

**В.В. Уйба<sup>1</sup>, А.С. Самойлов<sup>2</sup>, В.В. Романов<sup>1</sup>, Н.К. Шандала<sup>2</sup>**

## **К ТРИДЦАТИЛЕТИЮ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС: АНАЛИЗ, ВЫВОДЫ, УРОКИ НА БУДУЩЕЕ**

**V.V. Uiba<sup>1</sup>, A.S. Samoylov<sup>2</sup>, V.V. Romanov<sup>1</sup>, N.K. Shandala<sup>2</sup>**

### **Thirtieth Anniversary of the Chernobyl Accident: Analysis, Conclusions, Lessons for the Future**

РЕФЕРАТ

Рассмотрены характер, содержание, сроки и последовательность проведения защитных мероприятий при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в апреле 1986 г. Показано непосредственное организующее участие в этой работе Третьего главного управления Минздрава СССР – предшественника нынешнего продолжателя этого дела – ФМБА России. Указываются разработанные специалистами в этот период радиационно-гигиенические нормативы, показатели контроля и методология мониторинга радиационной ситуации и обеспечения безопасности при выполнении работ по ликвидации последствий этой аварии, а также совершенствование научных основ радиационной медицины и аварийного реагирования с учетом опыта лечения пострадавших. Рассматриваются и обосновываются задачи и перспективы дальнейшего регулирования и совершенствования системы радиационной безопасности в стране.

**Ключевые слова:** АЭС, пострадавшие, лечебно-профилактические и радиационно-гигиенические мероприятия, защитные меры, аварийное реагирование, регулирование радиационной безопасности

ABSTRACT

The article deals with the nature, idea and contents, time and sequence of taking protective measures to mitigate consequences and effects of the accident at the Chernobyl NPP in April 1986. The special focus is on the direct organizational participation of the Third Main Directorate of the Ministry of Health of the USSR – the predecessor of the current successor of the case – FMBA of Russia. The article describes the radiation health care standards developed by the experts in this period, control indicators and methodology to monitor the radiological situation and assure safety during the aftermath operations, as well as improving the scientific bases of radiation medicine and emergency response, taking into account the experience of the treatment of victims. Problems and prospects of further regulation and enhancement of the system of radiation safety in the country are reviewed and justified.

**Key words:** NPP, victims, medical and radiation health care activities, protective measures, emergency response, radiation safety regulation

#### **Введение**

Основы промышленной медицины и радиационной гигиены на АЭС были заложены в начальный период развития атомной энергетики. К 1986 г. при каждом радиационно-опасном объекте, в т.ч. на Чернобыльской АЭС в г. Припяти, функционировала медико-санитарная часть, подчиненная Третьему главному управлению Минздрава СССР (предшественнику ФМБА России).

26 апреля 1986 г. разразилась трагедия, повлекшая значимые медико-санитарные последствия. Авария на Чернобыльской АЭС изменила ход развития атомной энергетики, заставила пересмотреть подходы к обеспечению безопасности ядерных энергетических установок, что нашло отражение на вновь вводимых в эксплуатацию АЭС. Хотя уже прошло 30 лет после этой аварии, мы хорошо помним события тех трагических дней. Помним, как героически, порой ценою собственной жизни, с первых часов аварии организовывалась ликвидация ее последствий.

Непосредственное и организующее участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС

принимало Третье главное управление Минздрава СССР – предшественник нынешнего продолжателя его дела – Федерального медико-биологического агентства (ФМБА России).

#### **Организация медико-санитарного обеспечения ликвидации последствий чернобыльской аварии**

Уже через 17 мин с начала аварии (а именно в 1 час 41 минуту 26 апреля 1986 г.) в Третье главное управление Минздрава СССР поступила оперативная информация о первых 18 пораженных (рис. 1).

С этого момента вступила в действие оперативная система аварийного реагирования и приступил к работе Оперативный штаб по координации деятельности медицинских работников (рис. 2).

Уже через несколько часов к месту аварии вылетела аварийная бригада в составе специалистов аппарата управления, Института биофизики и Клинической больницы № 6 Третьего главного управления Минздрава СССР. При этом соответствующие специалисты безотлагательно осуществляли

<sup>1</sup> Федеральное медико-биологическое агентство, Москва, Россия. E-mail: fmbc-fmba@bk.ru

<sup>2</sup> Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна ФМБА России, Москва.

<sup>1</sup> Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia. E-mail: fmbc-fmba@bk.ru

<sup>2</sup> A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA, Moscow, Russia

Шибон, ЧВ кб. 17 Гуськова Д.К. 257

Фамилия, имя, отчество дежурного	26.04.86г	Эмблемка о дежурстве	Информация Подпись
Припятск	Мещинис В.А.	126	41 12
Авария наступление паранейных, пока 18.			
Нужна бригада №1.			
Минздрав,			

Рис. 1. Оперативная информация о первых 18 пораженных

лечебно-профилактические и радиационно-гигиенические мероприятия, проведение индивидуального дозиметрического контроля, определение и оценку мощности экспозиционных доз, установление радиуса площадки, вне пределов которой исключалось развитие лучевой болезни и др.

Специалисты Управления принимали участие в уточнении показаний к срочной эвакуации населения Припяти и близлежащих поселков, проведении радиационного контроля и других необходимых мероприятий для принятия защитных мер.

В 30-км зоне были дополнительно развернуты лечебные стационары и поликлиники, персонал обе-

спечивался медицинской техникой, инструментами и лекарственными препаратами.

Работа специалистов строилась по вахтовому методу — ежемесячно в зону работ направлялось от 40 до 80 специалистов.

Учеными и специалистами Института биофизики Третьего главного управления Минздрава СССР в кратчайший срок были разработаны нормативно-методические документы, устанавливающие конкретные нормативы и правила проведения работ по ликвидации последствий в условиях масштабной радиационной аварии и осложненной радиационной обстановки.

Оперативный штаб Третьего главного управления Минздрава СССР, г. Москвы		
Москва	Припятск, МСЧ-126	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Общее руководство подведомственными учреждениями здравоохранения, институтами</li> <li>▪ Организация приема и лечения больных в Клинической больнице № 6</li> <li>▪ Обеспечение медицинской техникой, инструментами, лекарственными препаратами и др.</li> <li>▪ Направление бригад специалистов Третьего главного управления и подведомственных учреждений в 30-км зону</li> </ul>	<b>Медицинский штаб</b>	
	<i>Мероприятия</i>	
	<i>Лечебно-профилактические</i>	<i>Радиационно-гигиенические</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Прием первых пострадавших</li> <li>▪ Йодная профилактика персонала и населения</li> <li>▪ Отправка больных в Москву</li> <li>▪ Обследование населения</li> <li>▪ Организация нескольких поликлиник и стационара в пионерском лагере</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Радиационный контроль</li> <li>▪ Эвакуация населения Припяти и 30-км зоны</li> <li>▪ Предложение об остановке работающих энергоблоков</li> <li>▪ Организация госсанэпиднадзора в 30-км зоне</li> <li>▪ Организация лаборатории СИЧ</li> </ul>

Рис. 2. Координация деятельности медицинских работников Третьего главного управления Минздрава СССР, апрель 1986 г.



Рис. 3



Рис. 4

Всего к организации и проведению мероприятий по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС было привлечено более 2 тыс. специалистов из учреждений Третьего главного управления (рис. 3).

Основное внимание в первые дни аварии было сосредоточено на оказании квалифицированной медицинской помощи пострадавшим. 224 человека из зоны аварии были доставлены в Клиническую больницу № 6 в течение первых 39 ч (рис. 4). Им была оказана помощь и установлен диагноз. У 106 человек был верифицирован диагноз «острая лучевая болезнь». В течение 4 месяцев после аварии погибли от острой лучевой болезни и местных лучевых ожогов 28 человек.

За прошедшие 30 лет из жизни ушел еще 21 человек, в т.ч. у 5 из них причиной летального исхода были онкогематологические заболевания. И сейчас в Клинической больнице № 6 (Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России) ведется тщательное пожизненное наблюдение за группой лиц, перенесших острую лучевую болезнь [1, 2].

### **Радиационно-гигиеническое нормирование, контроль и мониторинг**

Масштабы аварии и сложность радиационной обстановки потребовали оперативной разработки дополнительных конкретных нормативов и правил для их реализации. Специалистами Института биофизики в кратчайшие сроки было разработано более 30 нормативно-методических документов, устанавливающих конкретные нормативы и правила проведения работ по ликвидации последствий в условиях масштабной радиационной аварии и осложненной радиационной обстановки. Среди первых регулирующих документов были:

- Временное допустимое содержание йода-131 в питьевой воде и продуктах питания (№ 4104-86 от 06.05.1986).
- Временные допустимые уровни содержания радиоактивных веществ в продуктах питания, питьевой воде, лекарственных травах по суммарной бета-активности (№ 129–252 от 30.05.1986).
- Временные уровни допустимого радиоактивного загрязнения кожных покровов белья, одежды, обуви, транспортных средств, механизмов и средств индивидуальной защиты (МР/ч) на период ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (№ 129–254, май 1986).
- Временные санитарные требования безопасности при выполнении работ по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (№ 32–1771, 12.07.1987).

Специалистами Института биофизики еще в острый и в последующие периоды чернобыльской аварии была также разработана и внедрена методология временных допустимых уровней содержания радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде. Так, установленный в первые дни после аварии временный допустимый уровень активности  $^{131}\text{I}$  в молоке 3700 Бк/л, 6 мая 1986 г. был дополнен допустимым уровнем содержания  $^{131}\text{I}$  в питьевой воде, молочных продуктах, рыбе, столовой зелени.

В дальнейшем:

- были разработаны временные допустимые уровни долгоживущих радионуклидов  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ;
- определены дозовые квоты на внутреннее и внешнее облучение населения с учетом радиоэкологических особенностей Украинско-Белорусского Полесья, типового рациона питания жителей этих загрязненных регионов;
- определена номенклатура основных пищевых продуктов, подлежащих радиометрическому контролю;

- осуществлен выбор инструментально измеряемых радиометрических параметров и методик выполнения измерений с учетом существующего приборного парка для проведения массового радиометрического контроля населения.

В последующем (после 1997 г.) специалистами ФМБА России были разработаны нормативы допустимой удельной активности цезия-137 и стронция-90 в более чем 140 видах пищевой продукции, потребляемой населением России, а для реализации предложенных нормативов ФМБА России были разработаны методические документы по радиационному контролю [3–5].

С учетом опыта ликвидации последствий чернобыльской аварии были пересмотрены требования безопасности работ на АЭС, разработаны критерии для принятия решений о мерах по защите персонала и населения, внедрены современные средства индивидуального дозиметрического контроля, организованы специальные формирования постоянной готовности к работе в условиях возможной радиационной аварии.

В настоящее время в рамках дальнейшего совершенствования медико-санитарного обеспечения персонала АЭС и населения, проживающего в зоне наблюдения, ФМБА России считает приоритетным проведение комплексного мониторинга состояния окружающей среды и здоровья. Получаемая в ходе наших исследований информация необходима для определения масштабов возможных последствий многолетней эксплуатации атомных объектов на окружающую среду и здоровье населения [6–8].

С целью проведения радиационно-эпидемиологических исследований создан отраслевой медико-дозиметрический регистр, данные которого ныне свидетельствуют, что уровень смертности ликвидаторов не превышает аналогичные показатели по Российской Федерации [9].

### **Радиационная медицина и аварийное реагирование**

На основе опыта лечения пострадавших в аварии на ЧАЭС разработан и используется ряд новых меди-

цинских технологий лечения острой лучевой болезни и местных лучевых поражений (в т.ч. трансплантация костного мозга, микрохирургия местных лучевых поражений, использование клеточных технологий и др.) [10]. Важным итогом этой работы явилось создание стандартов оказания медицинской помощи больным с лучевыми поражениями.

После аварии на ЧАЭС проведена оценка эффективности использования радиозащитных препаратов, средств профилактики и лечения острой лучевой болезни. В ФМБА России разработаны и внедрены высокоэффективные противолучевые препараты, а также «индивидуальные аптечки» как для персонала, так и для населения. На основе медицинского опыта оказания специализированной медицинской помощи пострадавшим от облучения в результате аварии на Чернобыльской АЭС были разработаны специальные портативные медицинские радиологические укладки, содержащие набор медикаментов и инструментов, необходимых для оказания неотложной медицинской помощи (рис. 5). Опыт проведения йодной профилактики при аварии на ЧАЭС был использован для оптимизации схемы йодной профилактики при авариях на ядерных установках [11].

Опыт ликвидации последствий аварии на ЧАЭС свидетельствует, что в случае возникновения крупномасштабной радиационной аварии должны быть немедленно приняты практические меры для сведения к минимуму доз облучения, а для уменьшения количества облучаемых лиц – защитные меры [12, 13]. Имеющиеся данные о произошедших радиационных авариях свидетельствуют о необходимости быстрого принятия решения (минуты) о проведении защитных мер, направленных на предотвращение детерминированных эффектов облучения вовлеченных лиц. Такие функции в полной мере осуществляет созданная в ФМБА России на основе чернобыльского опыта система медицинского реагирования при радиационных авариях, которая является подсистемой в системе аварийного реагирования Госкорпорации «Росатом». Экспертную поддержку системы аварийного реагирования ФМБА России выполняют Аварийный медицинский радиационно-дозиметрический центр Федерального медицинского биофизического центра

Радиопротекторы			Индивидуальная аптечка для персонала предприятий атомной энергетики	
Индралин	Рибоксин	Латран	Индивидуальная аптечка для населения	
Средства раннего лечения острой лучевой болезни и местных лучевых поражений				
Дезоксинат	Продигиозан	Беталейкин	Лейкинферон	Лиоксазол
Средства выведения радионуклидов из организма				
Иодид калия	Ферроцин	Альгисорб	Цинкацин	Пентацин

Рис. 5. Новые радиозащитные препараты, средства профилактики и лечения

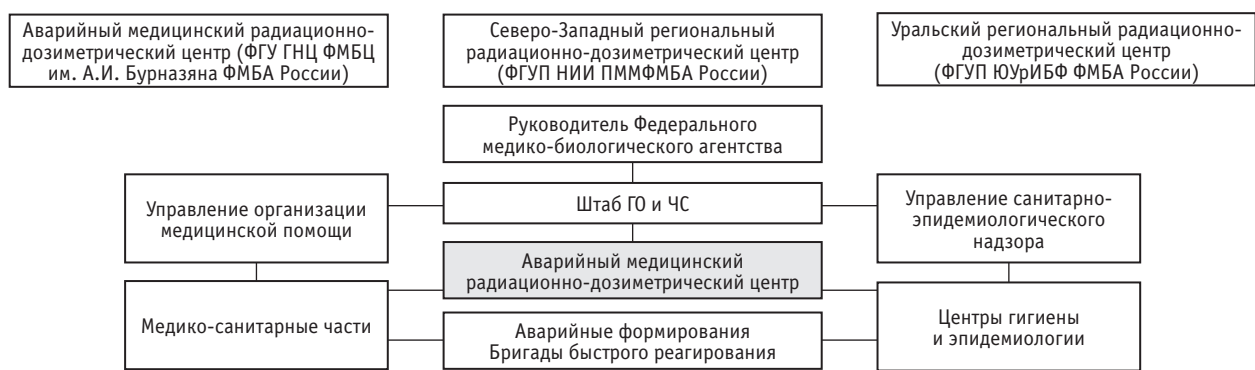


Рис. 6. Система аварийного медицинского реагирования Федерального медико-биологического агентства

им. А.И. Бурназяна и региональные аварийные радиационно-дозиметрические центры, созданные на базе ведущих институтов гигиенического профиля ФМБА России в Северо-Западном и Уральском регионах. Указанные центры имеют возможность оперативно аккумулировать информацию, что позволяет ФМБА России оперативно принимать необходимые обоснованные решения, направленные на принятие защитных мер. И в настоящее время система аварийного реагирования ФМБА России продолжает развиваться. Так, известные события на японской АЭС «Фукусима-1» показали необходимость создания аварийных радиационно-дозиметрических центров в Сибирском и Дальневосточном регионах (рис. 6).

Сегодня одной из приоритетных задач, стоящих перед Федеральным медико-биологическим агентством, является медико-санитарное обеспечение при ликвидации техногенных катастроф и стихийных бедствий.

Организационно-штатная структура медицинских учреждений ФМБА России, их оснащенность, наличие квалифицированных специалистов, многолетний опыт оказания медико-санитарной помощи работникам предприятий с особо опасными условиями труда позволяют учреждениям и организациям ФМБА России быть на передовом рубеже Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (рис. 7).

С момента начала развития аварийной ситуации на АЭС «Фукусима-1» Федеральным медико-биологическим агентством был принят дополнительные меры по обеспечению готовности к действиям в условиях возможного ухудшения радиационной обстановки. А именно, в органах и учреждениях ФМБА России Дальневосточного федерального округа было установлено круглосуточное дежурство руководящего состава, сформированы и приведены в готовность бригады экстренной медицинской помощи, организовано взаимодействие с территориальными органами МЧС России, Роспотребнадзора, органами управления здравоохранением в субъектах Российской Федерации. В ходе развития фукусимской аварии были приведены в состояние повышенной готовности экспертные группы и аварийные бригады быстрого реагирования региональных аварийных медицинских радиационно-дозиметрических центров Агентства. Проводился круглосуточный мониторинг радиационной обстановки, измерялись параметры радиационного контроля – гамма-фона (ежечасно), загрязненности техногенными радионуклидами объектов окружающей среды. В ходе инспекционной поездки в Сахалинскую область (Южно-Сахалинск), Камчатский край (Петропавловск-Камчатский) и Приморский край (Владивосток) специалистами ФМБА России были пополнены централизованные запасы стабильного йода для обеспечения всего насе-

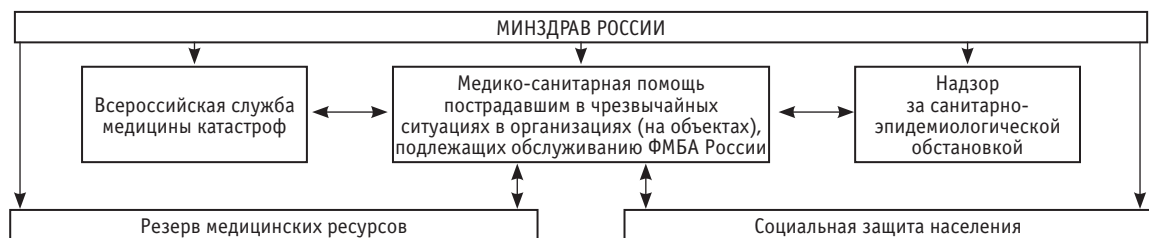


Рис. 7. Функциональные подсистемы Минздрава России в единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС (Постановление Правительства РФ от 16 июля 2009 г. № 577)

ления указанных территорий, а также переданы более 6 тыс. аварийных аптек.

По поручению Министерства иностранных дел Российской Федерации специально созданные группы ФМБА России осуществили в течение 2011 и 2012 гг. три командировки в Японию, где провели обследование 784 человек на предмет содержания в организме людей  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$ , а также  $^{131}\text{I}$  в щитовидной железе. Кроме того, был проведен индивидуальный опрос населения о местах пребывания и структуре питания в период с 11 марта 2011 г. до момента проведения обследования [14, 15].

По результатам указанных экспедиций радиационных факторов, требующих ограничения режима жизнедеятельности российских граждан в местах их проживания, выявлено не было. Поэтому в апреле 2011 г. были даны рекомендации МИД России снять ограничения в отношении поездок российских граждан в Японию с туристическими и иными личными целями за исключением посещения районов, пострадавших от стихии и техногенной аварии.

Максимальные поглощенные дозы в щитовидной железе от  $^{131}\text{I}$  для жителей Токио составили единицы мГр, в связи с чем проведение йодной профилактики для жителей Токио не требовалось. Все измеренные пищевые продукты и питьевая вода удовлетворяли введенным японскими регулирующими органами радиационно-гигиеническим нормативам, и потребление их безопасно для здоровья. Так, средняя эффективная доза от радиоактивных изотопов цезия ( $^{137}\text{Cs} + ^{134}\text{Cs}$ ) для жителей Токио не превышала 10 мкЗв в год, а дозы внешнего облучения жителей Токио вследствие аварии на АЭС «Фукусима-1» даже существенно ниже, чем дозы от природного радиационного фона [16].

### **Перспективы совершенствования системы радиационной безопасности и регулирования**

В конце 2014 г. вышла окончательная редакция основных стандартов МАГАТЭ (BSS–2011) [17], где ситуации облучения в целях установления практических требований по обеспечению защиты и безопасности ситуации облучения подразделяются на ситуации планируемого облучения, ситуации аварийного облучения и ситуации существующего облучения.

В законодательстве Российской Федерации в области обеспечения радиационной безопасности нет регулирования хронического послеварийного облучения населения. Критерии вмешательства на радиоактивно загрязненных территориях даны лишь в виде справочного Приложения 5 в НРБ-99/2009, где не предусмотрен выход из аварии и переход к ситуации существующего облучения. Отмечается недостаток

руководств по реабилитации загрязненных территорий и возврату к нормальной жизнедеятельности.

Поэтому одной из основных задач регулирующих органов Российской Федерации в настоящее время является необходимость внесения в Закон о радиационной безопасности населения и в действующие НРБ-99/2009 понятия «ситуация существующего облучения».

Необходимо консолидировать усилия ФМБА России, Роспотребнадзора, Ростехнадзора, Министерства природных ресурсов Российской Федерации по разработке требований и правил радиационной защиты населения в ситуации существующего облучения для территорий, загрязненных радионуклидами после аварий на Чернобыльской АЭС и на ПО «Маяк», а также территорий с повышенным естественным радиационным фоном. Кроме того, требуется разработать и внедрить специализированные руководства по применению референсных уровней при радиационно-гигиеническом мониторинге в ситуации существующего облучения.

Все это позволит гармонизировать отечественные регулирующие документы с международной системой радиационной защиты.

### **Заключение**

В целом, опыт деятельности Третьего главного управления Минздрава СССР по медико-санитарному обеспечению ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, а также сегодняшнее состояние готовности сил и средств Федерального медико-биологического агентства в ситуации аварии на АЭС «Фукусима-1» показали эффективность специализированной системы медико-санитарного обслуживания радиационно опасных производств, включая АЭС. Специализированная система ФМБА России способна оперативно решать крупномасштабные задачи и осуществлять необходимый комплекс мер по аварийному реагированию. Многолетний опыт послечернобыльского радиационно-гигиенического мониторинга показывает, что в нормальном режиме работы радиоактивное загрязнение в районах расположения АЭС России весьма мало по сравнению с естественным фоном и не оказывает значимого влияния на дозы облучения населения и объекты окружающей среды.

Таким образом, опыт оценки ликвидации последствий чернобыльских событий создал научно-обоснованную базу обеспечения радиационной безопасности с практической реализацией основных положений в действующих регулирующих документах. Вместе с тем, имеются достаточно веские основания совершенствования построения системы радиационной безопасности и ее регулирования в Российской Федерации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галстян И.А., Гуськова А.К., Надежина Н.М. Последствия облучения при аварии на ЧАЭС: Анализ клинических данных // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2007. Т. 52. № 4. С. 5–13.
2. Гуськова А.К., Краснюк В.И. Последствия для здоровья аварии ЧАЭС: Основные итоги и нерешенные проблемы // Радиационная гигиена. 2011. Т. 4. № 4, С. 5–15.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов // Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01 — М.: ФГУП «ИнтерСЭН». 2002. 168 с.
4. Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка // Методические указания. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. 2003. 32с.
5. Шандала Н.К., Савкин М.Н., Новикова Н.Я. и соавт., Радиоактивность пищевых продуктов после аварии на Чернобыльской АЭС // Медицина экстремальных ситуаций. 2007. № 4 (22). С. 70–86.
6. Уйба В.В., Самойлов А.С., Шандала Н.К., Романов В.В. Радиационная защита и здоровье работников атомной отрасли и населения, проживающего в районе расположения радиационно-опасных объектов России // Мат-лы докладов Пленарного заседания открытия X Российской научной конференции «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях», Москва, Президентский зал РАН, 22 сентября 2015 г. — Обнинск: ИБРАЭ РАН. 2015. 9 с.
7. Шандала Н.К., Коренков И.П., Романов В.В. Состояние радиационно-гигиенической обстановки в районе размещения АЭС // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2015. Т. 60. № 2. С. 15–21.
8. Лягинская А.М., Романов В.В., Петоян И.М. и соавт. Состояние здоровья населения, проживающего вблизи Смоленской АЭС // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2015. Т. 60. № 2. С. 25–36.
9. Ilyin L.A., Kochetkov O.A., Ivanov A.A. et al. Medical dosimetric registry of Russian atomic industry employees: current status and perspectives // Internat. J. Low Radiat. 2006. Т. 2. № 3–4. P. 207–218.
10. Галстян И.А., Надежина Н.М. Местные лучевые поражения как осложнения медицинского облучения // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2012. Т. 57. № 5. С. 31–36.
11. Руководство по йодной профилактике в случае возникновения радиационной аварии. Методические рекомендации. Группа 17. Требования к системам жизнеобеспечения в экстремальных ситуациях и специальным системам. — Федеральное медико-биологическое агентство. 2010. 44 с.
12. Производственные уровни вмешательства в случае аварии на атомной станции /Методические указания. МУ 2.6.1.047-08. — Федеральное медико-биологическое агентство. 2008. 13 с.
13. Организация и проведение учебно-тренировочного процесса по отработке действий персонала центральных медико-санитарных частей, центров гигиены и эпидемиологии и территориальных органов Федерального медико-биологического агентства в условиях осложнившейся радиационной обстановки. Методические рекомендации. Группа 17. Требования к системам жизнеобеспечения в экстремальных ситуациях и специальным системам (ОСТ 91500.01.0007.2001). 2008. 57 с.
14. Uyba V., Shinkarev S., Kotenko K. et al. Thyroid measurements of the Russian citizens living in Japan following the Fukushima accident // In: Book of abstracts of the 2nd NIRS Symposium on Reconstruction of Early Internal Dose in the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident. January 27. 2013. National Institute of Radiological Sciences. Tokyo. Japan. 2013. P. 17–18.
15. Uyba V., Shinkarev S., Kotenko K. et al. Assessment of radiation exposure to the Russian citizens living in Japan following the Fukushima accident (based on the results of work in the Russian Embassy in Tokyo of the group of experts from FMBA of Russia) // In: Book of abstracts of the 18th Hiroshima International Symposium “Additional factors in Hiroshima radiation effects due to atomic bomb”, January 31 – February 1, 2013. Hiroshima. Japan. 2013. P. 25–26.
16. Shinkarev S.M., Kotenko K.V., Granovskaya E.O. et al. Estimation of the contribution of short-lived radioiodines to the thyroid dose for the public in case of inhalation intake following the Fukushima accident // Radiation Protection Dosim. 2015. V. 164. № 1–2. P. 51–56.
17. IAEA Library Cataloguing in Publication Data Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. — Vienna: International Atomic Energy Agency, 2014. Нормы безопасности МАГАТЭ: Радиационная защита и безопасность источников излучения. Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности. Часть 3. № GSR Part 3. Перевод на рус. язык. 2014. 518 р.

Поступила: 25.01.2016

Принята к публикации: 22.03.2016