

Решение семинара ГК «Росатом» по радиационной безопасности о международных стандартах

Обсуждается решение семинара Госкорпорации «Росатом» по радиационной безопасности в части, касающейся проблем гармонизации национальных и международных стандартов на технические средства радиационного контроля, в связи с расширением экспортных поставок для АЭС и радиационных технологий.

Ключевые слова:

международные стандарты, приборы радиационной защиты, ГК «Росатом».

Б.М.Гаврилов

(ЧУ «Атомстандарт», г. Москва)

К.Нурлыбаев, Ю.Н.Мартынюк

(НПП «Доза», г. Зеленоград)

В мае 2018 г. в Новосибирске под руководством Генерального инспектора С.А. Адамчика прошел отраслевой научно-практический семинар Госкорпорации «Росатом» «Радиационная безопасность и охрана окружающей среды в атомной отрасли».

В работе семинара приняли участие 150 участников из 70 организаций, было представлено около 50 докладов. В докладах по радиационной безопасности (РБ), кроме традиционных обзоров состояния РБ в отрасли, обсуждения проблем подготовки кадров в области обеспечения РБ и обеспечения персонала средствами индивидуальной защиты (СИЗ), рассматривался вопрос состояния требований современной нормативной базы к техническим средствам радиационного контроля [1].

Современные требования к техническим средствам радиационного контроля

Одним из основных стратегических направлений развития ГК «Росатом» является расширение экспорта АЭС и ядерных технологий. По данным издания *AtomWeek* [2], «Росатом» сегодня имеет заключенные контракты на строительство 35 реакторов в 11 странах мира на сумму около 300 миллиардов долларов.

Обязательным требованием для экспортных контрактов является соответствие технических средств систем радиационного контроля, АСУТП, программного обеспечения и самих предприятий-изготовителей требованиям международных стандартов. Вместе с тем тот факт, что современная отечественная нормативная база и система стандартов не соответствуют международным требованиям, является серьезным препятствием для продвижения продукции ГК «Росатом» на внешний рынок. Предприятия отрасли выпускают одно и то же оборудование в различных исполнениях для внутреннего рынка и на экспорт, проводят двойной объем испытаний, зачастую вынуждены перестраивать производство.

В докладах семинара была отмечена актуальность этой проблемы и прозвуча-

ло предложение разработать национальные стандарты, гармонизированные с международными, что позволит выпускать приборы радиационного контроля, соответствующие как отечественным, так и международным стандартам.

Реализация этого предложения позволила бы существенно упростить и удешевить сертификацию предприятий и оборудования для зарубежных поставок, упростить выход отечественных производителей на внешний рынок.

В результате обсуждения представленных докладов, сообщений и предложений участники семинара приняли ряд решений, среди которых присутствует поручение Генеральной инспекции Госкорпорации Росатом в области обеспечения радиационной безопасности: «включить в план работы Совета по методическому обеспечению радиационной безопасности Госкорпорации «Росатом» обсуждение вопроса о подготовке проекта перечня национальных и отраслевых стандартов, устанавливающих требования к приборам радиационного контроля, гармонизированные с международными стандартами Международной электротехнической комиссии (МЭК) и Международной организации по стандартизации (ИСО)

для включения в программу стандартизации Госкорпорации «Росатом».

В первую очередь, необходима разработка национальных стандартов:

- «Приборы радиационного контроля. Общие положения»;
- «Приборы радиационного контроля. Термины и определения»;
- «Приборы радиационного контроля. Обработка результатов измерений».

Требования к техническим средствам радиационного контроля в национальных стандартах РФ

Требования к техническим характеристикам приборов радиационной защиты предъявляются в стандартах, а оценка соответствия приборов радиационной защиты требованиям стандартов должна удостоверяться испытаниями и экспертизой результатов испытаний.

Общая логическая схема установления соответствия изделия стандартам выглядит так:

1. Стандарт декларирует параметры, контроль которых обязателен для изделий данного типа.
2. Стандарт определяет допустимые диапазоны этих параметров.
3. Стандарт определяет виды и методы испытаний.

4. Стандарт определяет критерии соответствия результатов испытаний требованиям.

Для примера рассмотрим требования ГОСТов, применяемых в области измерения ионизирующих излучений:

- ГОСТ 27451-87. Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия;
- ГОСТ 25935-83. Приборы дозиметрические. Методы измерения основных параметров;
- ГОСТ 29074-91. Аппаратура контроля радиационной обстановки. Общие требования;
- ГОСТ Р МЭК 1066-93. Системы дозиметрические термолюминесцентные для индивидуального контроля и мониторинга окружающей среды. Общие технические требования и методы испытаний;
- ГОСТ 21496-89. Средства измерений объемной активности радионуклидов в газе. Общие технические требования и методы испытаний;
- ГОСТ 17209-89. Средства измерений объемной активности радионуклидов в жидкости. Общие технические требования и методы испытаний;
- ГОСТ 17225-85. Радиометры загрязненности поверхностей альфа- и бета-активными веществами. Общие

технические требования и методы испытаний;

- ГОСТ Р 51635-2000. Мониторы радиационные ядерных материалов. Общие технические условия.

На примере указанных стандартов можно увидеть проблемы национальных стандартов в целом.

Например, одним из основных параметров дозиметров является диапазон измерения. В ГОСТ 27451-87 никаких требований к диапазонам измерений дозиметров не содержится. В ГОСТ 29074-91 приводится требование к диапазону измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД) фотонного излучения от $4 \cdot 10^{-7}$ до $4 \cdot 10^{-4}$ Зв/ч; кроме того, в примечаниях указан диапазон энергии фотонного излучения от 0,02 до 3,0 МэВ; другие требования к дозиметрам в данном документе отсутствуют.

Отметим, что указанный диапазон измерения МЭД дан без обоснования, не приведены методы испытания для проверки соответствия дозиметров приведенным требованиям, не даны критерии соответствия.

Примерно такая же ситуация с диапазоном энергии от 0,02 до 3,0 МэВ, не приведены методы испытания для проверки на соответствие данному требованию и нет ссылки на стандарт ИСО 4037

[3] о возможности получения фотонов соответствующих энергий.

В ГОСТ 27451-87 приведены следующие требования к техническим характеристикам приборов:

«2.6.1.3. Анизотропия дозиметрических средств измерений должна быть нормирована и представлена в виде графика, таблицы, номограммы. Анизотропия радиометрических средств измерений нормируется по требованию заказчика.

2.6.1.4. Энергетическая зависимость средств измерений должна быть в пределах, указанных в табл.2».

А в табл.2 указаны следующие требования: «Энергетическая зависимость дозиметрических средств измерений гамма- и рентгеновского излучений должна быть в пределах $\pm 25\%$ в диапазоне энергий 0,06–0,66 МэВ, и в пределах от +200% до –25% в диапазоне энергий 0,66–8,00 МэВ.

Требования по анизотропии чувствительности в ГОСТ 27451-87 отсутствуют, для энергетической зависимости чувствительности отсутствуют какие-либо комментарии или пояснения к тому, почему предъявлены такие требования и в таких диапазонах энергии. Национальные стандарты не отличают собственную погрешность прибо-

ров радиационной защиты и неопределенность результата измерений, полученного с помощью данного прибора.

Отсутствие национальных стандартов с официальными требованиями к техническим характеристикам дозиметров приводит к недоразумениям в конкурсах на закупки дозиметров Госкорпорации «Росатом». Организаторы в конкурсной документации указывают технические требования, в лучшем случае исходя из соображений целесообразности, которая заключается в том, что, например, дозиметры для автоматизированных систем контроля радиационной обстановки (АСКРО) должны измерять низкие мощности дозы от 0,01 мкЗв/ч, а дозиметры для автоматизированных систем радиационного контроля атомных станций (АСРК АЭС) должны измерять высокие мощности дозы до 100 Зв/ч. При этом никого не смущает тот факт, что значение среднего радиационного фона на территории России – 0,1 мкЗв/ч, а значение «среднелетальной дозы 50/30–60» для человека – от 2,2 до 4 Гр (Зв). Это означает, что 50% людей, получивших такую дозу, умирает в течение 30–60 дней.

Вышеуказанное говорит о том, что персонал, связанный с конкурсами, не знает того,

что собой представляет такой параметр дозиметра гамма-излучения, как диапазон измерения, и какие принципиальные ограничения существуют для этого параметра.

Если обратить внимание на годы выпуска вышеприведенных ГОСТов, видно, что они разрабатывались 30–40 лет назад. Стандарты РФ по приборам радиационного контроля неполны и устарели, в них предъявлены общие требования, распространяющиеся на все типы приборов, отсутствуют требования к специфическим характеристикам для конкретных типов приборов и методы испытаний на соответствие предъявляемым требованиям. Главная же проблема ГОСТов состоит в том, что требования, приведенные в них, не соответствуют требованиям международных стандартов.

Международная стандартизация

Международная стандартизация подразумевает под собой деятельность международных организаций по стандартизации, результатом которой является разработка и публикация международных стандартов, руководств, рекомендаций, технических отчетов и другой научно-технической продукции.

На сегодняшний день международные стандар-

ты разрабатываются такими организациями как Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization) – ИСО (ISO) и Международная электротехническая комиссия (International Electrotechnical Commission) – МЭК (IEC).

Благодаря многоступенчатой процедуре разработки и участию в обсуждении международных экспертов, в данных стандартах отражен мировой опыт разработки и эксплуатации приборов радиационной защиты.

Стандартизация является существенным аспектом европейской экономической политики, и применение международных стандартов в экономике европейских стран растет. Например, в экономике Великобритании присутствует следующее изменение соотношения применения международных и национальных стандартов:

- 1983 г.: стандарты ИСО, МЭК – 11 %; стандарты Великобритании – 89 %;
- 2000 г.: стандарты ИСО, МЭК – 93 %; стандарты Великобритании – 7 % [4].

Международная организация по стандартизации, ИСО

ИСО была основана в 1947 году и с тех пор опубликовала более 21000 междуна-

родных стандартов, которые распространяются почти на все аспекты технологии и бизнеса. Официальные языки ИСО – английский, французский и русский.

Непосредственную работу по созданию международных стандартов ведут технические комитеты, подкомитеты и рабочие группы по конкретным направлениям деятельности, состоящие из экспертов соответствующей отрасли, а также из представителей потребительских ассоциаций, научных кругов, неправительственных организаций и правительств.

Разработкой стандартов ИСО в области ионизирующих излучений занимается подкомитет ПК 2 «Защита от радиации» Технического комитета ТК 85 «Ядерная энергия». В метрологии ионизирующих излучений известны стандарты ИСО серии 4037 по эталонным фотонным излучениям [3], серии 6980 по эталонным бета-излучениям [5], серии 8529 по эталонным излучениям нейтронов [6], а также серии 12789 по имитированному нейтронному полю на рабочих местах [7].

Стандарты МЭК по приборам радиационной защиты

МЭК создана в 1906 году. Одна из задач МЭК – стандартизация физических характеристик оборудова-

ния приборостроения, в т. ч. ядерного. Деятельность МЭК сегодня: более 10000 экспертов в более чем 1000 рабочих группах и более 6000 международных стандартов. Официальные языки МЭК – английский, французский и русский.

Технический комитет ТК 45 МЭК «Ядерное приборостроение» имеет подкомитеты: ПК45А «Аппаратура для контроля и управления ядерными объектами» и ПК45В «Приборы радиационной защиты». Стандарты по приборам радиационной защиты разрабатываются ПК45В, а стандарты по программно-техническому комплексу верхнего уровня (ПТК ВУ) автоматизированных систем радиационного контроля – ПК45А.

Структура стандартов МЭК:

- область применения и цель;
- требования к функциональным характеристикам, методы испытаний на соответствие приведенным требованиям, интерпретация результатов испытаний;
- требования к характеристикам окружающей среды, методы испытаний на соответствие приведенным требованиям, интерпретация результатов испытаний;
- требования к характеристикам электромагнитного излучения, методы испытаний на соответствие приведенным требованиям, интерпретация результатов испытаний;

- требования к характеристикам механических помех, методы испытаний на соответствие приведенным требованиям, интерпретация результатов испытаний;
- требования к документации оборудования.

Стандарты МЭК, разработанные в ПК45В, направлены на конкретные приборы, например:

- МЭК 60532, (2010-08), ред. 3.0. Приборы радиационной защиты. Стационарные измерители мощности дозы фотонного излучения с энергией от 50 кэВ до 7 МэВ;
- МЭК 61322 (1994-12). Приборы радиационной защиты. Стационарные измерители мощности эквивалента дозы нейтронного излучения с энергиями от тепловых до 15 МэВ.

В международных стандартах аккумулирован мировой опыт эксплуатации и метрологического обеспечения приборов радиационной защиты. Как видно из приведенной выше структуры стандартов МЭК, в них приведены не только требования к техническим характеристикам приборов, но и методы испытаний на соответствие этим требованиям и алгоритмы интерпретации результатов этих испытаний.

В международных стандартах введены параметры оборудова-

дования, важные с точки зрения обеспечения безопасности и отсутствующие в российских стандартах. Например, в электронных дозиметрах введен параметр «время отклика» как интервал времени от момента, когда значение величины на входе средства измерений скачкообразно изменяется до определенного уровня, до момента, когда соответствующее показание средства измерений достигает конечного значения. Данный параметр ограничивает снизу чувствительность средств измерений и предотвращает переоблучение персонала при резких увеличениях мощности дозы. При отсутствии таких требований многие разработчики дозиметров в РФ применяют в них детекторы небольшой чувствительности, при этом имеют возможность указывать широкий диапазон измерений, подвергая опасности переоблучения персонал предприятий.

Также в международных стандартах для радиометров аэрозолей введен отсутствующий в российских стандартах параметр «перекрестной чувствительности», когда ограничиваются чувствительности альфа-канала радиометров к бета-активности и бета-канала радиометров к альфа-активности. Такие ограничения дают возможность реальной оценки радиационной об-

становки. Блоки, обеспечивающие такие ограничения, являются достаточно дорогими, поэтому предприятия, поставляющие радиометры без таких блоков, имеют конкурентные преимущества в стоимости радиометров и в то же время подвергают опасности внутреннего переоблучения персонал предприятий.

Внедрение требований стандартов МЭК в национальные стандарты приведет:

- к повышению ядерной и радиационной безопасности российской атомной энергетики;
- к повышению качества технических требований в конкурсах по закупке приборов радиационной защиты;
- к снижению рисков при экспорте ядерных технологий, связанных с несоответствием российских приборов радиационной защиты международным требованиям;
- к повышению конкурентоспособности российских приборов радиационной защиты на международном рынке.

Проблемы внедрения требований международных стандартов в российскую практику

В 1998 г. Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ) и Международная комиссия по радиологической

защите (МКРЗ) выпустили документы (доклад 57 [8] и публикацию 74 [9] соответственно), которыми ввели в дозиметрическую практику новые величины. С тех пор международными организациями по стандартизации, Международной электротехнической комиссией (МЭК) и Международной организацией по стандартизации (ИСО) разработано около 100 стандартов, связанных с измерениями этих величин.

Тематика стандартов

Существенным отличием отечественных и международных стандартов является их тематика. Отечественная стандартизация спускается «сверху вниз» и направлена на стандартизацию систем радиационного контроля и контроля радиационной обстановки без учета того, что все эти системы состоят из приборов радиационной защиты, требования на которые отсутствуют. Между тем международные стандарты охватывают широкий диапазон средств и методов измерений, включая дозиметры гамма-, рентгеновского, бета- и нейтронного излучения, радиометры аэрозолей, газов и поверхностей оборудования, спецодежды персонала и оборудование контроля газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов.

Термины и определения

Одной из самых острых проблем внедрения требований международных стандартов в национальные стандарты в области приборов радиационного контроля является различие в терминологии, применяемой в этих системах стандартизации. В настоящее время термины и определения, соответствующие терминам и определениям доклада 57 МКРЕ и публикации 74 МКРЗ, только частично присутствуют в единственном документе: МУ 2.6.5.028-2016. Методические указания «Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения в условиях планируемого облучения. Общие требования» [10].

В международных стандартах, кроме терминов МКРЕ и МКРЗ, используются также термины и определения из разных разделов стандарта МЭК 60050 Международный электротехнический словарь, главным из которых является раздел «Ядерная аппаратура»: физические явления, основные понятия, инструменты, системы, оборудование и детекторы [11]. Термины и определения также должны быть взяты и из секции других разделов стандарта: «Величины и единицы», «Измерения. Общие

термины, относящиеся к измерениям», «Радиология и радиологическая физика».

Следующей задачей является перевод термина и его определения на русский язык. Несмотря на то, что одним из официальных языков МЭК является русский, в вышеуказанном стандарте отсутствуют не только определения, но и сами термины на русском языке, при том, что они есть на всех значимых языках планеты, включая арабский, немецкий, итальянский, корейский, японский, польский и т. д. При этом определение не должно выглядеть как из Google-переводчика, а должно быть понятным, научно-технически безупречным и опираться на другие определения стандарта.

Обработка результатов измерений

В России, как и в мировой практике, до 1990 года при оценке достоверности произведенного измерения использовались погрешности. В 1978–1990 гг. под эгидой Международного бюро мер и весов (МБМВ), МЭК, ИСО и Международной организации по законодательной метрологии (МОЗМ) было разработано «Руководство по вычислению неопределенности в измерении» («Guide to the expression of uncertainty in measurement») [12,13], в

котором было введено понятие «неопределенность измерений» и способы ее оценки. Основным положением данного Руководства является то, что результатом измерения величины является измеренное значение данной величины и значение его неопределенности.

«Руководство по выражению неопределенности измерения» (GUM) является руководством, содержащим общие подходы к выражению неопределенности, требующие конкретизации применительно к измерениям ионизирующих излучений. Хотя «Руководство» и часто используется специалистами, отвечающими за проведение международных калибровок, необходимо отметить отсутствие опыта применения данного Руководства в отношении радиационного контроля и дозиметрии.

Нельзя обходить вниманием тот факт, что для вычисления неопределенности требуется намного больше усилий, чем для проведения самих измерений. В то же время процесс вычисления неопределенности обеспечивает не только численное значение неопределенности, но и обеспечивает наилучшую оценку измеряемой величины, которая может отличаться от показания прибора. Таким образом, расчет неопреде-

ленности улучшает качество измерения.

Необходим стандарт, регламентирующий применение анализа неопределенности к измерениям, на которые распространяются стандарты МЭК, подготовленные подкомитетом МЭК 45В «Приборы радиационной защиты».

Решение проблемы внедрения требований международных стандартов в российскую практику

Таким образом, фраза в Решении семинара: «В первую очередь необходима разработка национальных стандартов: «Приборы радиационного контроля. Общие положения», «Приборы радиационного контроля. Термины и определения», «Приборы радиационного контроля. Обработка результатов измерений»» прямо связана с решением проблемы внедрения требований международных стандартов в российскую практику

Вышеуказанные стандарты должны быть разработаны взамен стандартов:

- ГОСТ 4.59-79. Система показателей качества продукции (СПКП). Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей.
- ГОСТ 28271-89. Приборы радиометрические и дозиметрические. Общие технические требования и методы испытаний.
- ГОСТ 27451-87. Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия.

Предлагаемые к разработке стандарты являются «основополагающими стандартами», на которых будут основаны стандарты по конкретным видам средств измерений, их характеристикам и методам испытаний (такие стандарты далее для краткости называются «частными стандартами»).

Предполагается разработка «частных стандартов» методом «смены обложек»

– перевода соответствующего международного стандарта с применением утвержденных в основополагающих стандартах терминов и определений.

Заключение

Для успешной реализации планов экспортных поставок АЭС и ядерных технологий ГК «Росатом» необходимо кардинально перестроить российскую систему стандартов в области приборов радиационного контроля и радиационной безопасности. Наиболее эффективный путь – формирование отечественной системы стандартов на основе международных стандартов, в первую очередь, стандартов МЭК. На первом этапе необходимо создать стандарты, касающиеся общих положений, терминологии и методологии для формирования единой понятийной базы, на основе которой будет построена система стандартов, гармонизированная с международной системой.

Литература

1. Решение отраслевого научно-практического семинара Госкорпорации «Росатом». «Радиационная безопасность и охрана окружающей среды в атомной отрасли», 21–25 мая, 2018. Новосибирск. Утв. Генеральным инспектором Госкорпорации «Росатом» С.А.Адамчиком 26.06.2018.
2. Еженедельник *AtomWeek*, no. 39, 30.07.2018. С. 2.
3. ISO 4037, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy*, Part 1: 1996, Part 2: 1997, Part 3: 1999, Part 4: 2004.
4. Стандартизация в области использования атомной энергии. М.: Госкорпорация «Росатом», 2016.

5. ISO 6980, *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation*, Part 1: 2006, Part 2: 2004, Part 3: 2006.
6. ISO 8529, *Reference neutron radiations*, Part 1: 2001, Part 2: 2000, Part 3: 1998.
7. ISO 12789-1, -2, *Reference radiation fields – Simulated workplace neutron fields*, 2008.
8. ICRU Report no. 57. Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation, ICRU, Bethesda, MD, 1998.
9. ICRP Publication no. 74. Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation, ICRP, Pergamon Press, Oxford, 1997.
10. МУ 2.6.5.028-2016. Методические указания. Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организаций контроля профессионального облучения в условиях планируемого облучения. Общие требования. Федеральное медико-биологическое агентство, 2016.
11. IEC 60050-395:2014 Edition 1.0. *International Electrotechnical Vocabulary – Part 395: Nuclear instrumentation: Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors*, 2014-03-31.
12. Руководство по выражению неопределенности измерения. С.-Пб.: ГП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева», 1999.
13. GUM: *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, International Organization for Standardization*, Geneva, 1995.

On Decision of the Rosatom's Workshop «Radiation Safety and Environmental Protection in the Nuclear Industry»

Gavrilov Boris (CHU Atomstandard, Moscow, Russia)
Nurlybaev Kubeisin, Martyniuk Yuri (SPC Doza, Zelenograd, Russia)

Abstract. The discussion is presented of the decision of the Rosatom's workshop that relate to development of corporate standards of the ROSATOM State Corporation on radiation monitoring devices with requirements harmonized with international standards. Advantages of international standards and ways of solving the problems of implementing the requirements of international standards in the Russian practice are discussed.

Key words: *international standards, radiation protection devices, Rosatom.*

Б.М.Гаврилов (к.т.н., гл.эксп.) – ЧУ «Атомстандарт», г. Москва;

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

Ю.Н.Мартынюк (к.ф.-м.н., гл.констр.) – НПП «Доза», г. Зеленоград.

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