

рушающего анализа, например, основанные на фотоядерных реакциях или нейтронных исследованиях [4]. Однако реализация этих способов неразрушающего анализа является дорогостоящей процедурой.

Разработанный способ реализован во время измерений радиоактивных объектов на реакторе МР и обследования хранилищ отработавшего топлива и отходов в НИЦ «Курчатовский институт». Например, в результате обследования 84 пеналов с высокоактивными твердыми отходами из приреакторного хранилища с помощью дистанционно управляемого коллимированного спектрометрического детектора на основе кристалла CdZnTe в одном пенале обнаружен уран.

Дистанционно управляемый коллимированный спектрометрический детектор применяли также для измерений спектров излучения высокоактивных частей петлевых и технологических каналов, находящихся в бассейне-хранилище МР. Прибор располагали на расстоянии 4 м от каналов, извлекаемых из хранилища. Измерения проводили дистанционно без присутствия персонала в зале реактора. Активность 54 из 69 измеренных каналов составляла $<0,37$ ТБк, 11 — от 0,37 до 1,1 ТБк, 4 — $>1,1$ ТБк. В результате измерений в четырех каналах обнаружено наличие урана. Каналы, содержащие уран, перемещены в хранилище отработавшего топлива. Остальные каналы в зависимости от активности загружены в транспортные контейнеры для отправки в НПО «Радон» или перемещены в хранилище отходов на длительное хранение. При-

менение дистанционно управляемого коллимированного спектрометрического детектора на основе кристалла CdZnTe позволило измерить высокоактивные фрагменты каналов, отсортировать по активности и наличию в них урана, снизить дозовые нагрузки на персонал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ромоданов В.Л., Белевитин А.Г., Афанасьев В.В. и др. Метод обнаружения и контроля радиоактивных и делящихся материалов в закрытых контейнерах, не подлежащих вскрытию. — Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов, 2008, № 8, с. 3—11.
2. Ромоданов В.Л., Сахаров В.К., Черникова Д.Н. и др. Расчетно-экспериментальные исследования установки обнаружения делящихся материалов в аэропортах. — Атомная энергия, 2008, т. 105, с. 118—123.
3. Райлли Д., Энслин Н., Смит Х. мл. и др. Пассивный неразрушающий анализ ядерных материалов. М.: БИНОМ, 2000. 703 с.
4. Справочник по методам измерений ядерных материалов. Под ред. Д. Роджерса. М.: БИНОМ, 2009. 712 с.
5. Потапов В.Н., Волкович А.Г., Смирский Ю.Н. Спектрометрический способ оценки характеристик отработавшего ядерного топлива. — Атомная энергия, 2009, т. 106, вып. 5, с. 273—277.
6. Ivanov V.I., Kondrashov V.V., Lupilov A.V. et al. CdTe spectroscopy analyzer with built-in pulse shape discrimination system. — IEEE Nucl. Sci. Symp. Conf. Record, 1997, v. 1, p. 762—766.
7. Степанов В.Е., Смирнов С.В., Иванов О.П., Данилович А.С. Дистанционно управляемый коллимированный детектор γ -излучения для измерения радиоактивных загрязнений. — Атомная энергия, 2010, т. 109, вып. 2, с. 82—84.

Поступила в Редакцию 14.02.12

УДК 612.014.481

МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС. ОСНОВНЫЕ ИТОГИ И НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ*

Гуськова А.К. (ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, г. Москва)

Со времени крупномасштабной аварии на Чернобыльской АЭС прошло 25 лет. Все эти годы в мире и особенно в нашей стране изучали основные показатели, характеризующие тип и ее причину, облучение различных групп лиц и со-

стояние их физического и душевного здоровья. Накопление обширной информации позволяет вернуться к исходным представлениям, возникшим непосредственно после аварийной ситуации, критически оценить надежность принятых

*Журнальный вариант одноименной статьи (Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2010, вып. 3, с. 17—28).

в то время прогностических критериев и адекватность мер по преодолению и минимизации вреда для здоровья.

Следует выделить некоторые из существующих и доныне проблем и заново рассмотреть первоначальные прогнозы и решения:

определить основные группы лиц с разной степенью причастности к аварийной ситуации, проанализировать их облучение (поглощенную дозу), динамику состояния здоровья, показания к дальнейшему общему или специализированному наблюдению;

оценить не только непосредственные, но и основные отдаленные (онкологические и нервно-психические) последствия, а также степень социальной адаптации различных контингентов, принимавших участие в аварии;

рассмотреть адекватность первоначальных оценок и избранных мер по минимизации последствий аварии для здоровья, выявить критерии для определения сроков, последовательности и характера лечебно-профилактических мероприятий.

Взрыв РБМК-1000 на 4-м блоке Чернобыльской АЭС произошел 26 апреля 1986 г. в 1 ч 23 мин 49 с. Мне как специалисту по острой лучевой болезни [1, 2] и заведующему клиникой Института биофизики, размещенной в больнице № 6, стало известно об аварии между двумя и тремя часами в ночь на 26 апреля по телефонному звонку из Медсанчасти Чернобыльской АЭС (МСЧ № 126), подтвержденному позднее информацией дежурного 3-го Главного управления Минздрава. Клинические проявления у лиц, вовлеченных в аварию, давали врачам этой медсанчасти основание предположить развитие острой лучевой болезни. Вскоре стало известно, что больных с такими симптомами уже более 100, их автомашинами отправляют в МСЧ № 126 для оказания первой помощи. Тогда я приняла решение о госпитализации всех пострадавших в московскую клинику.

Из переговоров вечером 26 апреля с МСЧ № 126 нам стало известно о двух случаях смертельного исхода (один человек погиб под завалом в блоке, другой умер уже в медсанчасти от тяжелых термических ожогов) и первых итогах диагностической работы, проведенной аварийной бригадой ИБФ в течение 26 апреля в Чернобыле. Уже в первые сутки, когда принимались неотложные противоаварийные меры, на месте

была отобрана группа лиц, нуждающихся в исследовании и лечении, определена последовательность эвакуации в специализированные учреждения. Для обеспечения лечебных мер были избраны клиника ИБФ и лечебные учреждения Киева. Всего с подозрением на острую лучевую болезнь были направлены в стационары 350 чел. Первые пациенты поступили в клинику ИБФ в ночь с 27 на 28 апреля. В Москву двумя самолетами были доставлены 207 чел., в том числе 115 пациентов с первоначальным диагнозом острой лучевой болезни, подтвержденным впоследствии у 108 чел. В Киев поступили около 100 чел., такой диагноз был верифицирован у 26. Позднее клиника ИБФ приняла еще 148 чел. из числа первых участников, вызванных для расследования причин и минимизации последствий аварии [3, 4].

В статье проанализированы основные научно-медицинские и практические итоги как острого, так и отдаленного периода на протяжении последующих 25 лет после аварии. При этом следует иметь в виду, что в основу ориентировочных оценок уровней облучения и возможных последствий для здоровья людей были положены клиничко-лабораторные критерии уровня дозы и тяжести поражения, а не дозиметрические данные. Только впоследствии они сопоставлялись с данными о возможных уровнях дозы по некоторым дозиметрическим критериям: определение содержания нуклидов при жизни пациентов в стационаре и посмертно при аутопсии [5, 6].

Надо также учесть, что до этого ученые не сталкивались с авариями, в которые были вовлечены огромные территории и контингенты. Имевшие место аварийные ситуации в Великобритании, на Южном Урале, в Бразилии, США были не столь значительными по численности вовлеченных в них лиц и зонам воздействия аварийного выброса [7].

В совокупности полученных сведений отчетливо выделяются три группы участников аварии на Чернобыльской АЭС и ликвидации ее последствий:

лица, являвшиеся свидетелями аварии и перенесшие острую лучевую болезнь;

лица, работавшие на ликвидации аварии и не имевшие проявлений острой лучевой болезни;

жители г. Припяти и близлежащих к аварийной зоне населенных пунктов с своевременным их отселением. Значительное количество составляли лица, которые проживали на обширных территориях с разной степенью загрязнения, не во всех случаях с проведением мероприятий по их краткосрочному или постоянному отселению и изменению режима жизни.

В первую очередь, безусловно, должна быть проанализирована группа лиц, перенесших острую лучевую болезнь.

Острая лучевая болезнь. Первоначальная оценка дозы пострадавших базировалась на биологической дозиметрии (биоиндикации) и включала:

оценку средней дозы облучения тела пациента по числу хромосомных aberrаций в лимфоцитах и клетках костного мозга (позднее по динамике числа клеток периферической крови);

исключение нейтронного компонента в структуре дозы по отсутствию активации биоэлементов организма человека;

определение содержания нуклидов в выделениях, на коже, в теле и изотопов иода в щитовидной железе [4].

Неотложную задачу также составила оценка состояния здоровья находившихся на промплощадке в первые сутки людей, у которых могла развиться острая лучевая болезнь. Из 129 чел., направленных в клинику ИБФ, этот диагноз был позже подтвержден у 108, из общего числа обследованных в учреждениях Киева — у 26 чел., наличие лучевой болезни у детей не подтвердилось. Впоследствии были сделаны попытки сопоставить дозу, оцененную методами биоиндикации, со сведениями об условиях облучения.

Как уже отмечалось, определяли содержание радионуклидов и у пациентов — на кожных покровах, в щитовидной железе (изотопы иода) и во всем теле (радиоактивные изотопы цезия и др.) с помощью спектрометра излучений человека [4].

В клинике был введен режим радиационной безопасности (контрольные радиометрические посты, смена одежды, белья и предметов ухода за пациентами, обмыв загрязненных поверхностей и др.), рекомендованный позднее в руководстве по организации медицинской помощи при радиационных авариях [8].

Содержание нуклидов оценивали при обследовании больных в стационаре, а также в

пробах из органов людей, умерших от острой лучевой болезни. Эти исследования, важные для дозиметрии внутреннего облучения, были проведены в клинике ИБФ под руководством К.И. Гордеева.

Измерение активности раневых поверхностей, здоровых участков кожи и слизистых дополняли оценкой радионуклидного состава выделений и крови пострадавших, обследованных в клинике ИБФ.

Несмотря на отсутствие систематической защиты органов дыхания, сведения о значительном поступлении основных радионуклидов выброса даже у персонала аварийной смены указывали лишь на возможность единичного превышения допустимого уровня, пренебрежимого в сравнении с опасностью, которая исходила от внешнего γ -, β -излучения [9]. При оценке общего внешнего γ -облучения, выполненной на основе методов биоиндикации (хромосомный анализ, динамика показателей периферической крови), получено удовлетворительное соответствие дозы и клинических эффектов [10].

В стационаре было начато интенсивное лечение больных по схемам, принятым в то время в радиационной медицине. Одновременно проводили диагностические исследования по показаниям у лиц, направляемых в стационар, или по большей части у амбулаторных пациентов. Всего были обследованы для исключения лучевой болезни свыше 3 тыс. чел., выполнены десятки тысяч различных анализов. Существенным с первых дней являлось наличиеотягчающих состояние больных синдромов неокостномозговой природы, в первую очередь, поражения кожных покровов у 59 чел., орофарингеального синдрома (поражение слизистых ротоглотки) у 80 чел., острого пульмонита у 7 чел., поражения кишечника у 10 чел. Местные лучевые поражения кожи вследствие β -излучения у 13 чел. охватывали более 50% кожного покрова, у 35 чел. — от 11 до 50%. Поражения кожи у 19 пациентов явились непосредственной причиной летального исхода в острый период [7, 11—14]. По степени тяжести острой лучевой болезни пациентов разделили на группы соответственно уровню оцененной дозы. Аналогичная работа позднее была проведена при верификации диагноза у обследованных пациентов на Украине.

Задачами лечения больных являлись:

предупреждение и лечение инфекционных осложнений;

предупреждение и лечение синдромов умеренно выраженной кровоточивости, орофарингеального, легочного и кишечного;

поддержание и восполнение недостаточности кроветворения (введение эритроцитарной и тромбоцитарной массы и плазмы крови), а также и функции других органов;

детоксикация в связи с тяжелым распространенным поражением кожи и метаболическими расстройствами;

симптоматическое лечение по показаниям.

К сожалению, использование у наиболее тяжелых больных трансплантации костного мозга (13 пациентов) и клеток эмбриональной печени (6 пациентов) в данной конкретной ситуации с ведущей и опережающей значимостью некрозомозговых поражений, в первую очередь, кожи не позволило выявить ожидаемый эффект [4].

К начальному периоду аварии относится и появление в СССР зарубежных специалистов (2 мая 1986 г.). На заседаниях правительства и Политбюро ЦК КПСС было признано целесообразным привлечение к работе высококвалифицированных специалистов в области иммунологии трансплантационных программ. Было принято предложение Хаммера о направлении в клинику ИБФ группы американских специалистов во главе с Р. Гейлом. Их участие было полезно в ранний поставарийный период (май—июнь 1986 г.), когда они вместе с А.И. Воробьевым принимали участие в обсуждении данных о больных острой лучевой болезнью и максимально содействовали получению финансовых средств и оборудования из фондов Хаммера для приобретения аппаратуры и медицинских препаратов. Участие американских специалистов в лечебном процессе не было столь значитель-

ным, каким его представлял доктор Гейл в своих публикациях, выступлениях и созданном им кинофильме [4].

В целом непосредственные итоги принятых лечебно-диагностических мер были высоко оценены научной общественностью мира как максимально возможные и осуществленные на высоком профессиональном уровне в диапазоне дозы, считавшейся для человека смертельной. Это отражено в докладе Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) Генеральной Ассамблеи ООН в 1988 г. Доклад суммировал итоги экспертов МАГАТЭ в Вене в августе 1986 г.

Всего верифицировано 134 случая острой лучевой болезни. Из этих больных умерли 28 чел. при дозе общего облучения от 4,2 до 13—16 Гр. Лишь у одной умершей больной доза составляла 3,8 Гр [4]. Смерть наступила через 3,5 месяца от нарушения мозгового кровообращения при уже восстановившемся кроветворении (табл. 1).

Дополнительно к таблице — один больной с крайне тяжелой степенью лучевой болезни умер в Киеве, один больной умер утром в МСЧ-126 от комбинированных поражений, один работник аварийного 4-го блока погиб под завалом обрушившегося здания. Таким образом, общее число непосредственных летальных исходов при аварии на Чернобыльской АЭС составило 30. Сведения о еще одном человеке, погибшем в момент эвакуации населения Припяти, неточны.

Из 106 перенесших лучевую болезнь ушли из жизни 25 чел. (данные о числе умерших в отдаленные сроки по сравнению с публикацией статьи в 2010 г. изменились в связи с летальным исходом еще четырех человек. В одном случае причиной смерти явился тяжелый алкогольный цирроз и еще в одном травма) [19—21]. Один больной умер от острой сердечной недостаточ-

Таблица 1. Распределение больных острой лучевой болезнью по степени тяжести общего клинического синдрома и срокам наступления смертельного исхода в специализированном стационаре (без учета поражений кожи) [15—18]

Число больных	Степень тяжести	Доза, Гр	Число летальных исходов	Срок летального исхода, сут
31	I	0,8—2,1	—	—
43	II	2—4	1	96
21	III	4,2—6,3	7	48, 16, 21, 21, 24, 16, 10
20	IV	6—16	19	10, 14, 15, 18, 18, 17, 15, 16, 17, 17, 15, 20, 21, 24, 25, 29, 30, 86, 91

ности и еще один от хронического прогрессирующего миелобластного лейкоза.

По-прежнему обращает на себя внимание частота онкогематологических заболеваний в малой группе наблюдавшихся: три случая миелодиспластического синдрома с рефрактерной анемией и два лейкоза, в том числе один развившийся в поздние сроки. Один больной умер от рака мочевого пузыря, еще один в связи с развитием злокачественной шванномы челюсти. У восьми человек непосредственной причиной смерти была острая сердечно-сосудистая недостаточность, у остальных — обычные причины для лиц аналогичного возраста и пола [20, 21]. Два человека, оперированные по поводу рака щитовидной железы, живы.

Таким образом, среди причин смерти обращает на себя внимание увеличение доли онкогематологических заболеваний (5 из 25). В этом отношении группа больных, перенесших острую лучевую болезнь в связи с аварией, немного отличается по причинам смерти в отдаленные сроки от участников других радиационных аварий [22, 23].

При ретроспективном рассмотрении возникает вопрос о возможно недостаточном учете таких сопутствующих облучению токсических воздействий, как горение пластмассы и задымление. Это касается, в частности, и своеобразия отдаленных последствий у пострадавших при аварии.

Тщательное наблюдение за группой лиц, перенесших острую лучевую болезнь, должно быть продолжено пожизненно. Помимо обычных для всего населения заболеваний, особое внимание должно быть уделено критическим для облучения системам: кроветворению, коже, щитовидной железе. Следует предусмотреть поиск маркеров онкологических заболеваний критических органов с максимально полным современным исследованием их функции и структуры [18].

Представляет интерес оценка состояния здоровья потомков, родившихся после облучения и острой лучевой болезни. Большое внимание должно быть уделено психологической поддержке и социальной адаптации переболевших и их детей. Наблюдения показывают, что при соответствующей трудовой мотивации круг доступных для них работ велик, должна быть только исключена возможность облучения и

соблюдены некоторые ограничения по режиму труда [1, 7, 8, 17, 18, 23].

Участники ликвидации последствий аварии. Эта вторая группа лиц, работавших в 30-километровой зоне, как и население, подвергшееся облучению, в отличие от первой не имела проявлений лучевой болезни. Особо острая проблема оценки их облучения с привлечением большой количественной информации рассмотрена в работах [24, 25]. Общее число работавших на ликвидации последствий аварии составляло 226 242 чел., средняя эффективная доза внешнего облучения оценена равной 62 мЗв (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Оценка эффективной дозы внешнего облучения участников ликвидации последствий аварии в 30-километровой зоне в 1986—1987 гг. [26]

Группа	Число работников		Средняя доза, мЗв	
	1986 г.	1987 г.	1986 г.	1987 г.
Персонал АЭС	2358	498	87	15
Строители	21 500	5376	82	25
Транспортные работники и сотрудники охраны	31 021	32 518	6,5	27
Военнослужащие	61 762	63 751	110	63
Работники других АЭС	—	3458	—	9,3
Общая численность и средняя суммарная доза за год	116 641	109 601	77	47

Планируемое повышенное облучение за период работы в аварийной зоне по согласованию Минздрава с Минобороны было ограничено 250 мЗв. В последующем ее снижали до 150—100—50 мЗв в зависимости от вида работ, с 1988 г. для всех, кроме специального согласования, она не должна была превышать 50 мЗв [3].

Суммарная доза облучения за период работы от нескольких суток до месяцев большинства участников ликвидации последствий аварии составляла 60—80 мЗв и была заведомо меньше 250 мЗв. Лишь в единичных случаях доза облучения при некоторых специальных работах могла превышать 250 мЗв, максимально достигая 800 мЗв [3, 4]. Содержание радиоактивных веществ у этого контингента также было существенно ниже пороговых величин для развития каких-либо клинических проявлений [8]. Доля

лиц с значительным превышением регламентированной аварийной дозы не превышала нескольких процентов. Были проведены специальные исследования оценки дозы на некоторых видах работ, представлявших наибольшую радиационную опасность. Исследования показали, что мощность экспозиционной дозы действительно могла быть значительной в первые несколько месяцев после аварии. Обеспечение безопасности персонала требует резкого ограничения продолжительности работы как при выполнении отдельных манипуляций, так и в целом по длительности участия в противоаварийных работах.

На основании предшествующего опыта по наблюдению за персоналом атомной отрасли можно утверждать, что основная масса этих лиц могла быть возвращена к прежней трудовой деятельности [1, 23]. Правила трудовой экспертизы, принятые в атомной отрасли, говорят о том же. Это относится и к лицам, привлеченным к аварийным работам из внеотраслевых учреждений.

Рекомендации участникам ликвидации последствий аварии отрасли давали по месту их работы, учитывая суммарную полученную дозу на предприятии и в аварийной зоне. Были строго определены сроки компенсации избыточной дозы, после чего по существующим ныне правилам возможен возврат участников ликвидации последствий аварии на прежнее рабочее место.

На основе анализа данных о реакции нервной системы на повреждающее ионизирующее излучение [27] можно утверждать, что, к сожалению, без оснований были расширены показания к признанию инвалидности [28—30]. Это мотивировалось отсутствием точных сведений о дозе 30—35% контингента, предположением о неучтенной дозе внутреннего облучения и наличием различных общесоматических или неврологических заболеваний, которые необоснованно связывали с участием в противоаварийных работах [31—33].

Уточненные сведения о дозе позволяют говорить об общем состоянии этой группы лиц по данным медико-дозиметрического регистра РФ и отрасли [34—36]. В отраслевом регистре к 1990 г. числилось около 50 тыс. участников ликвидации последствий аварии, к 2005 г. — 13 тыс. чел. Из них за это время умерли 2050 чел. Сравнительный анализ частоты и при-

чин смерти показывает принципиальную близость этих показателей у лиц, участвовавших и не участвовавших в противоаварийных мероприятиях. Сравнение данных с равновозрастными группами городских мужчин подтверждает отсутствие дополнительного риска смертельного исхода от основных нозологических форм среди участников ликвидации последствий аварии. Их состояние здоровья не отличалось или даже было немного лучше, чем населения России соответствующего возраста и пола [35]. Вместе с тем и в отрасли, и тем более вне ее к 1990-м гг. большое число участников ликвидации последствий аварии было признано нетрудоспособным, что противоречит огромному опыту клинико-эпидемиологических исследований [23]. Увеличение выявляемости некоторых заболеваний связано с широким охватом целенаправленных обследований по критерию радиационного риска.

Тем не менее совокупность некоторых факторов, сопутствующих противоаварийным работам, может иметь определенное значение для нервно-психического здоровья. Этому содействует и социально-психологическая напряженность, связанная с поиском и отказом в предоставлении льгот. Поэтому очень важны объективная строго количественная информация и ее адекватное восприятие лицами, которым она адресована [3, 4, 17, 18].

Анализ наблюдений за участниками ликвидации последствий аварии должен быть продолжен в плане общей диспансеризации населения с получением адекватных сравнительных данных о частоте наиболее значимых болезней, особенностях их течения и причинах смерти. В настоящее время структура причин смерти населения страны такова: сердечно-сосудистые заболевания (55%), злокачественные новообразования (15%), несчастные случаи, отравления, травмы (15%) и заболевания других органов (15%). В ранние сроки после аварии обращало на себя внимание увеличение смертности от неестественных причин [3, 4].

Максимально тщательно должна быть выполнена биоиндикация дозы, особенно если пациент участвовал в работах на первых этапах ликвидации аварии, поскольку сведения об облучении именно в этот самый неблагоприятный по организации труда период наименее полны и точны.

Выборочные исследования должны быть направлены на четко определенные научные цели, избранные для них группы — репрезентативны для общего контингента участников ликвидации последствий аварии или населения. Выборочные данные отдельных групп, отличающихся по ряду признаков, не могут быть экстраполированы на весь контингент участников ликвидации последствий аварии. При этом также надо принимать во внимание, что не во всех случаях человек, подвергшийся воздействию радиации, испытывает психологический стресс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека. М.: 1971. 384 с.
2. Острые эффекты облучения человека. Под ред. А.К. Гуськовой. М., ЦНИИатоминформ, 1986. 80 с.
3. Ильин Л.А. Реалии и мифы Чернобыля. М.: ALARA Limited, 1994. 446 с.
4. Гуськова А.К. Атомная отрасль страны глазами врача. М.: Реальное время, 2004. 240 с.
5. Авария на ЧАЭС. Доклад советских экспертов, подготовленный для МАГАТЭ. М., август 1986 г.
6. Post-Accidents Review Meeting. Доклад советской делегации на совещании экспертов МАГАТЭ. Вена, август 1986 г.
7. Ильин Л.А., Павловский О.А. Радиологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС и меры, предпринятые с целью их смягчения. — Атомная энергия, 1988, т. 65, вып. 2, с. 119—133.
8. Гуськова А.К., Барабанова А.В., Друтман Р.Д., Моисеев А.А. Руководство по организации медицинской помощи при радиационных авариях (рекомендована НКРЗ СССР). М.: Энергоатомиздат, 1989. 86 с.
9. Barabanova A., Osanov D. The dependence of skin lesions on depth-dose distribution from beta-irradiation of people in Chernobyl nuclear power plant accident. — Intern. J. Radiat. Biol., 1990, v. 57, № 4, p. 775—782.
10. Баранов А.Е. Острая лучевая болезнь: биологическая дозиметрия, ранняя диагностика и лечение, исходы и отдаленные последствия. — В кн.: Радиационные поражения человека. Избранные клинические лекции. Методическое пособие. Под ред. А.Ю. Бушманова, В.Д. Ревы. М.: Слово, 2007, с. 16—52.
11. Гуськова А.К., Баранов А.Е., Барабанова А.В. и др. Диагностика, клиническая картина и лечение острой лучевой болезни у пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС. — Терапевтический архив, 1989, № 1, с. 95—103, № 8, с. 99—103.
12. Протасова Т.Г. Патологическая анатомия острой лучевой болезни в условиях современного лечения. — Мед. радиол. и радиац. безопасность, 1994, т. 44, № 5, с. 27—32.
13. Гуськова А.К., Баранов А.Е., Протасова Т.Г. Этиопатогенез непосредственных летальных исходов у пострадавших при аварии на ЧАЭС. — Там же, 1991, т. 36, № 3, с. 29—34.
14. Бебешко В.Г., Коваленко А.Н., Белый Д.А. Острый радиационный синдром и его последствия. Тернополь: ТГМУ «Укрмедкнига», 2006. 435 с.
15. Гонзалес А.Х., Гуськова А.К., Алексахин Р.М. и др. Материалы МАГАТЭ по последствиям чернобыльской аварии 10 лет спустя. — Бюл. МАГАТЭ, 1996, № 3, с. 3—6.
16. Gusev I.A., Guskova A.K., Mettler F.A. Medical management of radiation accidents (Second edition). CRC Press, 2001. 611 p.
17. Гуськова А.К. Уроки на будущее: медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС. — Бюл. по атомной энергии, 2006, № 4, с. 50—55.
18. Надежина Н.М., Дмитриева Г.Э., Галстян И.А., Торубаров Ф.С. Состояние здоровья участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде. — Бюл. Росатомэнерго, 2006, № 4(88), с. 40—42.
19. Суворова Л.А., Покровская В.Н., Груздев Г.П. и др. Состояние показателей периферической крови в периоде отдаленных последствий у лиц, перенесших острую лучевую болезнь в результате аварии на ЧАЭС. — Проблемы гематологии и переливания крови, 1996, № 1, с. 24—30.
20. 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.
21. Суворова Л.А., Галстян И.А., Надежина Н.М., Нугис В.Ю. Онкогематологические заболевания у перенесших острую лучевую болезнь. — Там же, 2008, т. 53, № 5, с. 26—34.
22. Окладникова Н.Д., Сумина М.В., Пестерникова В.С. и др. Последствия и исходы острой лучевой болезни человека (40—45 лет наблюдения). — Там же, 2000, т. 45, № 2, с. 16—22.
23. Окладникова Н.Д., Сумина М.В., Пестерникова В.С. и др. Отдаленные последствия внешнего гамма-облучения по результатам наблюдения за персоналом первого в стране предприятия атомной промышленности. — Клин. медицина, 2007, № 10, с. 21—26.
24. Авария на Чернобыльской АЭС. — В кн.: Радиационные аварии (Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры). Под ред. Л.А. Ильина и В.А. Губанова. М.: ИздАТ, 2001, с. 297—527.
25. Исследования воздействия облучения на население. — В кн.: Техногенное облучение и безопасность человека. Под ред. Л.А. Ильина. М.: ИздАТ, 2006, с. 123—149.
26. Крючков В.П., Кочетков О.А., Цовьянов А.Г. и др. Авария на ЧАЭС: дозы облучения участников ЛПА, аварийный контроль, ретроспективная оценка. М., ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2011. 280 с.
27. Чернобыль — 20 лет спустя. Стратегия восстановления и устойчивого развития пострадавших регионов. Межд. конф. Беларусь, Минск, 2006. 448 с.
28. Гуськова А.К., Шакирова К.Н. Реакция нервной системы на повреждающее ионизирующее излучение (обзор). — Журн. невропатол. и психиатр., 1989, т. 89, № 2, с. 138—142.

29. **Торубаров Ф.С., Николаев М.К., Чесалин Л.В. и др.** Состояние нервной системы у лиц, получивших облучение в различном диапазоне доз при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. — Мед. радиол. и радиац. безопасность, 1991, т. 36, № 5, с. 17—19.
30. **Торубаров Ф.С., Чинкина О.В.** Психологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС. — Клинич. медицина, 1991, т. 69, № 11, с. 24—28.
31. **Румянцева Г.М., Чинкина О.В., Бежина Л.Н.** Радиационные инциденты и психическое здоровье населения. М.: ФГУ «ГНЦССП», 2009. 228 с.
32. **Надежина Н.М., Лелюк В.Г., Галстян И.А. и др.** Основные принципы медицинской реабилитации пораженных в системе организации оказания помощи при радиационной аварии. Медицина катастроф, 1995, № 1—2 (9—10), с. 150—156.
33. **Ярмоненко С.П.** Медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС. Аналитический обзор экспертных материалов за 20 лет, прошедших после аварии. 2006. 16 с.
34. **Гуськова А.К.** Основные источники ошибок при установлении радиационного этиопатогенеза неврологических синдромов и симптомов. — Журн. невропатол. и психиатр., 2007, т. 107, № 12, с. 66—70.
35. **Цыб А.Ф., Иванов В.К., Чечин О.И.** Чернобыльский регистр России: оценка и прогноз. — Природа, 1998, № 3, с. 3—7.
36. **Иванов В.К., Цыб А.Ф., Иванов С.И. и др.** Ликвидаторы чернобыльской катастрофы: радиационно-эпидемиологический анализ медицинских последствий. М.: Галанис, 1999. 312 с.

Поступила 12.07.11

В окончательной редакции 16.05.12

Рефераты статей

УДК 621.039.4+621.039.5+621.039.51

Белов И.А., Давиденко В.Д., Ковалишин А.А., Колокол А.С., Пономарев-Степной Н.Н., Степанов А.С., Субботин А.С., Родионова Е.В., Прошкин А.А., Цибульский В.Ф., Цибульский С.В. **Концепция быстрых реакторов с открытым топливным циклом.** — Атомная энергия, т. 113, вып. 2, с. 67—73.

В статье представлено концептуальное предложение реактора на быстрых нейтронах, которое и с точки зрения безопасности, и с позиций топливного цикла имеет большой потенциал преодоления озабоченностей, связанных с широкомасштабным развитием ядерной энергетики. Это предложение основано на идеях, высказанных еще на второй Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии в 1958 г., и ориентировано на реализацию инновационного потенциала ядерной энергетики с применением принципиально новых подходов к решению наиболее сложных задач реакторной технологии в области как безопасности, так и топливообеспечения. Рис. 5, список лит. 3 назв.

УДК 621.039.526

Митенков Ф.М., Песков Р.А., Митенкова Е.Ф., Соловьева Е.В. **Анализ открытого топливного цикла быстрого реактора типа БН-800 с металлическим топливом на начальном этапе перехода к замкнутому циклу.** — Атомная энергия, т. 113, вып. 2, с. 73—79.

Представлены результаты нейтронно-физических исследований быстрого реактора при использовании металлического уран-плутоний-циркониевого топлива на начальном этапе перехода к замкнутому циклу. Приведены характеристики воспроизводства и накопления плутония в топливных решетках ТВС с диоксидурановым, смешанным

оксидным и металлическим топливом. Рассмотрены варианты разовой загрузки активной зоны типа БН-800 с металлическим топливом с низким запасом реактивности при среднем выгорании 80 МВт-сут/кг и коэффициентом накопления плутония 1,05—1,07. Рис. 3, табл. 3, список лит. 11 назв.

УДК 621.039.584+614.87

Мартыанов В.В., Коренков И.П. **Формирование фильтрационных полей в ближней зоне хранилищ радиоактивных отходов при выводе из эксплуатации.** — Атомная энергия, т. 113, вып. 2, с. 79—83.

Приводятся сведения о формировании фильтрационных полей на участках размещения приповерхностных хранилищ радиоактивных отходов при различной степени деградации инженерных барьеров. Обобщены исходные геолого-гидрогеологические данные для составления модели формирования фильтрационного потока вблизи групп хранилищ. Рассмотрены сценарии формирования фильтрационных полей для случая вывода хранилищ из эксплуатации. Показано, что восстановление начальных свойств инженерных барьеров при выводе хранилищ из эксплуатации является своего рода техногенным воздействием, определенным образом изменяющим гидрогеологическую обстановку на примыкающих участках размещения хранилищ. Отмечено, что восстановление защитных свойств части хранилищ может привести к формированию вторичных периферийных участков радионуклидного загрязнения. Характер изменения гидрогеологических условий техногенного водоносного горизонта в ближней зоне хранилищ должен учитываться при проведении корректирующих воздействий. Рис. 3, табл. 1, список лит. 7 назв.

Продолжение см. на с. 123