/ (см ² · мин)	В случае большого числа людей (десятки, сотни) с указанным уровнем загрязнения санитарная обработка организуется и проводится централизованно. Необходимость изъятия, замены и стирки одежды согласовывается с органами санитарно-эпидемиологического надзора
Второй		1000 част/ (см ² · мин)	
Третий		100 част/ (см ² · мин)	
Первый	МД дозы гамма-излучения на расстоянии 1 м от поверхности земли во время прохождения облака выброса или в ближайшие часы после аварии на ядерном реакторе	1000 мкЗв/ч ^b	Эвакуация населения (потребуется с высокой вероятностью). Укрытие и йодная профилактика населения. Необходимо проведение радиационного мониторинга на значительных удалениях (до 50 км и выше) для принятия решений об ограничении потребления сельскохозяйственных продуктов питания (молоко, листовая зелень, грибы, ягоды) местного производства
Второй		25 мкЗв/ч	Укрытие и йодная профилактика населения. Необходимо проведение радиационного мониторинга на удалениях до 10 км и выше для принятия решений об ограничении потребления сельскохозяйственных продуктов питания (молоко, листовая зелень, грибы, ягоды) местного производства
Третий		10 мкЗв/ч	Укрытие населения. Укрытие населения проводится в соответствии с планом мероприятий гражданской обороны исходя из местных условий. Ограничить потребление потенциально загрязненных пищевых продуктов, молока и питьевой воды до оценки содержания радионуклидов в образцах, начиная со значения МД на уровне 1 мкЗв/ч
Первый	МД гамма-излучения над щитовидной железой детей и взрослых ^c	Дети: 5 мкЗв/ч Взрослые: 25 мкЗв/ч	Поглощенная доза на щитовидную железу может достигать 250 мЗв. Необходимо дополнительное дозиметрическое обследование с целью выявления лиц, получивших значимые дозы, и принятия решения о проведении в дальнейшем необходимых медицинских процедур
Второй		Дети: 1 мкЗв/ч Взрослые: 5 мкЗв/ч	Поглощенная доза на щитовидную железу может достигать 50 мЗв. Необходимо дополнительное дозиметрическое обследование
Третий		Дети: 0,2 мкЗв/ч Взрослые: 1,0 мкЗв/ч	Поглощенная доза на щитовидную железу может достигать 10 мЗв. Необходимо дополнительное дозиметрическое обследование

Примечание: ^a — использовано значение, приведенное в [2]. ^b — использованы значения, приведенные в [3, 4]. ^c — измерения проводятся в соответствии с методикой, приведенной в [5].

Оцененные значения МД гамма-излучения учитывают: внешнее облучение от облака выброса и выпадений; облучение щитовидной железы детей и взрослых за счет ингаляции радиоактивного йода при прохождении облака выброса (без учета вторичного ветрового подъема).

Дозы облучения за счет потребления населением местных сельскохозяйственных продуктов и воды из открытых источников не учитывались.

В качестве критерия начала проведения йодной профилактики рекомендуется значение МД гамма-излучения на высоте 1 м от поверхности земли на уровне 25 мкЗв/ч. Данное значение обеспечивает достаточную консервативность и учитывает приемлемую эффективность проведения йодной профилактики в течение первых 4 часов после ингаляции радиоактивного йода.

Значение операционной величины МД гамма-излучения над щитовидной железой детей и взрослых устанавливается для оценки эффективности проведения йодной профилактики или содержания радиоактивного йода в щитовидной железе в случае, когда данная защитная мера не проводилась. Уровни радиационной опасности оцениваются на основании значений погло-

щенной дозы в щитовидной железе по табл. 1 и составляют 250, 50 и 10 мГр для первого, второго и третьего уровней радиационной опасности соответственно.

Заключение. Вопросу использования операционных величин с целью оперативной оценки радиационной обстановки и принятия решений по защитным мерам в случае радиационной аварии уделяется большое внимание в рекомендациях МАГАТЭ. Часть этих работ содержится в приводимой библиографии. В целом следует отметить соответствие изложенных в статье подходов и результатов с материалами МАГАТЭ [3, 4, 6, 7]. На наш взгляд, требуют дальнейшего развития процедуры принятия решений по защитным мерам населения на основе оценки достаточности получаемой дозиметрической информации, в том числе с учетом анализа рисков как в результате их недооценки, так и переоценки.

Библиографический список

1. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). М., 2010.
2. Руководство для лиц, принимающих первые ответные меры в случае радиологической аварийной ситуации / МАГАТЭ. Вена, 2007.

3. Руководство по радиационной защите при авариях ядерных реакторов: TECDOC-955 / МАГАТЭ. Вена, 1998.

4. GSG-2: Общее руководство по безопасности: Критерии для использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации / МАГАТЭ. Вена, 2012.

5. Гаврилин Ю. И., Хрущ В. Т., Шинкарев С. М. Условия проведения широкомасштабного дозиметрического обследования щитовидной железы у населения, пострадавшего в результате ядерной катастрофы типа аварии на ЧАЭС // АНРИ (Аппаратура и новости радиационных измерений). 1995. № 1 (8). С. 27–34.

6. Actions to protect the public in an emergency due to severe conditions at light water reactor / IAEA. Vienna: IAEA-EPR, 2013.

7. Default operational intervention levels (OILs) for severe nuclear power plant or spent fuel pool emergencies / McKenna T., Kutkov V., Vilar Welter P. [et al.] // Health Physics. 2013. Vol. 104, № 5.

Translit

1. SanPiN 2.6.1.2523–09. Normy radiacionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009). М., 2010.

2. Rukovodstvo dlja lic, primimajushhij pervye otvetnye mery v sluchae radiologicheskoy avarijnoj situacii / МАГАТЭ. Вена, 2007.

3. Rukovodstvo po radiacionnoj zashhite pri avarijah jadernyh reaktorov: TECDOC-955 / МАГАТЭ. Вена, 1998.

4. GSG-2: Obshhee rukovodstvo po bezopasnosti: Kriterii dlja ispol'zovanija pri obespechenii gotovnosti i reagirovaniya v sluchae jadernoj ili radiologicheskoy avarijnoj situacii / МАГАТЭ. Вена, 2012.

5. Gavriilin Ju. I., Hrushh V. T., Shinkarev S. M. Uslovija provedenija shirokomasshtabnogo dozimetricheskogo obsledovaniya shhitovidnoj zhelezy u naselenija, postradavshogo v rezul'tate jadernoj katastrofy tipa avarii na ChAJeS // ANRI (Apparatura i novosti radiacionnyh izmerenij). 1995. № 1 (8). S. 27–34.

6. Actions to protect the public in an emergency due to severe conditions at light water reactor / IAEA. Vienna: IAEA-EPR, 2013.

7. Default operational intervention levels (OILs) for severe nuclear power plant or spent fuel pool emergencies / McKenna T., Kutkov V., Vilar Welter P. [et al.] // Health Physics. 2013. Vol. 104, № 5.

УДК 614.876

Обзор

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ПОСТРАДАВШИХ С РАДИОАКТИВНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ (ОБЗОР)

М. И. Грачев — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», заведующий отделом, кандидат медицинских наук; **Ю. А. Саленко** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», заведующий лабораторией, доцент, кандидат медицинских наук; **Г. П. Фролов** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», старший научный сотрудник; **Л. С. Богданова** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», старший научный сотрудник.

RADIATION SAFETY ASSURANCE REQUIREMENTS DURING THE TRANSPORTATION OF PATIENTS WITH RADIOACTIVE CONTAMINATION (REVIEW)

M. I. Grachev — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Head of Department, Candidate of medical sciences; **Yu. A. Salenko** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Head of laboratory, Candidate of medical sciences; **Frolov G. P.** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Senior scientist; **L. S. Bogdanova** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Senior scientist.

Дата поступления — 9.12.2013 г.

Дата принятия в печать — 16.12.2013 г.

Грачев М. И., Саленко Ю. А., Фролов Г. П., Богданова Л. С. Обеспечение требований радиационной безопасности при транспортировании пострадавших с радиоактивным загрязнением (обзор) // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 4. С. 847–850.

Транспортирование пострадавших, имеющих радиоактивное загрязнение, может сопровождаться воздействием радиационного фактора на медицинский персонал и сопровождающих лиц. Рассмотрены основные требования по обеспечению радиационной безопасности при транспортировании пострадавших с места радиационной аварии в лечебное учреждение. Затрагиваемые в обзоре вопросы относятся в основном к сфере деятельности медицинских учреждений Федерального медико-биологического агентства.

Ключевые слова: радиационная авария, транспортирование пострадавших, радиационная безопасность, медицинский персонал, радиоактивное загрязнение.

Grachev M. I., Salenko Yu. A., Frolov G. P., Bogdanova L. S. Radiation safety assurance requirements during the transportation of patients with radiation contamination (review) // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2013. Vol. 9, № 4. P. 847–850.

Transportation of patients with radioactive contamination may be followed by radiation effect to the medical staff and accompanying persons. The basic requirements for radiation safety during the transportation of patients from the radiation accident site to the hospital are discussed. Issues review in the article basically relate to the medical institutions of the Federal Medical and Biological Agency.

Key words: radiation accident, transportation of patients, radiation safety, medical personnel, radioactive contamination.