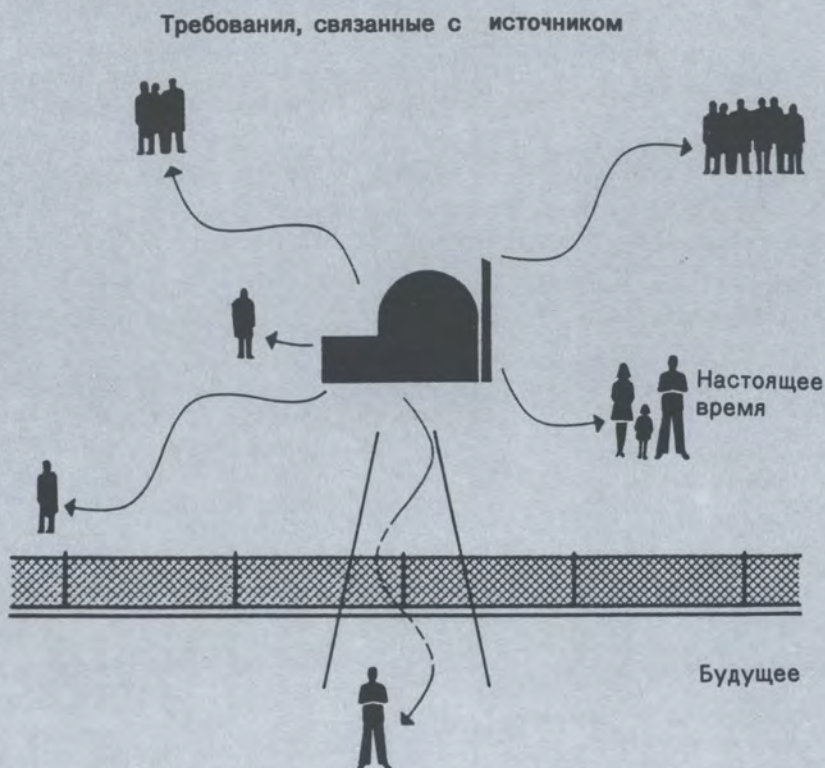


Основные нормы безопасности по радиационной защите МАГАТЭ обеспечивают достаточный уровень индивидуальной защиты через связанные с отдельными лицами требования, которые устанавливают, что облучение отдельных лиц контролируруемыми источниками или в результате контролируемой деятельности не должно превышать установленные Нормами пределы доз. Полная индивидуальная доза должна определяться без учета естественного фоновой излучения и медицинского облучения. Если возможно облучение от нескольких источников, то должны быть установлены *верхние границы источников*, представляющие собой долю от пределов доз отдельных источников облучения.



Нормы предусматривают дополнительную защиту через связанные с источником требования, которые устанавливают *оправданность деятельности* с использованием источника и *оптимизацию радиационной защиты*, которая должна применяться с этим источником. Это учитывает сумму всех доз, даже малых, от источника, независимо от места и времени облучения



Радиационная защита и ядерная энергия

Обзор конференции МАГАТЭ в Сиднее, Австралия

Ф.Н. Флакус

Вопреки ожиданиям оживленные и полезные дискуссии характеризовали конференцию МАГАТЭ по радиационной защите в области ядерной энергии, которая проходила в апреле 1988 г. К их числу относятся сессии, посвященные взаимосвязи ядерной безопасности и радиационной защиты, эволюции принципов радиационной защиты, правилам освобождения от контроля, опыту ликвидации последствий аварий (Чернобыль, Гояния), и, в частности, специальная сессия по практическому значению линейной зависимости доза-эффект. В центре внимания всех сессий находилась проблема улучшения контактов между экспертами и широкими кругами общественности. В данной статье кратко изложены основные вопросы, обсуждавшиеся на некоторых сессиях, начиная с зависимости доза-эффект и ее значения для ядерной энергии, которой была посвящена специальная сессия.

Зависимость доза-эффект

Гипотеза линейной зависимости доза-эффект, используемая в области радиационной защиты, имеет далеко идущие последствия, поэтому растет число стран, в которых ведутся оживленные дискуссии по данному вопросу. Для более точной оценки зависимости доза-эффект, а также проблем, связанных с практическим применением этой теории, в научную программу конференции была дополнительно включена специальная сессия.

Дискуссии были сосредоточены, в основном, на практическом значении существующей теории зависимости доза-эффект, а не на ее научной обоснованности.

Предыстория. На сессии отмечалось, что теория линейной беспороговой зависимости доза-эффект явилась результатом длительного эволюционного процесса, а не была разработана радиобиологами на начальном этапе развития радиационной защиты. Если поражение ткани обусловлено гибелью многих клеток (нестохастические эффекты), то эффекты, которые зависят от трансформации одной клетки, носили и продолжают носить вероятностный характер (стохастические эффекты). Доза облучения человека никогда не равняется нулю. В результате воздействия естественного фоновой излучения в

организме человека среднего возраста накапливается доза порядка 70–100 мЗв (7–10 бэр). В определенном возрасте общий риск пропорционален сумме „фоновой дозы” и всех дополнительных доз, полученных от других источников излучения. Увеличение дозы и риска носит линейный характер. Аддитивность доз облучения делает осуществление радиационной защиты практически возможным. В этом смысле линейный характер зависимости является почти необходимостью для практической радиационной защиты.

Практические проблемы. Отмечалось, что вероятность сама по себе является сложной величиной и что при проведении оценки безопасности станции используются три четких математически различных типа вероятности: статистические величины (надежность компонентов), логические выводы (например, деревья событий и отказов) и качественные оценки (например, экспертная оценка). Для понимания поведения станции одновременно используются все эти три компонента. Кроме того, учитывается вероятностный характер изменения погоды и зависимости доза-эффект. Когда подходит очередь оценки риска, концепция вероятности предстает довольно запутанной, что приводит к неправильной интерпретации. Было высказано предложение о необходимости поиска альтернативных атрибутов для описания последствий аварии.

В отличие от проблем, возникающих в области „низкая вероятность – серьезные последствия”, другие факторы связаны с трудностями, с которыми сталкиваются в области „высокая вероятность – незначительные последствия”, в данном случае имеется в виду освобождение от контроля со стороны регулирующих органов. На конференции неоднократно подчеркивалась важность достижения международного консенсуса. (См. статью, посвященную этому вопросу в данном выпуске Бюллетеня).

Кроме того, были приведены примеры многочисленных мер, принимаемых для уменьшения коллективной (население) и индивидуальной (персонал) дозы облучения благодаря усовершенствованиям в конструкции станций и в планировании их эксплуатации, а также убедительные доводы в пользу уменьшения доз. Однако, что следует предпринять в случае увеличения доз облучения персонала в результате уменьшения доз облучения населения или уменьшения доз облучения персонала в результате увеличения „обычного” риска?

Мероприятия по снижению риска, считающегося незначительным, приводят к неоправданно высоким

Г-н Флакус – старший штатный сотрудник Секции радиационной защиты Отдела ядерной безопасности МАГАТЭ.

расходам; а ведь эти фонды могли бы быть более разумно использованы для спасения жизни людей.

Для признания некоторых вещей необязательно, чтобы степень риска равнялась нулю. В повседневной жизни мы можем сталкиваться со значительным риском и принимать его. Существует значительный риск попасть под автомобиль, и, тем не менее, мы ходим по улицам. Такой риск хорошо известен статистикам — это гораздо более простой метод, чем те, что используются в радиационной защите. Основной вопрос — это обеспокоенность законодательных органов. В жизни существует много видов беспорогового риска. Но принцип ALARA с точки зрения такой обеспокоенности занимает особое место*. Создается неправильное впечатление, что беспороговый риск является чем-то новым в технике и технологии, хотя многое в нашей жизни связано с беспороговым риском. Однако существуют пределы, которые определяют наши действия.

Связь с общественностью. Основной причиной возникновения неоправданного страха перед радиацией, так называемой „радиофобии“, является использование неправильной терминологии. Очень часто можно услышать такие аксиомы, как, например, „у радиации нет безопасных уровней“. Слово „риск“, используемое в качестве технического термина для количественного выражения и определения степени вероятности маловероятного события, подразумевает „непосредственную опасность“. Существуют более подходящие альтернативные синонимы слова „риск“. Почему не „безопасность“? В жизни нет ничего абсолютно безопасного, однако некоторые вещи могут быть в высшей мере безопасными. Факт наличия риска не означает недостаточную безопасность. Сообщество специалистов по радиационной защите обязано начать диалог, который приведет к лучшему пониманию радиации.

Ядерная безопасность и радиационная защита

Обсуждению взаимосвязи проблем ядерной безопасности и радиационной защиты была посвящена значительная часть работы конференции; ей придавалось большое значение, учитывая явно недостаточные контакты между инженерами и специалистами по радиационной защите. Особенно четко это проявилось при обсуждении технических вопросов.

В одном из докладов обсуждались критерии прогнозируемых ситуаций. К их числу относятся случаи радиационного воздействия, о которых можно говорить с полной определенностью, случаи радиационного воздействия, происходящие с определенной степенью вероятности, и непрогнозируемые ситуации, включающие непредвиденное радиационное облучение. В данном докладе проводился анализ вопросов политики, с которыми сообщество специалистов по радиационной безопасности столкнется в ближайшие годы. Целью политики в области радиационной безопасности,

* Принцип ALARA означает максимальное практически достижимое снижение дозы облучения с учетом социальных и экономических факторов.

которая в течение многих лет разрабатывалась Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ), является защита людей от вредного воздействия ионизирующего излучения с одновременным разрешением необходимой деятельности, которая может привести к радиационному облучению. Эта политика носит ограниченный характер, так как она связана только с прогнозируемыми ситуациями, а не со всем диапазоном ситуаций. Для полного претворения в жизнь принципов радиационной безопасности необходимо предпринять дополнительные меры. Такие меры выходят за рамки МКРЗ и требуют участия национальных и региональных организаций, отвечающих за радиационную безопасность.

По имеющимся оценкам в мире действуют 2600 норм радиационной защиты, и только 10% из них являются международными. Однако роль международных норм возрастает, поэтому требуется предпринять усилия по их дальнейшему согласованию, принимая во внимание роль таких норм как инструмента передачи технологии.

Кроме того, на этой сессии обсуждались общие принципы оценки безопасности захоронения радиоактивных отходов, вопросы, связанные с оптимизацией и перспективными аспектами, и значение низковероятностных событий. Был сделан вывод о том, что параллельное применение нескольких подходов является наиболее подходящим для преодоления трудностей, связанных с проведением оценок долгосрочного воздействия на окружающую среду низковероятностных событий.

Принципы радиационной безопасности

В марте 1986 г. в результате совместных усилий комитетов по дозиметрическим оценкам США и Японии была разработана новая дозиметрическая система (DS86) для измерения радиации атомной бомбы. Данная система была использована Исследовательским центром радиационного воздействия для пересчета индивидуальных доз облучения людей, переживших атомную бомбардировку, которые до этого рассчитывались с помощью опытной дозиметрической системы (T65D), разработанной в 1965 г. Проводится повторный анализ данных о состоянии здоровья людей, переживших атомную бомбардировку, для чего используются новые значения доз. Были представлены результаты, полученные к настоящему времени, однако при этом было отмечено, что США и Япония продолжают совместную переоценку доз в целях устранения оставшихся неопределенностей или несоответствий новых дозиметрических данных. Однако конференция не смогла ответить на вопрос о практическом значении этих результатов.

На конференции получила поддержку идея объединения наборов данных о заболевании раком персонала ядерной промышленности в целях оказания помощи в проведении оценки риска заболевания раком при небольших дозах и мощностях дозы. Однако здесь возникают значительные трудности, связанные с проведением сравнений. Метаболическая кинетика эндогенных радиозащитных препаратов играет важную роль в объяснении линейно-квадратической зависимости доза-эффект,

которая наблюдалась при проведении экспериментов. Начались экспериментальные исследования с целью подтверждения исключительной радиочувствительности нейронов человека к линейным передачам энергии излучения низкой интенсивности (LET) и относительной биологической эффективности типичного источника альфа-излучения. Современные радиозоологические и антропологические исследования радиоактивности загрязнения плутонием в Маралинге, Южная Австралия, показали, что концепции, используемые для разработки критериев радиационной защиты (основанные на образе жизни городских жителей), могут привести к недооценке облучения кочевых племен аборигенов в силу их совершенно иного образа жизни.

Регулирование вопросов радиационной защиты

Были сделаны сообщения о практике регулирования радиационной защиты в восьми странах, которые охватили широкий спектр вопросов. Была высказана поддержка опыту успешного сосредоточения функций регулирующего контроля в области ядерной безопасности и радиационной защиты в рамках одной организации. В целом основной акцент был сделан на вопросах, возникающих в ходе пересмотра правил и норм радиационной защиты.

В центре внимания дискуссий находился вопрос освобождения того или иного вида деятельности от контроля со стороны регулирующих органов. Фактически все природные материалы, встречающиеся в окружающей человека среде, в какой-то степени радиоактивны. Учитывая широкую распространенность естественной радиоактивности и связанный с ней низкий уровень риска для человека, был поднят вопрос об уровне риска, при котором общество должно проявлять озабоченность по поводу наличия радиоактивных материалов в окружающей среде. Были сообщены результаты и рекомендации исследования, которое проводилось в целях определения минимальных уровней доз, основанных на приемлемости риска. В течение последних двух лет в рамках международного сообщества состоялись различные дискуссии, направленные на достижение консенсуса относительно принципов освобождения источников излучения и некоторых видов деятельности от контроля со стороны регулирующих органов. Было дано описание этих международных мероприятий, однако стало ясно, что в этой области необходимо продолжать работу. (См. статью, посвященную этому вопросу в данном выпуске Бюллетеня).

Радиационная защита персонала

Были обсуждены проблемы облучения персонала на установках ядерного топливного цикла, например, во время эксплуатации и снятия с эксплуатации АЭС, а также на установках по переработке отработавшего топлива. Однако аналогичное облучение возникает в фосфато- и угледобывающей промышленности и открытом космосе; эти вопросы были также обсуждены.

Был сделан обзор программы МАГАТЭ по техническому сотрудничеству в области радиационной

Организация конференции

По предложению правительства Австралии МАГАТЭ организовало Международную конференцию по радиационной защите в области ядерной энергии, которая проходила в Сиднее, Австралия, с 18 по 22 апреля 1988 г. Конференция стала форумом, где представители международного сообщества обменялись мнениями по принципам радиационной защиты с точки зрения регулирующих органов и практиков, рассмотрели проблемы практического применения принципов радиационной защиты и, где это было возможно, пытались найти общие решения. В роли принимающей организации выступало Министерство добывающей промышленности и энергии. Конференция проходила после 7-го Всемирного конгресса Международной ассоциации по радиационной защите (МАРЗ), который проходил там же. В то время как в центре внимания конгресса МАРЗ стояли практические аспекты осуществления радиационной защиты и было сделано много докладов по защите от неионизирующего излучения, на конференции МАГАТЭ главный акцент был сделан на принципах и критериях радиационной защиты и вопросах политики. Участники обоих совещаний встретились 17 апреля 1988 г. на приеме, совместно организованном правительством Австралии, МАРЗ и МАГАТЭ. На этом приеме была торжественно отмечена 60-я годовщина создания Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ).

В конференции МАГАТЭ приняли участие свыше 320 экспертов из 50 государств-членов и шести международных организаций: МКРЗ, МАРЗ, Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Комиссии европейских сообществ (КЕС), Международной электротехнической комиссии (МЭК), Международной организации стандартизации (ИСО). 27 представителей государств-членов и 4 международных организации представили 82 доклада (включая 8 докладов представителей принимающего государства — Австралии).

Доклады были представлены на 10 научных сессиях, охватывавших следующие вопросы:

- ядерная безопасность и радиационная защита (8 докладов)
- эволюция принципов радиационной защиты (8 докладов)
- регулирование радиационной защиты (13 докладов)
- оптимизация и оказание помощи в принятии решений (12 докладов)
- радиационная защита персонала (9 докладов)
- ограничение радиоактивных выбросов (5 докладов)
- безопасное захоронение радиоактивных отходов (6 докладов)
- радиологическое воздействие ядерных установок (5 докладов)
- аварийное планирование (3 доклада)
- опыт ликвидации последствий аварий (8 докладов).

Кроме того, в программу конференции были включены специальная сессия «Зависимость доза-эффект: ее значение для ядерной энергии» (5 докладов) и пленарное заседание, посвященное «Подготовке и обучению кадров в области радиационной защиты».

С официальным приветствием в адрес конференции выступил министр добывающей промышленности и энергии Австралии Джон Керин; официально конференцию открыл Генеральный директор МАГАТЭ Ханс Бликс. Материалы конференции будут опубликованы МАГАТЭ.

Выдержки из приветственной речи министра добывающей промышленности и энергии Джона Керина

„Вопросы риска для здоровья людей, обусловленного ионизирующим излучением, являются предметом многочисленных дискуссий и серьезной озабоченности во многих странах мира, включая Австралию. Тема данной конференции — радиационная защита в области ядерной энергии — дает возможность проанализировать структуру и характеристики имеющихся систем радиационной защиты. Огромный интерес, проявляемый Австралией к радиационной защите, вытекает из ее статуса производителя урана, государства, подписавшего международные соглашения и взявшего национальные обязательства по использованию ядерных материалов и предупреждению распространения ядерного оружия, а также государства, ведущего научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в ядерной науке и технике. Такая деятельность, между прочим, охватывает как методы радиационной защиты, связанные с долгоживущими радиоактивными элементами, например, уран, торий и радий, с которыми приходится иметь дело в промышленности, добывающей и перерабатывающей радиоактивные руды, так и методы защиты, связанные с некоторыми короткоживущими радиоизотопами, используемыми в ядерной медицине“.

„Австралия располагает 29% дешевых запасов урана в западном мире. И хотя эти ресурсы не играют роли национальных источников энергии, урановая промышленность Австралии удовлетворяет 10% потребностей Запада в уране, поэтому австралийское правительство заинтересовано в обеспечении максимальной радиационной защиты во всей ядерно-энергетической промышленности. Кроме того, Австралийская организация по ядерной науке и технике (ANSTO) производит радиоизотопы, которые используются внутри Австралии и в Тихоокеанском регионе. Эта продукция находит применение в различных областях и, как правило, играет важную роль в промышленности и медицине, например, в оценке ресурсов подземных вод, повышении урожайности продовольственных культур, перекачке материалов по трубопроводам, контроле за загрязнением окружающей среды, медицинской диагностике и терапии“.

„Деятельность МАГАТЭ имеет принципиально важное значение для безопасного использования атомной энергии в мирных целях. МАГАТЭ разрабатывает и принимает нормы безопасности в ядерной

промышленности для защиты здоровья, жизни и собственности. Рекомендации МАГАТЭ в виде сводов положений и руководств по безопасности являются основой для принятия норм радиационной защиты персонала и населения во многих странах мира. МАГАТЭ также отвечает за применение гарантий к ядерным материалам в целях предотвращения их переключения на изготовление ядерного оружия. Кроме того, за последние годы обязанности МАГАТЭ в области ядерной безопасности значительно возросли, что обусловлено ростом ядерно-энергетических программ в мире“.

„Австралия участвует в работе МАГАТЭ с момента его создания. Австралия являлась участником группы 12 государств, которая была создана в 1955 г. для обсуждения проекта устава создававшегося Агентства. После 1956 г. Австралия стала членом Совета управляющих новой организации“.

„Австралия продолжает проявлять большой интерес и участвовать в деятельности МАГАТЭ, содействуя достижению его целей. Например, Австралия оказала помощь в разработке и является участником Конвенции об оперативном оповещении о ядерной аварии и Конвенции о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации. Кроме того, мы принимали активное участие в работе комитетов и рабочих групп МАГАТЭ, созданных для разработки других международно признанных сводов положений, включая Постоянную консультативную группу по безопасной перевозке радиоактивных материалов, которая подготовила для МАГАТЭ регулирующие правила, широко используемые в этой области, а также в работе групп, отвечающих за разработку сводов положений МАГАТЭ по радиационной защите при добыче и обогащении радиоактивных руд и обращении с отходами рудников. Австралия также вносит свой вклад в публикации МАГАТЭ, посвященные исследованиям в области обращения с радиоактивными отходами и вопросам здравоохранения, и участвует в программах Агентства, связанных с профессиональным обучением и безопасностью, концентрацией токсичных элементов в пищевых продуктах. В рамках Регионального соглашения о сотрудничестве МАГАТЭ Австралия оказывает помощь в развитии инфраструктуры системы радиационной защиты в странах азиатско-тихоокеанского региона“.

защиты. Подчеркивалось, что командировки консультативных групп МАГАТЭ по радиационной защите (РАПАТ), и их уже было 30, не являются инспекциями. Они скорее направлены на обсуждение проблем радиационной защиты и оказание помощи в разработке системного подхода к совершенствованию норм радиационной защиты в стране посещения. Эта цель достигается благодаря тщательному планированию программ технического сотрудничества, обучению специалистов по радиационной защите и консультациям относительно создания или усовершенствования законодательной системы.

По вопросу практического дозиметрического контроля за внутренним облучением персонала

были сообщены подробности расчета новых исследовательских уровней на основе результатов биоанализа на содержание наиболее широко используемых радионуклидов.

Обсуждение радиационного воздействия на персонал фосфатодобывающей промышленности и рабочих, имеющих дело с зольной пылью в угольной промышленности, проводилось на основе результатов измерений с помощью термолуминесцентных дозиметров (ТЛД), биоанализа мочи и радиографических методов, а также на основе оценки хромосомных аберраций в крови. Упомянутые результаты указывают на то, что этих рабочих нужно относить к категории персонала, подвергающегося профессиональному облучению. Однако в настоящее время на

эти отрасли промышленности не распространяется законодательство в области радиационной защиты; такие рабочие получают облучение равное 1–10 мЗв в год, а после 2–3 лет непрерывного облучения при уровнях доз равных 20 мЗв в их крови можно обнаружить хромосомные aberrации. Последнее заявление вызвало значительный интерес.

Кроме того, было сделано сообщение о результатах исследований распределения доз у различных категорий рабочих, занятых в ядерной промышленности. Для оценки выполнения регулирующих требований и идентификации областей, в которых могут потребоваться усовершенствования в системе контроля за дозами облучения и в представлении отчетов с данными о дозах облучения, из национальных реестров доз облучения были взяты данные о радиационном воздействии на персонал.

Был представлен обзор деятельности по дозиметрическому контролю персонала установки по переработке ядерного топлива в Селлафилде. Здесь широко используются персональные пробоотборники воздуха (на заводе их имеют свыше 2000 рабочих); в дополнение к этим измерениям используются данные СИЧ и анализа проб мочи.

Кроме того, для оценки распределения радиоактивности в теле человека (в основном в печени и на поверхности костей) были изучены данные анализа около 50 проб локальной аутопсии. Ведется также эпидемиологическое исследование около 7000 бывших и нынешних рабочих завода, включая повторную оценку результатов анализа примерно 250 000 проб мочи.

Ограничение радиоактивных выбросов

Данная сессия началась с обзора ограничений радиоактивных выбросов в странах Европы. Несмотря на наличие общей структуры, практическое применение ограничений зависит от конкретного государства — члена Комиссии европейских сообществ (КЕС). В результате наблюдаются значительные расхождения в практике применения указанных ограничений. Однако в целом все эти государства используют принцип ALARA, но с некоторыми вариациями. Состоялась дискуссия между представителями альтернативных подходов с использованием верхнего предела и принципа ALARA или установления норм выбросов, основанных на самой передовой имеющейся в настоящее время технологии. Принцип ALARA рассматривается как наиболее обоснованный и эффективный подход.

Другие сообщения касались моделей оценки доз, получаемых на исследовательском реакторе и при сбросе в море отходов завода по переработке отработавшего топлива. Были кратко охарактеризованы политика и подход регулирующих органов к проблеме обращения с „хвостами” урановых рудников в одной стране.

Захоронение радиоактивных отходов

На сессии были представлены четыре доклада, посвященные подземным хранилищам радиоактивных отходов, и два доклада, посвященные потенциальному воздействию захоронения радиоактивных

отходов в океане. Была описана международная программа сотрудничества в изучении миграции встречающихся в природе трансурановых элементов и продуктов распада. На первом этапе изучалась миграция элементов в четырех ураносодержащих рудных телах; в течение последующих 3 лет исследование будет сосредоточено на одном рудном теле. Считается, что изучавшиеся условия соответствуют наихудшим условиям в глубоком подземном хранилище. Полученные результаты указывают на то, что за один миллион лет уран мигрирует всего на 80 метров.

Была изложена программа выбора площадок для размещения хранилищ радиоактивных отходов с соответствующими геологическими характеристиками. До 1990 г. в целях получения в 1995 г. лицензии на строительство будут изучены площадки в формациях гранита, глины, соли и глинистых сланцев. (К числу критериев конструкции хранилища относится предельная доза облучения населения равная 1 мЗв/год и приемлемый уровень риска равный 10^{-5} /год). Исследования позволяют предположить, что строительство хранилища будет иметь небольшие радиологические последствия.

Для охлаждения хранилища ядерных отходов была предложена термосифонная система, для функционирования которой необходимо, чтобы проницаемость одного квадратного метра составляла или превышала 10^{-12} м² (что эквивалентно проницаемости плотного песка), а также наличие воды. Такая термосифонная система, по утверждению ее создателей может в два раза уменьшить температуру упаковки с отходами, что в свою очередь уменьшает термическое напряжение. К числу преимуществ этой системы относится отсутствие подвижных частей; кроме того, уменьшается коррозия, а в случае утечки из упаковки некоторые актиниды осядут в контуре термосифонной системы.

Кроме того, были описаны испытания австралийской системы Synroc (синтетический материал). Австралийское общество по ядерной науке и технике (ANSTO) эксплуатирует опытную установку в Лукас Хайтс. Около 3500 тестов на выщелачивание показали, что потеря матрицы эквивалентна скорости эрозии равной примерно 1 мм в 100 лет. Было проведено сравнение хранения отходов в системе Synroc в боросиликатном стекле и в виде твэлов. По некоторым утверждениям, система Synroc превосходит другие системы, а расходы на нее, как ожидается, будут ниже расходов на остекловывание.

В других отчетах отмечалось, что в отличие от заявлений МКРЗ обеспечение защиты человека не обязательно означает адекватную защиту других живых существ. Были представлены дозиметрические модели анализа морских животных, которые указывают на наличие существенных для них мощностей доз. В качестве примера потенциальных проблем с другими животными был приведен случай, когда в течение года тюлень съел три тонны рыбы, пригодной в пищу человека, и результирующая мощность дозы составила 36 мГр/год.

Аварийное планирование

Были сформулированы проблемы, связанные с установлением производственных уровней воздей-

ствия радионуклидов (ПУВР), и в качестве альтернативного решения этой сложной проблемы были предложены „максимально допустимые уровни радиоактивности“. Была обсуждена потребность в международно признанных ПУВР радионуклидов, содержащихся в пищевых продуктах. В 1989 г. будут опубликованы руководящие принципы, предложенные Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО) и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), если с ними согласится комиссия Codex Alimentarius. В результате будет выработан унифицированный подход к защите населения от радиоактивно загрязненных пищевых продуктов.

Было заявлено, что комиссия Codex Alimentarius представляет точку зрения специалистов здравоохранения и фермеров и что в некоторых странах небольшие уровни радиоактивного загрязнения вызывают ненужное беспокойство.

Вопрос универсальных значений производных уровней воздействия радионуклидов, содержащихся, например, в пищевых продуктах, также является одной из проблем в области связи с общественностью. Некоторые выступавшие отметили, что причиной растерянности и беспокойства общественности могут являться различные подходы к решению этой проблемы, принятые в различных странах. Контакты между различными государствами, направленные на разработку общих стратегий в этой области, могут внести значительный вклад в достижение понимания данной проблемы общественностью. Был сделан уместный комментарий, что в случае серьезных намерений установить связь с общественностью необходимо приобрести некоторые навыки общения. На формирование общественного мнения в большей степени влияет восприятие поведения участников публичных дебатов, а не интеллектуальное содержание самих дискуссий. Участники таких дебатов, как правило, в совершенстве владеют техникой общения с аудиторией. Если специалист собирается принять участие в дебатах, он должен научиться тому, как их вести, а не думать, что превосходные научные знания обеспечат триумф.

Опыт ликвидации последствий аварии

Была представлена информативная картина радиологических последствий аварии на Чернобыльской АЭС в Советском Союзе и мер по их ликвидации. Было указано, что эти меры помогли значительно снизить внешнее и внутреннее облучение. К их числу относятся широкомасштабные защитные меры, ранняя эвакуация части населения, профилактика стабильным йодом, разработка временных норм допустимого радиоактивного загрязнения и ограничения потребления в пищу радиоактивно загрязненных пищевых продуктов, а также проведение специальных агротехнических мероприятий. Обеспечение радиационной защиты населения и аварийных команд в пределах 30-километровой зоны на ранней стадии и, что еще более важно, в более поздние периоды времени возможно только при наличии серьезных заранее разработанных предварительных норм облучения. Ими руководствуются те, кто отвечает за принятие решений в сложных и трудных условиях. Кроме того, должна

существовать хорошо развитая инфраструктура, включая действующую сеть радиологического мониторинга окружающей среды, снабженную гамма-спектрометрическими, дозиметрическими и радиометрическими установками.

Были обсуждены организационные, методологические проблемы в связи с контрольно-измерительными приборами. В 30-километровой зоне вокруг поврежденного реактора нужно было измерять мощности дозы, отличавшиеся друг от друга на шесть порядков. Использовалось множество различных приборов, поэтому возникли проблемы, связанные с различными характеристиками и калибровкой. В таких ситуациях требуются простые, надежные переносные приборы. Кроме того, проблему представлял и перенос радиоактивного загрязнения из внутренней зоны в результате передвижения людей.

Было высказано предположение, что доверие к ядерной энергетике будет восстановлено только в том случае, когда оценки риска в других отраслях промышленности будут проводиться так же, как и в ядерной промышленности и когда будет выработана позиция в отношении линейной беспороговой теории, которая характеризовалась как поражение здравого смысла.

В двух докладах содержалось описание системы мониторинга окружающей среды, а также измерения и дозиметрического контроля за йодом-131. Система мониторинга и контроля окружающей среды была создана в конце 50-х – начале 60-х годов для измерения радиоактивных выпадений после испытаний ядерного оружия и была расширена и модернизирована в 70-х годах в связи с развитием ядерной энергетике. После аварии на Чернобыльской АЭС мощность дозы, измеренная в Будапеште с помощью ионной камеры составляла 400 мГр/ч. Было запрещено пить воду из Дуная, а за потреблением молочных продуктов и овощей был установлен контроль. Основным источником кратковременного облучения являлся йод-131. Распределение поступлений радиоактивности в организм человека было лог-нормативным, причем медиана соответствовала 200 Бк. Интересно отметить, что более значительная часть радиоактивности поступала с пищей, а не через дыхательные пути.

Проведение простых измерений для оценки воздействия на здоровье людей было признано непригодным. Сообщения средств массовой информации и расхождения в измерениях усиливали беспокойство населения.

Были приведены данные измерений содержания радиоактивного цезия-137 в организме 42 жителей Вены, полученные с использованием экранированного счетчика излучения человека. Наиболее высокие уровни были отмечены в апреле-мае 1987 г., причем максимальная индивидуальная доза облучения составляла 67 кБк. Другие измерения указывали на более высокие поступления радиоактивности в организм спортсменов и детей, которых можно отнести к группам повышенного риска.

На конференции обсуждался также недавний несчастный случай в Гоянии, Бразилия, связанный с радиотерапевтическим источником цезий-137. Было проверено около 112 000 человек, у 249 из них были обнаружены признаки облучения. Наиболее высокие дозы находились в диапазоне 4–7 Гр. Степень радиоактивного загрязнения и трудные условия, в

Выдержки из выступления Генерального директора МАГАТЭ Ханса Бликса на конференции МАГАТЭ по радиационной защите в области ядерной энергии

В своей речи Генеральный директор МАГАТЭ Ханс Бликс дал высокую оценку деятельности Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), которая в 1988 г. отмечает 60-ю годовщину своего создания.

„В современном мире ответственность за безопасность людей в самых разнообразных областях берут на себя политические органы, прежде всего правительства. В этом контексте можно приветствовать тот факт, что головная международная организация, занимающаяся разработкой научно обоснованных принципов радиационной защиты, не зависит от правительств и состоит исключительно из ученых, представляющих различные государства мира. Поразительно, что в наше время, когда ученых очень часто критикуют за то, что они проникают в секреты жизни и материи, не учитывают возможных последствий, ученые, занимающиеся ионизирующими излучениями не только понимали положительные возможности таких излучений, но и осознавали связанный с ними риск и с самого начала разрабатывали на научной основе принципы радиационной безопасности. Авторитет этого научного сообщества был настолько высок, что его рекомендации в области радиационной защиты получили всемирное признание“.

„Чисто научный и небюрократический характер МКРЗ был и остается ее величайшим достижением, однако он предполагает наличие организаций, отвечающих за более земные задачи перевода принципов на язык регулирующих правил и их практическое применение, что является обязанностью правительств и межправительственных организаций“.

„Я рад сообщить Вам, что с момента своего создания в 1957 г. МАГАТЭ установило очень тесное и полезное сотрудничество с МКРЗ и полностью полагалось на ее выводы. Агентство играет роль инструмента, с помощью которого правительства осуществляли сотрудничество по превращению сформулированных МКРЗ принципов в международно согласованные регулирующие правила и практические требования“.

„Претворение этих требований в жизнь возложено на большое сообщество экспертов по радиационной

защите. Пользуясь случаем, я хочу поздравить Международную ассоциацию по радиационной защите (МАРЗ), в рядах которой находится 12 000 таких экспертов и которая успешно провела свой 7-ой Всемирный конгресс. Я могу сообщить членам Ассоциации, что МАГАТЭ значительно расширяет свою помощь и услуги, предоставляемые государствам-членам, по составлению проектов надлежащих регулирующих правил и созданию адекватной техники, необходимой для контроля и обеспечения их практического применения. Если мы хотим, чтобы в медицине, сельском хозяйстве и промышленности был полностью использован потенциал ядерной энергии и ионизирующих излучений, а широкие круги общественности с уверенностью его признали, очень важно разработать и полностью применять различные регулирующие правила“.

„Сообщество экспертов по радиационной защите может гордиться успехами, достигнутыми в этой области, однако я уверен, что оно не будет почитать на лаврах и окажет помощь в дальнейшем укреплении международного сотрудничества в области радиационной защиты. Успех в согласовании норм радиационной защиты на международном уровне повысит доверие к ним со стороны общественности. А неудача подорвет это доверие, примером этому служит введение широкого диапазона уровней воздействия, установленных для различных радионуклидов, содержащихся в пищевых продуктах, после аварии на Чернобыльской АЭС. Я заявляю, что сообщество экспертов по радиационной защите должно принять вызов, нелегкий для ученых, и разъяснить общественности на понятном языке все преимущества ответственного использования ионизирующих излучений и меры, которые можно и должно принять для того, чтобы сделать такое использование безопасным. Если мы не справимся с этой задачей, может оказаться, что общественность, нервно воспринимающая многие новые угрозы нашему миру, не допустит такого безопасного использования ядерной энергии, которого, как мы знаем, можно добиться и которое служит ее интересам.“

которых проводился дозиметрический контроль, произвели большое впечатление на участников конференции. К сожалению, подобные несчастные случаи могут произойти в любой стране. Была представлена информация о состоянии здоровья пострадавших; радиологическом мониторинге населения в Гоянии; мерах по розыску источника; идентификации, классификации и изоляции радиоактивно загрязненных районов; подготовительной работе по проведению операций по очистке и дезактивации в Гоянии; профессиональном облучении людей, участвующих в таких операциях, мониторинге окружающей среды и дозиметрическом контроле населения; техническом сотрудничестве и помощи со стороны различных организаций.

К 31 декабря 1987 г. в результате несчастного случая в Гоянии от чрезвычайно высоких доз облучения умерли 4 человека, у одного пациента ампутирована правая рука. Кроме того, несколько

пациентов с диагнозом лучевого дерматита перенесли небольшие хирургические операции. 50 человек будут находиться под наблюдением в рамках программы медицинского контроля. В то же время за исключением небольших зон все районы в Гоянии, подвергшиеся радиоактивному загрязнению, уже открыты для населения. Многие жители из числа эвакуированных вернулись в места проживания.*

Существуют и возможности оказания международной помощи. Была дана краткая характеристика центра ВОЗ по оказанию аварийной радиационной помощи и подготовке кадров. Он оказывает чрезвычайную медицинскую помощь в случае

* На основе материалов конференции международных экспертов по анализу несчастного случая в Гоянии, проходившей в июле 1988 г. в Бразилии, МАГАТЭ подготавливает всеобъемлющий отчет.

радиационных аварийных ситуаций в местных, национальных и международных масштабах. В 1980 г. он был превращен в Центр ВОЗ по сотрудничеству в области оказания чрезвычайной радиационной помощи в западном полушарии.

Был сделан ретроспективный обзор аварий, связанных с герметичными источниками, с 1944 г. по март 1988 г. Согласно данным реестра радиационных аварийных ситуаций и оказания чрезвычайной радиационной помощи Оксфордской национальной лаборатории примерно 48% от 296 радиационных аварийных ситуаций явились прямым результатом неправильного обращения с герметичными радиоактивными источниками. Информированность общественности об опасностях, связанных с такими источниками, улучшение технической подготовки рентгенографов и полный правительственный контроль за всеми радиоизотопными изделиями и приборами относятся к числу мер, которые, как указывалось, необходимы для того, чтобы положить конец этому печальному опыту.

Выводы конференции

- Несмотря на то, что сессия, посвященная оптимизации и оказанию помощи в принятии решений, не принесла каких-либо новых результатов, было отмечено, что оптимизация радиационной защиты является развивающимся направлением и находит все более широкое применение.
- Наблюдается четкая тенденция к более низким расчетным коллективным дозам облучения за период эксплуатации реактора, несмотря на увеличение ядерно-энергетических мощностей.
- В открытой литературе опубликовано очень мало данных о профессиональных облучениях персонала.
- Уровень концентрации радионуклидов и обусловленные этим дозы Чернобыльской аварии оказались ниже, чем ожидалось.
- Программы подготовки кадров следует сфокусировать на „учебных курсах повышения квалификации преподавателей”. Весьма желательно создать базу данных и учебных материалов для курсов подготовки.
- Желательно начать разработку стратегий регулирующих органов в области освобождения от контроля некоторых видов деятельности и источников,

вызывающих незначительные индивидуальные и коллективные дозы облучения.

● Регулирующие правила в области радиационной защиты не должны быть слишком конкретными, их положения должны обеспечивать возможность внесения в них необходимых изменений.

● Неоднократно подчеркивалась важная роль международных агентств (МАГАТЭ, Агентства по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития) в деле разработки критериев освобождения от контроля.

● Был дан обзор данных дозиметрического контроля людей, переживших атомную бомбардировку Хиросимы и Нагасаки. Однако вопрос потенциального значения этих результатов для радиационной защиты не получил должного внимания на конференции.

● Необходимо дальнейшее изучение вопроса включения вероятностных критериев в методологию оценки риска.

● Несмотря на то, что научная основа линейной зависимости доза-эффект на конференции подробно не обсуждалась, было указано, что практическое осуществление радиационной защиты было бы невозможно без этого предположения; кроме того, было четко отмечено, что любой риск в жизни носит беспороговый характер, поэтому беспороговая концепция не является новой. В то же время отмечалось, что в повседневной жизни мы используем понятия порогов и пределов и чтобы положить конец неправильному пониманию этого вопроса, в радиационной защите необходимо также ввести какие-то пороговые значения.

● Регулирующие органы пока еще не готовы полностью рассмотреть целый ряд вышеперечисленных концепций, поэтому улучшение ситуации зависит от специалистов по ядерной безопасности и радиационной защите.

Главный вывод конференции заключается в необходимости более активных усилий для дальнейшего уточнения значения линейной беспороговой зависимости доза-эффект; поиска и разработки более практических концепций (например, введение концепции „порог риска”); внесения вклада в решение нынешних проблем, стоящих перед сообществом; уточнения значения новых дозиметрических данных о переживших атомную бомбардировку жителей Хиросимы и Нагасаки.