

## 4. РЕКОМЕНДАЦИИ МКРЗ И НОРМЫ МАГАТЭ ПО РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЕ

Процесс развития норм защиты для контролирования доз облучения ионизирующей радиацией включает ряд этапов, участниками которых в свою очередь становятся ряд организаций с четко обозначенными целями. Процесс начинается с признания ущерба, о наличии которого в данном случае известно уже с начала этого века, и с необходимости подумать, какие механизмы нужно использовать, чтобы устранить или уменьшить этот ущерб. Далее рассматривается необходимость кодификации норм или положений для практического применения этих механизмов.

Необычной чертой этого процесса в области защиты от ионизирующей радиации стала степень его унификации в международном масштабе, почти полностью обусловленной созданием еще в 1928 году организации-предшественника Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Существующая форма защиты установилась во второй половине 20-го века, а что касается международных норм, то их разработка велась тремя основными организациями. Синтез научной информации по вредным последствиям радиации проводился Научным комитетом ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН); обобщением полученных научных данных и составлением рекомендаций по системе радиологической защиты занималась МКРЗ, в то время как МАГАТЭ, с начала 60-годов, работало над созданием согласованных международных норм защиты. Нормы МАГАТЭ одобрены правительствами стран-членов посредством существующей процедуры согласования через руководящие органы МАГАТЭ, а в случае с последними Основными нормами безопасности (ОНБ) – также и через руководящие органы пяти других международных организаций (ФАО, МОТ, ОЭСР/АЯЭ, ПОЗ и ВОЗ).

Концептуальная основа радиационной защиты – Основные нормы безопасности, ОНБ - была структурно разработана МКРЗ еще в 1965 году и в дальнейшем неоднократно уточнялась и дорабатывалась. В ОНБ принцип оптимизации определяется следующим образом: в отношении облучения при практическом применении любого источника радиации, за исключением медицинского облучения в терапевтических целях, защита и безопасность оптимизируются с тем, чтобы величина индивидуальных доз, число людей, подвергшихся облучению, и вероятность облучения находились на разумно достижимом низком уровне с учетом существующих экономических и социальных факторов, при том, что индивидуальные дозы, получаемые от источника, подпадают под соответствующие ограничения. Оптимизация защиты имеет широкий спектр применения, и может использоваться на всех уровнях, начиная с ежедневного принятия решений и заканчивая крупномасштабным анализом различных типов АЭС. Оптимизацию необходимо применять во всех сферах радиационной защиты, включая диагностическое использование в медицине, контроль дозы естественного излучения, контроль дозы в промышленности и в атомной энергетике. Оптимизация должна также в своей основе отражаться в мерах, разрабатываемых для предотвращения или уменьшения последствий аварий или инцидентов, могущих вызвать облучение людей.

Мы рассмотрим приведенные в ОНБ положения в следующем порядке: сначала для практической деятельности, которая рассматривается как любое, в принципе подконтрольное, человеческое действие, ведущее к увеличению доз или рисков; затем для вмешательств, необходимых в непредвиденных ситуациях, когда имеет место облучение, и единственное, что можно сделать, – сократить дозы и риски.

Использование какой-либо практической деятельности или источника может быть разрешено, только если данная практическая деятельность достаточно полезна для работников, подвергающихся облучению, или общества, чтобы компенсировать возможный вред от радиации, сопряженный с такой деятельностью; другими словами, практическая деятельность должна быть обоснована с учетом социальных, экономических и других существенных факторов.

Соответствующее норме облучение отдельных лиц должно быть ограничено, чтобы ни суммарная эффективная доза, ни суммарная эквивалентная доза, получаемые соответствующими органами или тканями вследствие возможного сочетания доз при разрешенных видах работ, не превышали любой релевантный предел доз, за исключением особых обстоятельств. Пределы доз не применяются в отношении медицинских облучений при разрешенных работах.

В отношении облучения от любого конкретного источника в рамках какой-либо практической деятельности, за исключением терапевтического медицинского облучения, защита и безопасность оптимизируются, с тем чтобы уровень индивидуальных доз, число людей, подвергающихся облучению, и вероятность облучения сохранялись на разумно достижимом низком уровне с учетом экономических и социальных факторов – при том понимании, что дозы, получаемые отдельными лицами от этого источника, обусловлены граничными дозами.

В процесс оптимизации мер защиты и безопасности могут входить различные элементы – от проведения интуитивного качественного анализа до количественного анализа с использованием методов содействия принятию решений, но он должен давать возможность для последовательного учета всех соответствующих факторов, имея в виду достижение следующих целей:

(а) *определять оптимальные в существующих обстоятельствах меры защиты и безопасности с учетом имеющихся вариантов обеспечения защиты и безопасности, а также характера, величины и вероятности облучения; и*

(б) на основе результатов такой оптимизации устанавливать критерии для ограничения величины облучения и его вероятности с помощью мер, направленных на предотвращение аварий и смягчения их последствий.

Вмешательство является оправданным только в том случае, если ожидается, что оно принесет больше пользы, чем вреда, с должным учетом медицинских, социальных и экономических факторов. Защитные действия или восстановительные меры будут обоснованными почти при всех обстоятельствах, когда уровни доз достигают или, как ожидается, достигнут предельно допустимых уровней. Оптимизированные уровни вмешательства и уровни действий указываются в планах для ситуаций вмешательства на основе рекомендаций МАГАТЭ, с учетом местных и национальных условий – таких, как:

(а) индивидуальное и коллективное облучение, которое можно предотвратить путем вмешательства; и

(б) радиологические и нерадиологические риски для здоровья, а также финансовые и социальные издержки и польза, связанные с вмешательством.

При ликвидации аварии основания для вмешательства и оптимизация предварительно установленных уровней вмешательства пересматриваются с учетом:

(а) факторов, характерных исключительно для реально сложившейся ситуации – таких, как характеристики выброса, погодные условия и другие соответствующие факторы нерадиационного характера; и

(б) вероятности того, что защитные действия принесут чистую пользу, принимая во внимание возможную неопределенность будущих условий.

Для большинства практических ситуаций обоснование уже существует, и оно нередко происходит на уровне принятия решений, где необходимо учитывать политические и иные соображения, как, например, когда речь идет об использовании или неиспользовании ядерной энергии какой-либо страной в своей энергетической стратегии. Пределы доз, однако, являются важным аспектом практической радиационной защиты.

Установление дозовых пределов основывается не только на научных данных, но и на соображениях социального характера. Суть подхода, примененного МКРЗ, состояла в том, чтобы установить, для определенных видов практической деятельности, уровень доз, при превышении которого для отдельного лица наступают последствия, считающиеся, с точки зрения большинства, неприемлемыми. При разработке концепции МКРЗ использовала три ключевых слова для обозначения степени переносимости дозы или связанного с ней риска (вероятности вреда). Первое слово, «неприемлемый», означает, что облучение неприемлемо по любой разумной причине в нормальной практической деятельности, когда есть выбор между ее допущением или недопущением. Такое облучение может быть допустимо в аномальных ситуациях, таких как аварии. Недопустимые случаи облучения можно разделить на «переносимые», т. е. нежелательные, но переносимые в разумных пределах, и «приемлемые», т. е. приемлемые при оптимизированном облучении. Таким образом, предел дозы рассматривается как граница, выбранная между «неприемлемым» и «переносимым» с целью контроля видов практической деятельности, для которых установлены пределы доз. Уровни облучения, рассматриваемые в данном контексте как неприемлемые, могут считаться переносимыми в других контекстах, как, например, при ситуациях, требующих вмешательства.

В основу заключений МКРЗ положена оценка ущерба и его составляющих, нанесенного облучением в течение всей жизни: предел дозы должен устанавливаться таким образом и на таком уровне, чтобы суммарная эффективная доза, полученная в течение полной продолжительности жизни работника на рабочем месте, не превышала 1 Зв и накапливалась постепенно и одинаково год за годом, и чтобы данная система радиологической защиты применялась так, чтобы доза, если и приближалась к этому установленному пределу, то крайне редко.

Точная формулировка пределов дозы:

Профессиональное облучение любого работника контролируется так, чтобы не превышались следующие пределы:

(а) эффективная доза 20 мЗв в год, усредненная за пять последовательных лет;

(б) эффективная доза 50 мЗв за любой отдельный год;

(с) эквивалентная доза на хрусталик глаза 150 мЗв в год; и

(д) эквивалентная доза на конечности (кисти рук и стопы ног) или на кожу 500 мЗв в год.

Применительно к ученикам в возрасте от 16 до 18 лет, которые проходят обучение в целях последующего получения работы, связанной с облучением в результате воздействия излучения, и учащимся в возрасте от 16 до 18 лет, которым необходимо использовать источники в процессе своего обучения, профессиональное облучение контролируется так, чтобы не превышались следующие пределы:

(а) эффективная доза 6 мЗв в год;

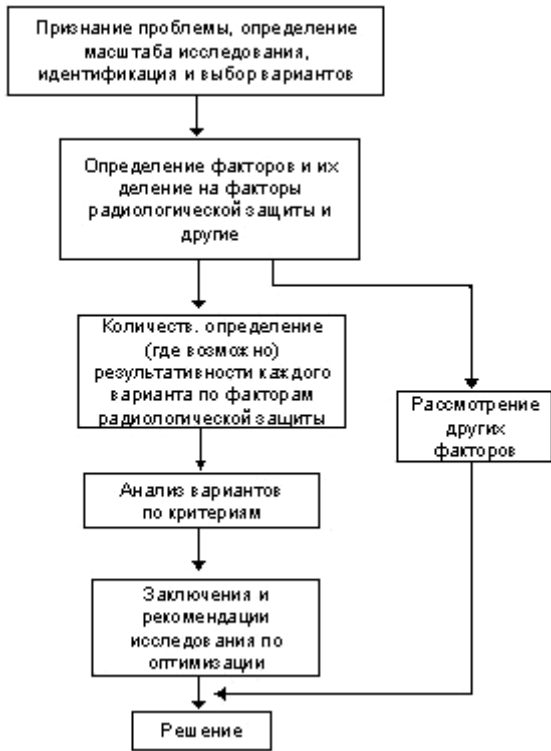
(б) эквивалентная доза на хрусталик глаза 50 мЗв в год; и

(с) эквивалентная доза на конечности или кожу 150 мЗв в год.

Данные пределы в ОНБ снабжены также особыми обстоятельствами, дающими регулирующему органу возможность их временного изменения: либо посредством увеличения усредненного периода до 10 лет, либо допущения дозы в 50 мЗв в год за срок вплоть до пяти лет.

Так как любое облучение предполагает определенную степень риска, ОНБ рекомендует избегать любого ненужного облучения и снижать дозы до возможно низкого уровня с учетом экономических и социальных факторов. Система ограничения дозы имеет следующие основные цели:

- *обеспечить соблюдение пределов дозы;*
- *избежать использования ненужных источников облучения;*
- *создать основу для оперативного контроля доз индивидуального характера и обусловленных сочетанием облучения от нескольких источников, с тем, чтобы полученные дозы были на разумно достижимом низком уровне с учетом экономических и социальных факторов; и*
- *обеспечить, в более общих рамках, чтобы данные дозы были обоснованными, т. е. получались ради пользы, которая недостижима иным способом.*



Оптимизация защиты – концепция очень широкого применения. Она может использоваться на всех уровнях от простого повседневного решения до анализа различных типов АЭС и должна применяться во всех областях радиационной защиты, включая использование излучения в медицинской диагностике, контроль облучений от естественного излучения и контроль облучений в промышленности, равно как и в возможно наиболее чувствительной ее отрасли - ядерной энергетике. Идея оптимизации должна также в принципе применяться в процедурах, предназначенных для предотвращения или смягчения последствий аварий или инцидентов, которые могут привести к облучению. Для этого необходимо принять во внимание вероятности таких событий и их последствий.

**Рис.1.** Структурированный подход к оптимизации защиты в контексте принятия решения

Фундаментальный момент оптимизации состоит в том, чтобы заставить каждое лицо, ответственное за контроль над облучением, постоянно задаваться вопросом: «Сделал(а) ли я все, что для меня разумно достижимо, чтобы сократить эти дозы облучения?» Очевидно, что ответ на него зависит от личного мнения, потому что это не вопрос, на который можно ответить в том же смысле, как и на соответствующий вопрос относительно пределов дозы: «Обеспечил(а) ли я соблюдение пределов дозы?» Если дозы, полученные работником, регистрируются и их сумма в течение определенного периода - меньше предела, тогда ответить на данный вопрос можно положительно. На вопрос об оптимизации не может быть такого ясного ответа, он требует субъективной оценки. Таким образом, главная функция процедуры оптимизации, на уровне выше просто интуитивного, – обеспечить методы и рамки применения личного суждения. Это должно также помочь систематизировать суждения различных людей, которые их используют, и даже суждения, использованные тем же самым человеком в различных обстоятельствах. В долгосрочной перспективе, применение методов содействия принятию решений должно помочь в достижении более последовательных, более логичных и более гибких решений. Эта очень важная задача.

Процедура защиты включает следующие этапы:

- Изначальное признание необходимости исследований по оптимизации и четкого определения рамок исследования.
- Идентификация и количественное определение факторов, рассматриваемых в процессе оптимизации и деление факторов на относящиеся и не относящиеся к радиологической защите.
- Анализ, качественный или количественный, результативности выборов в отношении каждого из факторов с помощью заранее определенных критериев.
- Установление с помощью анализа рекомендованного оптимума; и
- Окончательное решение с учетом факторов, непосредственно не относящихся к радиологической защите.

Принятию решения содействуют следующие количественные методы: анализ рентабельности, анализ выгодности затрат, многофакторный анализ полезности и анализ разнородных факторов, основанный на нескольких критериях. Если решено, что существенны только два фактора, например, затраты и коллективная доза, то такой простой метод, как анализ выгодности затрат, даст аналитическое решение, которое непосредственно укажет оптимум. Если же решено, что существенно множество факторов и,

особенно, если некоторые из них довольно трудно определить количественно, тогда простой метод охватит лишь несколько факторов и аналитическое решение не укажет оптимум; чтобы найти в таком случае оптимум, метод надо будет объединить с качественной оценкой вариантов в отношении остальных факторов.

Один из факторов, который может иметь большое значение для практических физических норм здравоохранения,— это мощность дозы в месте, где выполняется работа. Трудность контроля эксплуатационных доз при высоких мощностях дозы вызвана потребностью в быстрой дозиметрии, включая использование мониторов мощности дозы или интегрирующих мониторов прямого считывания. Другая трудность связана с возможностью переоблучения. Некоторые факторы могут основываться на хорошо известных и полностью изученных технических принципах, в то время как другие относительно новы. В этом случае, даже при том, что затраты и дозы могут быть подобны, имеется различие в вероятной надежности. Еще один фактор - характеристика облучаемого населения. Хотя различают облучение работников и лиц из состава населения, но даже в пределах этих категорий будут возникать подгруппы.

Поскольку предполагается, что любая доля дозы несет долю риска, система радиологической защиты не может полагаться только на пределы дозы, но должна также включать требование к оптимизации защиты ниже этих пределов. Основная концепция оптимизации состоит в уравнивании сокращения вреда и ресурсов, необходимых для обеспечения этого сокращения, и выбора оптимальной точки в качестве разумного уровня защиты.

В кратком изложении принципы радиационной защиты и безопасности сводятся к следующему:

- практическая деятельность, в результате которой люди могут быть подвержены облучению, может осуществляться только в том случае, если она приносит облучаемым людям или обществу пользу большую, нежели радиационный ущерб от этой деятельности;
- индивидуальные дозы от суммы всех источников в практической деятельности не должны превышать установленных пределов дозы облучения;
- источники облучения должны быть обеспечены наилучшими мерами защиты, так чтобы количество людей и дозы их облучения сохранялись на разумно достижимом низком уровне с учетом экономических и социальных факторов;
- облучение от источников излучения, которые не являются частью практической деятельности, должно быть снижено путем вмешательства, если это вмешательство оправдано, а меры вмешательства должны быть оптимизированы;
- за безопасность основную ответственность несет юридическое лицо, получившее лицензию на деятельность;
- необходимость внедрения культуры безопасности, определяющей поведение организаций и отдельных лиц;
- необходимость предусмотреть в проекте меры глубоко эшелонированной защиты;
- защита и безопасность должны достигаться за счет рационального управления и эффективных инженерно-технических мер, обеспечения качества, подготовки и квалификации персонала, всеобъемлющих оценок безопасности, основанных на накопленном опыте и научных исследованиях.