

# Международная комиссия по радиологической защите: Исторический обзор

## МКРЗ пересматривает свои рекомендации

Д-р Х. Смит

В течение нескольких недель после открытия рентгеновских лучей стали очевидными потенциальные возможности их использования для диагностики трещин и переломов, однако серьезные неблагоприятные эффекты (например, выпадение волос, эритема и дерматит) постоянно заставляли персонал помнить о необходимости избегать переоблучения. Аналогичное сильное неблагоприятное воздействие было обнаружено сразу же после открытия радия и его применения в медицине. Но несмотря на это, координация мер по защите персонала, подвергшегося радиационному воздействию рентгеновских лучей или гамма-излучения радия, осуществлялась плохо.

В начале 20-х годов Британский комитет по защите от рентгеновского и радиевого излучения и Американское рентгеновское общество выработали общие рекомендации по радиационной защите. В 1925 г. на 1-ом Международном радиологическом конгрессе была признана необходимость количественного определения радиационного воздействия. В результате в 1928 г. Международный комитет по защите от рентгеновского и радиевого излучения принял в качестве единицы измерения радиационного воздействия рентгеновских и гамма-лучей „рентген“.

В течение следующего десятилетия наблюдалась постепенная эволюция рекомендаций относительно пределов радиационного воздействия, и к 1937 г. сложилось мнение, что доза профессионального облучения здорового человека в течение рабочего дня, не приводящая к поражению кожи, анемии или нарушению репродуктивных функций, может составлять 0,2 рентгена. В 1950 г. во время проведения 6-го Международного радиологического конгресса ранее сосуществовавшие комитеты были преобразованы в Международную комиссию по радиологической защите (МКРЗ) и ее дочерний орган – Международную комиссию по радиационным единицам (МКРЕ). В состав каждой из этих комиссий входили 12 членов и председатель. Значительное расширение масштабов работы, связанной с источниками излучений и радиоактивными материалами, обусловило необходимость создания в рамках МКРЗ пяти подкомитетов. Первые рекомендации

Д-р Смит является ученым секретарем Международной комиссии по радиологической защите.

МКРЗ были опубликованы в 1951 г. Комиссия пересмотрела свою точку зрения относительно того, что к неблагоприятным эффектам радиационного воздействия относятся: поражение кожи, катаракта, анемия и нарушение репродуктивных функций. К их числу были добавлены раковые заболевания у детей лиц, подвергшихся облучению. Рекомендованная допустимая доза в то время составляла 0,3 рентгена в течение рабочей недели для проникающего рентгеновского и гамма-излучения; 1,5 рентгена в течение рабочей недели для излучения, поражающего только поверхностные ткани, и 0,03 рентгена в течение рабочей недели для нейтронов.

### Рекомендации 50-х годов

К этому времени было признано нецелесообразным использовать „рентген“ в качестве единицы радиационного воздействия. МКРЕ рекомендовала рассчитывать предельные дозы облучения на основе измерений энергии, поглощенной тканями, и ввела в качестве единицы поглощенной дозы (т.е. энергии, полученной единицей массы ткани в результате облучения) единицу „рад“ (английский акроним поглощенной дозы излучения). В 1954 г. МКРЗ ввела в качестве единицы поглощенной дозы, учитывающей различное распределение энергии в тканях в зависимости от источника излучения ( в 1966 г. она была названа эквивалентной дозой) единицу „бэр“ (биологический эквивалент рентгена). Рекомендованная предельная доза облучения в течение одной недели критически важных органов (признание различной радиочувствительности тканей) рентгеновскими и гамма-лучами составляла 0,6 Р (по-прежнему выраженная в рентгенах) для кожи, 0,3 Р для кроветворных и половых органов и глазных хрусталиков (более высокие пределы допускались в случае воздействия на ткани излучений с меньшей проникающей способностью). В рекомендациях 1959 г. нашло свое отражение возросшее понимание биологической основы радиационно индуцированных повреждений ткани. К их числу относилась формула возрастного расчета максимально допустимой дозы (МДД) облучения половых и кроветворных органов и глазных хрусталиков у специалистов старше 18 лет; в целях планирования и проектирования должна была ис-

пользоваться максимальной недельная доза равная 0,1 бэр; признание того факта, что радиационное воздействие необязательно носит равномерный характер, обусловило дозу профессионального облучения человека, не превышающую 3 бэр в течение любого периода равного 13 неделям; для специалистов, не связанных с источниками излучения, годовая доза облучения критически важных органов не должна была превышать 1,5 бэр, а предельная годовая доза облучения отдельных лиц из населения устанавливалась равной 0,5 бэр. Данные предельные дозы были введены, исходя из четкой предпосылки, что радиационное воздействие излучений не должно привести ни к каким серьезным последствиям для здоровья людей в течение всей их жизни, даже если они будут получать максимальные дозы облучения в течение десятков лет.

### Рекомендации 60-х годов

В 1964 г. рекомендации были пересмотрены, и был дополнительно введен фактор качества (ФК), который зависит только от линейной передачи энергии излучения, а не от относительной биологической эффективности (ОБЭ), которая представляет собой соотношение поглощенных доз облучения различными видами излучений, приводящих к одинаковому биологическому воздействию. В их число были также включены рекомендации, связанные с повышенной радиочувствительностью зародыша и поэтому ограничивающие профессиональное облучение женщин репродуктивного возраста 1,3 бэр в течение 13-недельного периода; кроме того, было рекомендовано проводить все менее важные радиологические обследования нижней части живота в течение 10 дней с момента начала менструального цикла, когда зачатие невозможно.

В рекомендациях 1966 г. была признана необходимость избегать сильного радиационного воздействия и установить приемлемый уровень риска раковых заболеваний и генетических аномалий для потомства лиц, подвергшихся облучению. Данная рекомендация четко указывает на признание линейной зависимости доза-эффект в отношении раковых заболеваний и генетических отклонений, которая исходит из беспороговой дозы и влияния мощности дозы.

В настоящее время годовые МДД (квартальные дозы, обусловленные общим поступлением радиоактивных веществ в организм, ограничивались половиной МДД) равняются 5 бэр в случае однородного облучения всего тела или облучения половых органов и красного костного мозга, ткани которых являются наиболее радиочувствительными; 30 бэр для кожи, щитовидной железы и костей; 75 бэр для конечностей и 15 бэр для всех остальных органов. Предельная ежегодная доза облучения отдельного лица из населения составляла 1/10 часть дозы облучения персонала.

К этому времени в Комиссии сложилась хорошо продуманная структура: были созданы комитеты по радиационным эффектам, внутреннему облучению (теперь это комитет вторичных стандартов), внешнему облучению (теперь это комитет по радиационной защите в медицине) и внедрению рекомендаций Комиссии.

### Рекомендации и цели 70-х годов

В период с 1959 по 1977 г. были опубликованы многочисленные отчеты, касающиеся научной основы радиационной защиты, дозиметрического контроля за поступлениями радионуклидов в организм человека и использования рекомендаций. Однако основные рекомендации не пересматривались до 1977 г., когда в них нашли свое отражение идеи, выраженные в более ранних отчетах. В отчете 1977 г. отмечалась необходимость ограничения приемлемым для общества уровнем числа радиационно индуцированных раковых заболеваний с летальным исходом и серьезных генетических нарушений у потомства (так называемые стохастические эффекты, статистическая вероятность возникновения которых зависит от дозы облучения при любом уровне радиации). В случае облучения персонала такой уровень должен быть сравним, по крайней мере, с уровнем, отмеченным в отраслях промышленности с высокими нормами безопасности. Кроме того, он должен предупреждать другие неблагоприятные эффекты (так называемые нестохастические эффекты, серьезность которых возрастает по мере увеличения дозы и которые в случае облучения ниже пороговой дозы могут не возникать). Эти цели могут быть достигнуты:

- если в практику будут внедряться только меры, дающие чистый выигрыш
- если будет осуществляться максимальное практически достижимое снижение доз облучения с учетом экономических и социальных факторов
- если в конкретных ситуациях, определенных Комиссией, эквивалентная доза облучения отдельных лиц не будет превышать рекомендованных пределов.

Оценки стохастического риска, проводившиеся Комитетом ООН по действию атомной радиации (UNSCEAR) и Комитетом по биологическим эффектам ионизирующих излучений Национальной Академии наук США (BEIR), основываются на предположении, что определенный вклад в общий риск вносят все органы или ткани (по имеющимся оценкам в случае облучения всего тела он составляет  $1,65 \times 10^{-4}$  бэр или  $1,65 \times 10^{-2} \text{Зв}^{-1}$  в единицах системы СИ). Для оценки вклада дозы облучения отдельного органа или ткани в эквивалентную дозу облучения всего тела использовались эффективные эквивалентные дозы, определяющие степень поражения различных тканей (что и было отмечено в последующем заявлении 1978 г.). Для персонала, связанного с излучениями, предельная годовая эффективная эквивалентная доза при однородном облучении составляла 5 бэр (50 мЗв). Считалось, что предельная доза облучения отдельных лиц из критических групп населения равная 0,5 бэр (5 мЗв) обеспечивает адекватную безопасность, при этом средняя годовая эффективная эквивалентная доза составит, по всей вероятности, 0,05 бэр (0,5 мЗв).

### Последние разработки

В настоящее время Комиссия пересматривает свои основные рекомендации, содержащиеся в отчете 1977 г. и в целом ряде более поздних заявлений и дополнений, а также в других отчетах МКРЗ.

Цель данного пересмотра заключается в анализе и обновлении рекомендаций и политики МКРЗ с точки зрения их согласованности, а также в разработке единого комплекса основных рекомендаций по возможности на более четком и ясном языке и снабженных разъяснениями и ссылками на последние научные работы. Пересмотр рекомендаций предполагается завершить к 1990 г. после проведения комитетами Комиссии и целым рядом специальных групп подготовительной работы. Эта работа включает в себя анализ и переоценку всей системы ограничения доз, включая значения предельных доз.

В связи с этим UNSCEAR и BEIR проводят в настоящее время оценку риска раковых заболеваний, аналогичную работу ведет и комитет МКРЗ по биологическим эффектам. Как ожидается, с результатами некоторых исследований можно будет ознакомиться не позже чем через два года.

В силу того, что данные о риске раковых заболеваний и наследственных аномалий, на основе которых можно было бы делать выводы, собраны еще далеко не полностью, МКРЗ подождет результатов всеобъемлющих оценок, проводимых в настоящее время ее источниками эпидемиологической информации, после чего она примет решение о их значении для пересмотра своей системы ограничения доз облучения. А пока представляется целесообразным придерживаться существующих рекомендаций относительно ограничения доз в их нынешней интерпретации. Причем в большинстве случаев значения предельных доз не будут фактором,

контролирующим и предписывающим ограничение доз облучения, поэтому принятие окончательного решения о предельных дозах может быть без серьезных последствий отложено до завершения полного научного анализа. Кроме того, изучается значение новых дозиметрических данных для оценки риска серьезной умственной отсталости ребенка, вызванной облучением во время его внутриутробного развития. Такой эффект может наблюдаться в течение 8 – 15 недель после зачатия и с меньшей чувствительностью – в период от 16 до 25 недель после зачатия; что касается других периодов беременности, то в настоящее время отсутствуют зарегистрированные с достаточной уверенностью данные о таких эффектах. МКРЗ опубликовала документ, в котором определена нулевая пороговая доза, не приводящая к таким эффектам на более ранней стадии развития зародыша (8–15 недель), при этом отмечаются довольно значительные колебания такой оценки. Анализ данного вопроса продолжается.

Принимая решение о пересмотре своих основных рекомендаций, МКРЗ должна сохранить баланс между желанием включить новейшие данные и идеи в области радиационной защиты и необходимостью сохранить стабильную систему ограничения доз облучения. Именно по этой причине новые комплексы основных рекомендаций разрабатываются с интервалом примерно в 10 – 15 лет. Таким образом, ожидается, что любые новые рекомендации, подготовка которых должна завершиться к 1990 г., будут применяться и в первые годы XXI в.

## Генеральная конференция МАГАТЭ, 19 – 23 сентября 1988 г.

Представители правительств на высоком уровне из 113 государств-членов собрались в Вене для участия в 32-й регулярной сессии Генеральной конференции МАГАТЭ, которая проходила с 19 по 23 сентября. В повестку дня включены следующие основные вопросы:

- *Регулярный бюджет и внебюджетные ресурсы МАГАТЭ на 1989 г.* По рекомендации Совета управляющих МАГАТЭ в июне 1988 г., регулярный бюджет на 1989 г. составит по расходам 157,5 млн. долл. США. Эта сумма представляет собой нулевой рост бюджета в реальном выражении. Кроме того, Совет рекомендовал достичь суммы 42 млн. долл. США для добровольных взносов в целях выполнения программы технической помощи Агентства.

- *Меры по укреплению международного сотрудничества по ядерной безопасности и радиологической защите.* В доклад Совета управляющих и Генерального директора МАГАТЭ, подготовленный для Генеральной конференции, включен целый ряд вопросов, в том числе: ответственность за ядерный ущерб, пересмотр норм безопасности МАГАТЭ для АЭС (NUSS); обмен информацией по тематике, связанной с ядерной безопасностью, защита ядерных установок от вооруженного нападения (что также является предметом отдельного пункта повестки дня) и состояние дел с выполнением конвенций под эгидой МАГАТЭ. Это – Конвенция о физической защите ядерных материалов; Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии; Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации и Конвенция о гражданской ответственности за ядерный ущерб (Венская конвенция).

- *Ядерный потенциал и угроза со стороны Израиля.* В соответствии с резолюцией Генеральной конференции в 1987 г. был подготовлен доклад Генерального директора. В резолюции *inter alia* выражено требование, чтобы Израиль „поставил все свои ядерные установки под действие гарантий МАГАТЭ“.

- *Ядерный потенциал ЮАР.* Генеральная конференция в 1987 г. *inter alia* решила рассмотреть на своей регулярной сессии 1988 г. рекомендации Совета управляющих МАГАТЭ о лишении ЮАР прав и привилегий членства в Агентстве и принять по ним решение.

### Специальные заседания

В связи с конференцией запланировано проведение нескольких специальных заседаний:

- *Специальное научное совещание по радиационной защите.* Намечено четыре заседания: по текущим вопросам, по контролю за источниками излучения, по деятельности МАГАТЭ в этой области и по обмену информацией о радиационной защите. В качестве основных докладчиков при открытии совещания приглашены: Б. Линделл, бывший директор Государственного института радиационной защиты, Швеция; Р.Х. Кларк, директор Национального совета по радиационной защите, Великобритания; Д.Дж. Бенинсон,

директор Отдела по лицензированию ядерных установок Национальной комиссии по атомной энергии, Аргентина; О. Илари, заместитель директора Отдела радиационной защиты и обращения с радиоактивными отходами Агентства по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ/ОЭСР) и Л.А. Булдаков, заместитель директора Института биофизики Министерства здравоохранения СССР. Председателем и составителем доклада для Генеральной конференции будет сэр Эдвард Почин, бывший председатель Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ). Запланировано также совместное заседание по радиационной защите и правилам ядерной безопасности.

- *Совещание руководящих работников по ядерной безопасности.* Намечена встреча руководящих работников организаций по ядерной безопасности и регулированию на закрытом неофициальном совещании по основным принципам безопасности АЭС, обеспечению их безопасной эксплуатации и порядку действий во время серьезных аварий. В качестве председателей на совещании выбраны М. Лавери, Франция, Л. Зех, США и С. Хавел, Чехословакия.

- *Конференция по взаимоотношению Парижской и Венской конвенций,* организованная совместно МАГАТЭ и Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ/ОЭСР). Ожидается, что правительства стран-участниц примут совместный протокол, устанавливающий связь между этими двумя международными конвенциями, которые посвящены гражданской ответственности за ядерный ущерб.

- *Встреча с журналистами по вопросам о гарантиях МАГАТЭ и нераспространению ядерного оружия.* Накануне открытия Генеральной конференции международные эксперты и приглашенные журналисты примут участие в серии тематических брифингов и дискуссий. Запланировано участие Генерального директора МАГАТЭ Ханса Бликса, г-на Джона Дженекенса, заместителя Генерального директора МАГАТЭ по гарантиям, г-на Михаила Рыжова, исполняющего обязанности начальника Управления международных связей Государственного комитета по использованию атомной энергии СССР, г-на Майрона Кратцера, старшего советника организации „ERC International“, США, г-на Бертрана де Галасуса, помощника директора по международным связям Комиссариата по атомной энергии, Франция, г-на Рейнхарда Лоша, директора по международным связям Федерального министерства исследований и технологии, Федеративная Республика Германии, г-на Митсухо Хирата, генерального директора исследовательского центра в Орай Японского института исследований по атомной энергии, г-на Джали Ахимса, генерального директора Национального агентства по атомной энергии, Индонезия, и г-на Питера Темпуса, специального советника Федерального совета института технологии, Швейцария.