

Актуальные задачи дозиметрического контроля

В статье проведен анализ современного состояния в области радиационной безопасности, ее нормативного, методического и приборного обеспечения. Определены актуальные задачи их совершенствования на современном этапе, в том числе связанные с выпуском новых международных Публикаций и Стандартов, а также с последствиями радиационной аварии на японской АЭС Фукусима-1.

Ключевые слова: ядерная энергетика, АЭС, радиационная безопасность, дозиметрический контроль, персонал, доза, облучение, приборное обеспечение.

О.А.Кочетков (ФГБУ «ГНЦ РФ ФМБЦ им.А.И.Бурназяна» ФМБА России, г.Москва),
В.А.Кутьков (ФГБУ «НИЦ Курчатовский институт», г.Москва), К.Н.Нурлыбаев (НПП «Доза», г.Зеленоград), А.П.Панфилов (ГК «Росатом», г.Москва), Б.В.Поленов (ОАО «СНИИП», НИЯУ МИФИ, г.Москва)

Регулирование радиационной безопасности при обращении с источниками ионизирующего излучения находится под непрерывным вниманием научного сообщества. Идёт постоянное совершенствование системы обеспечения радиационной защиты и безопасности персонала и населения. Свидетельством тому является регулярный выпуск Рекомендаций Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) и Международных стандартов безопасности, выходящих под эгидой Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Свои современные Рекомендации 2007 года МКРЗ сформулировала в Публикации 103 [1], а МАГАТЭ в 2011 году выпустило новые Международные основные нормы безопасности в виде третьей части Общих требований по безопасности [2]. Хотя в этих документах основные принципы и нормы обеспечения безопасности сохранились, но ряд принципиальных позиций претерпел определённую трансформацию в сторону ограничения облучаемости персонала и населения.

Отечественная система регулирования радиационной безопасности, начиная с принятия Закона о Радиационной безопасности населения № 3-ФЗ и публикации в 1996 году промежуточной версии новых Норм радиационной безопасности Российской Федерации НРБ-96 [3], следует основным международным рекомендациям в области обеспечения радиационной безопасности. На смену НРБ-96 в 1999 году были выпущены НРБ-99 [4]. В развитие и с целью практического применения основных положений НРБ-99 и ОСПОРБ-99 [5] в 2000 году была разработана отраслевая программа Министерства Российской Федерации по атомной энергии (Минатома РФ) по введению в действие на практическом уровне этих документов, а также был создан межведомственный методический совет по радиационной безопасности, в состав которого вошли ведущие специалисты. Всего было разработано более 100 различных документов – Методических указаний, пособий, рекомендаций, а также документов, связанных с

созданием и развитием системы и подсистем ЕГАСКРО [6].

В 2001 году коллективом специалистов под руководством Методического совета по РБ (МС-РБ) Департамента безопасности, экологии и чрезвычайных ситуаций Минатома РФ (сейчас – Департамент ядерной и радиационной безопасности, организации лицензионной и разрешительной деятельности – ДЯРБ Госкорпорации «Росатом») была завершена разработка Методических указаний первого и второго уровней.

Первый уровень:

– Определение индивидуальных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения в контролируемых условиях обращения с источниками ионизирующего излучения. Общие требования (МУ 2.6.1.16-2000) [7];

Второй уровень:

– Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения. Общие требования (МУ 2.6.1.25-2000) [7];

– Дозиметрический контроль профессионального внутреннего

облучения. Общие требования (МУ 2.6.1.26-2000) [7];

– Контроль радиационной обстановки. Общие требования (МУ 2.6.1.14-2001) [7].

В последующие годы были разработаны Методические указания третьего уровня.

В документах были учтены Публикации, Стандарты, Нормы и Рекомендации Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ), Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), Международной организации по стандартизации (ИСО), Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Международной организации труда (МОТ), опубликованные на тот период, и отечественный опыт обеспечения радиационной безопасности в атомной энергетике и промышленности, а также опыт, накопленный при ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Методические указания были утверждены Федеральным управлением «Медбиоэкстрем» при Минздраве России.

Разработка Методических указаний была обусловлена задачей приведения индивидуального дозиметрического контроля персонала предприятий Минатома в соответствие с требованиями Норм и Правил.

В 2003 году были выпущены Рекомендации по приборному обеспечению дозиметрического и радиометрического контроля в соответствии с НРБ-99 и ОСПОРБ-99 [8]. Регулярно выпускались специализированные каталоги по ядерному приборостроению и оказываемых при поставке аппаратуры услуг [9,10].

Департамент ядерной и радиационной безопасности вот уже более 10 лет дважды в год в г.Обнинске на базе НОУ ДПО «ЦИПК»

проводит научно-практические семинары руководителей и специалистов служб радиационной безопасности Минатома Российской Федерации.

В 2009 году были утверждены Санитарные правила СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», а в 2010 году – Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» [11,12].

В последние годы Минатом РФ (ГК «Росатом») ежегодно публикует отраслевые Отчеты по безопасности. В отчетах представляется информация по совершенствованию основных систем элементов обеспечения безопасности: управление безопасным использованием атомной энергии и ведомственный контроль за состоянием безопасности, обеспечение пожарной безопасности объектов отрасли, готовность к аварийному реагированию на чрезвычайные ситуации, физическая защита ядерных объектов, профессиональное обучение и повы-

шение квалификации в области использования атомной энергии.

В Отчетах анализируется фактическое состояние обеспечения ядерной и радиационной безопасности (ЯРБ) основных производств отрасли в прошедшем году, приводится информация по совершенствованию нормативно-правовой базы в области обеспечения ЯРБ, работ по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Кроме того, на основе анализа данных за прошедший год и их динамики освещаются вопросы обеспечения безопасности персонала атомной отрасли [13].

Анализ результатов дозиметрического контроля в организациях ГК «Росатом» показал, что в результате проведенных мероприятий дозовая нагрузка персонала за последние 10 лет стала иметь явно выраженную тенденцию к уменьшению.

В 2012 году на дозиметрическом контроле в организациях Госкорпорации состояли 68393 человека из персонала категории А (в 2011 году – 68461 человек). Среднегодовая эффективная доза

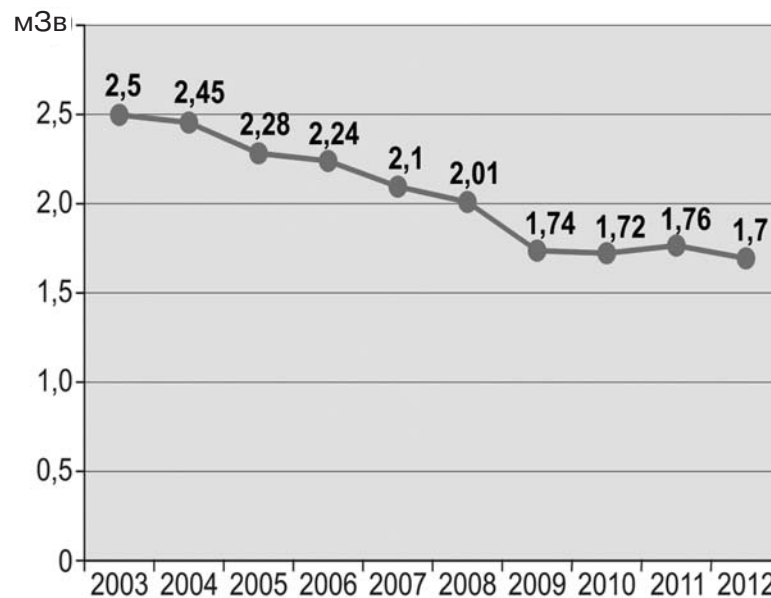


Рис. 1. Облучение персонала в 2003–2012 годах, мЗв/год.

облучения персонала в 2012 году сохранилась на уровне трех предыдущих лет и составила 1,7 мЗв (рис. 1).

Случаев превышения установленных в НРБ-99/2009 пределов доз для персонала (группа А) в 2012 году не было. Годовые эффективные дозы от 20 до 50 мЗв получили 19 человек (10 человек на НВАЭС, 8 человек в ГНЦ НИИАР, 1 человек в ИРМ).

Для большинства работников отрасли (более 51 %) дозовые нагрузки не превышают основной предел дозы для населения (1 мЗв/год).

В течение последних 10 лет было опубликовано большое количество книг, учебных пособий, статей (в том числе к 25-летию аварии на Чернобыльской АЭС), были выпущены новые международные Стандарты, Публикации и Руководства [14-29].

Международные Стандарты, Правила, Руководства и Публикации по обеспечению ядерной и радиационной безопасности разрабатываются МКРЗ, МАГАТЭ, ИСО, Международной электротехнической комиссией (МЭК) и Институтом инженеров электротехники и электроники (ИИЭЭ).

Как уже указывалось, одной из важных публикаций явились Рекомендации МКРЗ 2007 года (Публикация 103 МКРЗ) [1,30]. В Рекомендациях предложена новая стратегия обеспечения радиационной безопасности человека в трех ситуациях облучения человека:

- в ситуации планируемого облучения;
- в ситуации аварийного облучения;
- в ситуации существующего облучения.

Рекомендации содержат три фундаментальных принципа радиационной защиты, принятые Комиссией, а именно: обоснова-

ние, оптимизацию и соблюдение пределов дозы, давая одновременно разъяснения того, как применять эти принципы к источникам излучения, создающим облучение, и к облучаемым индивидуумам. Рекомендации отошли от ранее принятого подхода к радиационной защите, основанного на процессе, когда использовались понятия практики и вмешательства, и построены на подходе, основанном на анализе ситуации облучения. К категориям облучения отнесены: профессиональное облучение, облучение населения и медицинское облучение пациентов. Отдельно рассматривается облучение лиц, обеспечивающих комфорт и уход за пациентами, а также облучение добровольцев при проведении исследований. Для ограничения индивидуальных доз используется концепция граничной дозы и референтного уровня.

МКРЗ изменило определение эффективной дозы и пересмотрело значения взвешивающих коэффициентов для излучений и тканей, необходимые для получения количественных оценок эквивалентной и эффективной дозы. Пожалуй, самым главным изменением в Рекомендациях МКРЗ, относящемся к радиологическим основам радиационной защиты, является изменение отношения к практическому использованию эффективной дозы. Комиссия, наконец, указывает, что эффективная доза является характеристикой облучения условного человека, на что мы уже неоднократно указывали ранее [6,30,31]. В связи с этим, Комиссия существенным образом ограничивает область применения этой величины, указывая, что:

1. Эффективная доза служит главным образом для установления пределов (уровней) дозы для демонстрации соответствия усло-

вий облучения требованиям к обеспечению радиационной безопасности.

2. Эффективная доза определена для “стандартного” человека и не должна использоваться для оценки индивидуальных рисков возникновения стохастических эффектов вследствие облучения.

3. Не следует использовать специфические (по возрасту и полу) данные для целей радиационной защиты, устанавливая “индивидуальные” взвешивающие коэффициенты для расчета эффективной дозы.

4. Для решения задач радиационной эпидемиологии и оценки индивидуальных рисков следует как минимум использовать специфические (по возрасту и полу) величины доз облучения отдельных органов и коэффициенты риска.

Введены изменения в перечень операционных величин, применяемых для оценки эффективных и эквивалентных доз в органах и тканях. Для мониторинга среды и слабо проникающего излучения при контроле доз в коже, кистях рук, ступнях и хрусталике глаза повторно рекомендована операционная дозовая величина – направленный эквивалент дозы $H'(0,07, \Omega)$. Это эквивалент дозы, который будет создан соответственно растянутому полем излучения на глубине $d = 0,07$ мм в сфере МКРЕ по радиусу, имеющему направление Ω . При решении задачи контроля эффективной дозы в случае мониторинга среды по-прежнему используется операционная дозовая величина – амбиентный эквивалент дозы $H^*(10)$, а индивидуального мониторинга – индивидуальный эквивалент дозы $H_p(10)$.

Переоценка взвешивающего коэффициента излучения для нейтронов приводит к различию между измеренным индивидуаль-

ным эквивалентом дозы и расчетным значением эффективной дозы, достигающим в широком энергетическом интервале фактора 1,2–1,5. Это различие может быть устранено путем пересмотра зависимости значений коэффициента качества Q на интервале энергий 0,1–2,0 МэВ [32].

В 2011 году МАГАТЭ опубликовало промежуточное издание новых Международных Общих Норм Безопасности [2]. При введении в России новых Норм радиационной безопасности, рекомендованных МАГАТЭ, значение предела эквивалентной дозы в хрусталике глаза за год предложено уменьшить со 150 мЗв до 20 мЗв. В результате хрусталик глаза может стать «критическим органом», лимитирующим облучение персонала [25]. Предел дозы облучения хрусталика глаза для лиц из населения оставлен неизменным – 15 мЗв. Ввиду невозможности создания СИЗ глаз от фотонного излучения с энергией более 0,1 МэВ, уменьшение допустимой среднегодовой дозы облучения хрусталика глаза до 20 мЗв может привести к необходимости ограничения среднегодовой эффективной дозы до 15 мЗв [25]. МАГАТЭ ведет работу по обеспечению контроля облучения хрусталика глаза в условиях профессионального облучения [33].

Методы измерений и требования к техническим средствам обеспечения ядерной и радиационной безопасности содержатся в Международных стандартах, разрабатываемых в Техническом Комитете 45 (ТК 45) «Ядерное приборостроение» Международной электротехнической комиссии (МЭК). В состав Комитета входят два подкомитета: Подкомитет 45А (ПК 45А) «Контроль и управление на ядерных объектах» и Подкомитет 45В (ПК 45В) «Аппаратура для радиационной безопасности».

Эксперты Подкомитета 45В разрабатывают стандарты на аппаратуру, обеспечивающую контроль ЯРБ на объектах в условиях нормальной эксплуатации и аварий, требования к системам радиационного контроля для аварийных и послеварийных условий, требования к дозиметрам, радиометрам и спектрометрам для разных видов излучения, условий измерения и различного назначения, методики измерений с помощью указанной аппаратуры [34,35].

ТК 45 МЭК изменил в последние годы в своих стандартах подход к оценкам измерительных характеристик систем и приборов и методам их испытаний. В частности, в характеристиках вместо термина погрешность измерения значения измеряемой величины (error of measurement) введен термин раскрытая (полная) неопределенность (expanded uncertainty) [36]. Поэтому необходимо устранить противоречия между применяемыми отечественными методами определения неопределенности и международными, а также терминологией, связанной с оцениванием неопределенности [7,37].

Таким образом, в настоящее время представляется актуальным пересмотр разработанных более 10 лет назад Методических указаний первого и второго уровня, решение ряда практических задач в области радиационной безопасности и радиационного контроля, подготовка предложений к новым Нормам и Правилам, а также приборного обеспечения дозиметрического, радиометрического и спектрометрического контроля.

Основными задачами являются:

1. Анализ Части 3 Основных международных требований по безопасности – Международные основные нормы безопасности. Радиационная защита и безопас-

ность источников излучения [2]. При этом особое внимание необходимо обратить на:

– требования к радиационному контролю, вытекающие, в частности, из требований по ограничению облучения хрусталика глаза, новой зависимости операционных величин от энергии нейтронов [25,33,38-40] и новых рекомендаций МКРЗ [41-43];

– новые стандарты безопасности для защиты от рисков при профессиональном облучении [38];

– требования по защите населения и персонала в ситуации существующего облучения, которые включают, среди прочего, облучение радоном, облучение природными источниками излучения при добыче и переработке природных ископаемых, включая природный газ и нефть, облучение от объектов радиационного наследия [2];

– требования по защите населения и персонала в ситуации аварийного облучения, которые включают, среди прочего, требования к разработке стратегии радиационной защиты для различных видов аварий, новые общие и операционные критерии по защите населения и аварийных работников, новые дозиметрические модели и величины для оценки радиационных рисков [44-49];

– требования по защите персонала и населения при немедицинском использовании сканирующих систем для целей физической защиты [48].

2. Анализ Рекомендаций МКРЗ 2007 года (Публикация 103 МКРЗ) [1] вместе с другими публикациями комиссии [50-52]. Особое внимание следует обратить на существенные ограничения на использование эффективной дозы в радиационной защите и безопасности.

3. Анализ новых стандартов ТК 45 МЭК.

4. Анализ изменений и дополнений, внесенных в НРБ-99/2009 и ОСПОРБ 99/2010, и разработка перечня для внесения изменений в новые редакции НРБ и ОСПОРБ, работа над которыми должна начаться в ближайшее время.

5. Переработка действующих Методических указаний и Рекомендаций, в том числе уточнение обеспеченности средствами ИДК персонала группы А и Б, установление уровня введения индивидуального контроля дозы облучения хрусталика глаза персонала, установление места крепления дозиметра облучения хрусталика глаза персонала, обоснование введения в систему индивидуального, группового и аварийного контроля, специального контроля с целью расследования причин повышенного облучения, переработка при контроле радиационной обстановки требований к полям различных видов излучения, контролю аэрозолей и т. д.

6. Обновление перечня рекомендуемой для предприятий отрасли дозиметрической, радиометрической и спектрометрической аппаратуры, а также систем радиационного контроля.

7. Обеспечение персонала индивидуальными дозиметрами фотонного и бета-излучения для измерения эквивалентной дозы облучения хрусталика глаза и средствами индивидуальной защиты хрусталика глаза.

В новой редакции отечественных Норм и Правил обеспечения радиационной безопасности следует принимать во внимание уроки, извлекаемые международным сообществом из опыта реагирования на аварию на АЭС Фукусима-1

в Японии в марте 2011 года. Первые выводы из оценки аварии показывают, что только соблюдение международных требований относительно обеспечения аварийной готовности и реагирования позволяет защитить население и работников даже в условиях радиационной аварии седьмого уровня по шкале ИНЕС, отягченной катастрофическим землетрясением и цунами.

Гармонизация отечественной и международной нормативной базы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения в ситуациях планируемого, аварийного и существующего облучения также необходима в связи с развивающимся экспортом ядерных технологий. До 2030 года планируется построить за границей около 30 ядерных энергоблоков по российским проектам. Многие из них будут строиться в странах-новичках, которым МАГАТЭ оказывает целенаправленную помощь в развитии инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности. Ярким примером такой помощи являются первые итоги развития нормативной базы в Беларуси для обеспечения радиационной безопасности персонала и населения, которое будет работать и жить вблизи первой АЭС. Строительство АЭС начато в 2013 году по российскому проекту АЭС-2006. При содействии МАГАТЭ Беларусь выпустила в 2010 году Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к проектированию и эксплуатации атомных электростанций» [53] (аналог – СПАС-2003 [54]), а в 2012 году – Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности» [55] (аналог

– ОСПОРБ-99/2010 [12]) и Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия» [56] (аналог – НРБ-99/2009 [11]). В отличие от российских аналогов [54,12,11], указанные документы внедряют в практику основные положения международных требований к обеспечению радиационной безопасности [2,44,49], что создает потенциальные проблемы для предстоящего лицензирования Островецкой АЭС, которая проектировалась без учета тенденции развития требований к обеспечению радиационной безопасности [30,57].

По прогнозу МАГАТЭ к 2030 году в мире будет построено от 70 до 350 энергоблоков. США в ближайшие 30 лет предполагают ввести в эксплуатацию 100 новых ядерных энергетических установок (по 2–3 установки в год). Россия собирается построить до 2030 года 38 новых ядерных энергоблоков в стране (по 2 блока в год). По оценкам экспертов, потребность в энергии в России будет постоянно расти и к 2030 году доля АЭС в общем энергобалансе может вырасти на 25 %.

Осуществление этих планов приведет к существенному увеличению количества персонала на предприятиях ядерно-топливного цикла, на АЭС, необходимости проведения более качественного дозиметрического контроля.

Это подтверждает актуальность и важность предлагаемых работ.

Начало работ положил выпуск проекта переработанного Методического указания «Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования».

Литература

1. International commission on radiological protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP, Publication 103, Ann ICRP Vol. 37, № 2-4, Elsevier, 2007. Русский перевод. Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ), М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009.
2. Международное агентство по атомной энергии. Международные основные нормы безопасности. Радиационная защита и безопасность источников излучения. Общие требования безопасности. Часть 3 Серии изданий МАГАТЭ по безопасности, № GSR Part 3. Промежуточное издание, МАГАТЭ, Вена, 2011.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы ГН-2.6.1.054-96. М.: Минздрав России, 1996.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Гигиенические нормативы СП-2.6.1.758-99. М.: Минздрав России, 1999.
5. Основные санитарные нормы обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). Санитарные правила СП 2.6.1.799-99. М.: Минздрав России, 1999.
6. Кутьков В.А., Панфилов А.П., Кочетков О.А., Попов В.И., Поленов Б.В., Ярына В.П. Контроль соблюдения требований Норм и Правил. АНРИ №3 (26), 2001. С. 14-15.
7. Сборник «Методическое обеспечение радиационного контроля на предприятии». Т.1. Минатом, Минздрав России, ФУ «Медбиоэкстрем», М., 2001. 183 с.
8. Сборник «Методические обеспечение радиационного контроля на предприятии». Т.3. Рекомендации по приборному обеспечению дозиметрического и радиометрического контроля в соответствии с НРБ-99 и ОСПОРБ-99. Минатом, ДБЭЧС, НИЦ «СНИИП», М.: ГП «ВНИИФТРИ», 2003. 141 с.
9. Каталог. Оборудование радиационного контроля. НПП «Доза», М., 2013. 280 с. (<http://www.doza.ru/catalog/personal/370>).
10. Каталог. Радиационный контроль. ООО «НТЦ Амплитуда. М., 2010. 96 с.
11. СанПин 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.
12. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 83 с.
13. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом». Отчет по безопасности. М.: Изд-во «Комтехпринт», 2012, 72 с. ISBN 978-5-903511-28-0.
14. Нурлыбаев К.Н. Дозиметрические приборы в Госреестре средств измерений. АНРИ №2(25), 2001. С. 22-29.
15. Кузнецов Ю.В., Ярына В.П. Величины для нормирования радиационной опасности радона и их измерение. АНРИ №2(25), 2001. С. 4-8.
16. Жуковский М.В., Павлюк А.В., Коэффициенты дозового перехода от экспозиции дочерними продуктами распада радона к эффективной дозе. АНРИ №2(25), 2001. С. 52-61.
17. Отчет Научного комитета ООН по действию атомной радиации за 2000 год. Приложение J. Уровни облучения и эффекты в результате Чернобыльской аварии. Пер. с англ. М.: РАДЭКОН, 2001. 152 с.
18. Кутьков В.А., Безруков Б.А., Ткаченко В.В., Романцов В.П., Долженков И.В., Лебедев В.Н., Петров В.И. Основные положения и требования нормативных документов в практике обеспечения радиационной безопасности атомных станций. Учебное пособие. М., 2002. 292 с.
19. Иванов В.К., Цыб А.Ф., Панфилов А.П., Агапов А.М. Оптимизация радиационной защиты: «Дозовая матрица». М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2006. 304 с.
20. В.А.Кутьков, Б.В.Поленов, В.А.Черкашин. Радиационная безопасность и радиационный контроль. Учебное пособие. Обнинск: ФГОУ «ГЦИПК», 2007, 1 т. - 252 с., 2 т. - 340 с.
21. Поленов Б.В. Приборное обеспечение дозиметрического контроля в период ликвидации последствий аварии на ЧАЭС и в послеаварийный период. Ядерные измерительно-информационные технологии. № 2(38), 2011. С. 20-26.
22. Крючков В.П., Кочетков О.А., Цовьянов А.Г. Радиационно-дозиметрические аспекты ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. М.: ИздАт, 2011. 256 с.
23. Крючков В.П., Кочетков О.А., Цовьянов А.Г., Симаков А.В., Кухта Б.А., Панфилов А.П., Тимофеев Л.В., Мазурик В.К., Голованов И.А., Чижов К.А. Авария на ЧАЭС: дозы облучения участников ЛПА, аварийный контроль, ретроспективная оценка. М., 2011. 280 с.
24. Николаев В.А. Твердотельные трековые детекторы в радиационных исследованиях. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2012. 283 с.

Литература (продолжение)

25. Рубцов В.И., Клочков В.Н., Требухин А.Б., Нефедов А.Ю., Клочкова Е.В., Нурлыбаев К.Н., Мартынюк Ю.Н., Медведев Л.Л. Контроль эквивалентной дозы облучения хрусталика глаза и оценка возможности ее снижения. АНРИ №3(74), 2013. С. 32-37.
26. 45B/349A/CDV IEC 61582-1. In Vivo Counters-Part 1: General requirements and installed systems-classification, general requirements and test procedures, 2004.
27. Стандарт МЭК «Системы термолюминесцентной дозиметрии, используемые для индивидуального дозиметрического контроля и контроля окружающей среды» (IEC 61066: 2006). Пер. с англ. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2008, 67 с.
28. 45B IEC 61526: Radiation protection instrumentation – Measurement of personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ for X-, gamma-, neutron- and beta-radiation – Direct reading personal dose equivalent meters and monitors and personal warning devices.
29. Батухтина О.И., Суровцев А.М., Камелин С.В. Автоматизированный комплекс индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-401. Проблемы регистрации доз ионизирующего излучения в коже и хрусталике глаза. Ядерные измерительно-информационные технологии, 2011, №4(40). С. 58 -61.
30. Кутьков В.А. Эволюция системы обеспечения радиационной безопасности в свете новых рекомендаций МКРЗ и МАГАТЭ. АНРИ №1(48), 2007, с.2-24.
31. Кочетков О.А., Кутьков В.А., Панфилов А.П. Методическое обеспечение введения в действие новых Норм радиационной безопасности – в сб. Методическое обеспечение радиационного контроля на предприятии. М.: Министерство Российской Федерации по атомной энергии, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Федеральное управление медико-биологических и экстремальных проблем. Том 1, 2001. С. 4-21.
32. Крамер-Агеев Е.А., Камнев В.А. Противоречие в базовых принципах дозиметрии нейтронов в публикациях МКРЗ 60 и 103. АНРИ №3(74), 2013. С. 19-23.
33. International atomic energy agency, Implications for occupational radiation protection of the new dose limit for the lens of the eye. Interim guidance for use and comment. Draft IAEA TECDOC, IAEA, Vienna, 2013.
34. 45B/681/CD IEC 62387 Ed.1: Radiation protection instrumentation – Passive integrating dosimetry systems for personal and environmental monitoring.
35. 45B/685/CD IEC 61005 Ed.3: Radiation protection instrumentation – Neutron ambient dose equivalent (rate) meters.
36. 45B IEC 62461: Radiation protection instrumentation – Determination of uncertainty.
37. Шишкина Е.А. Терминология, связанная с оценением неопределенности в контексте дозиметрии и радиационной защиты. АНРИ №2(73), 2013. С. 2-13.
38. International atomic energy agency, international labor office, Occupational Radiation Protection. Draft Safety Guide № DS453, IAEA, Vienna, 2013.
39. Поленов Б.В., Фишбейн В.Л. Актуальные задачи радиационного контроля и его приборного обеспечения. Ядерные измерительно-информационные технологии. №1(33), 2010. С. 33-36.
40. Поленов Б.В. О создании новых и модернизации выпускаемых технических средств радиационного контроля. Ядерные измерительно-информационные технологии. №3(39), 2011. С. 28-31.
41. International commission on radiological protection, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations (CD data base), ICRP Publication 107, Ann ICRP Vol.38, № 3, Elsevier, 2008.
42. International commission on radiological protection, Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures, ICRP Publication 116, Ann ICRP Vol.40, № 2-5, Elsevier, 2010.
43. International commission on radiological protection, Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60, ICRP Publication 119, Ann. ICRP Vol.42, № 4, Elsevier, 2013.
44. Food and agriculture organization of the united nations, international atomic energy agency, international labour organization, pan american health organization, world health organization, Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series № GSG-2, IAEA, Vienna, 2011.
45. V.Kutkov, E.Buglova, T.Mckenna. Severe deterministic effects of external exposure and intake of radioactive material: basis for emergency response criteria, J. Radiol. Prot. 31, 2011. С. 237-253.
46. McKenna T., Kutkov V., Vilar Welter P., Dodd B., Buglova E. Default operational intervention levels (OILs) for severe nuclear power plant or spent fuel pool emergencies. Health Phys. 104, 2013. С. 459-470.
47. International atomic energy agency, Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, Emergency Preparedness and Response Series EPR-NPP Public Protective Actions, IAEA, Vienna, 2013.
48. International atomic energy agency, international labor office, Justification of Practices. Draft Safety Guide № DS459, IAEA, Vienna, 2013.

Литература (продолжение)

49. Food and agriculture organization of the united nations, International atomic energy agency, International labour organization, Oecd nuclear energy agency, Pan american health organization, United nations office for the coordination of humanitarian affairs, World health organization, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Requirements Part 7, Draft DS457, IAEA, Vienna, 2013.
50. International commission on radiological protection, Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimisation of Radiological Protection: Broadening the Process. ICRP Publication 101, Ann ICRP Vol.36, № 3, Elsevier, 2006.
51. International commission on radiological protection, Scope of Radiological Protection Control Measures, ICRP Publication 104, Ann ICRP Vol.37, № 5, Elsevier, 2007.
52. International commission on radiological protection, Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Longterm Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency, ICRP Publication 111, Ann ICRP Vol.39, № 3, Elsevier, 2009.
53. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к проектированию и эксплуатации атомных электростанций». Утверждены Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31 марта 2010 г. № 39.
54. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03). СанПиН 2.6.1. 24-03. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2003.
55. Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности». Утверждены Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 22 декабря 2012 г. № 213.
56. Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия». Утвержден Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 22 декабря 2012 г. № 213.
57. Кутьков В.А., Ткаченко В.В., Романцов В.П. Радиационная защита персонала организаций атомной отрасли. Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э Баумана, 2011. 400 с.

Actual Problems of the Dose Monitoring on the Contemporary Stage

Kochetkov Oleg (FMBC by name A.I.Burnazian, Moscow),
Kutjikov Vladimir (FGBI «SRC Kurchatov institute», IAEA, Moscow), Nurlbaev Kubeyzin (SIE «Doza», Moscow), Panfilov Alexander (GC «Rosatom», Moscow), Polenov Boris (JSC «SNIIP», MEFPh, Moscow)

Abstract. The article considers analysis modern situation of the radiation safety, normative, method and instruments ensuring of the dose monitoring. Define actual problems their improving at the contemporary stage especially after issue new international Publications and Standards, radiation accident of the Japan NPP Fukushima-1.

Key words: nuclear energetic, nuclear power plants, radiation safety, dose monitoring, personnel, dose, exposure, instruments ensuring.

О.А.Кочетков (к.т.н., с.н.с., нач.лаб.) – ФГБУ «ГНЦ РФ ФМБЦ им.А.И.Бурназяна» ФМБА России, г.Москва;
В.А.Кутьков (к.ф.-м.н., нач.лаб.) – ФГБУ «НИЦ Курчатовский институт», г.Москва;

К.Н.Нурлыбаев (к.т.н., г.н.с.) – НПП «Доза», г.Зеленоград;

А.П.Панфилов (к.т.н., нач.отд.) – ГК «Росатом», г.Москва;

Б.В.Поленов (профес., д.т.н., в.н.с.) – ОАО «СНИИП», НИЯУ МИФИ, г.Москва.

Контакты: тел.: +7 (495) 777-84-85; e-mail: kubesh@doza.ru.