

## **2. ПРИНЦИПЫ И ЦЕЛИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **2.1 Практическая деятельность и вмешательства**

Деятельность человека, которая дополнительно увеличивает облучение, обычно получаемое людьми от естественного радиационного фона, или повышает вероятность получения ими облучения, называется «практической деятельностью». Деятельность человека, направленная на снижение существующего воздействия излучения или имеющейся вероятности подвергнуться воздействию, не связанному с контролируемой практической деятельностью, называется «вмешательством».

Рассматриваемая здесь ведущаяся практическая деятельность связана или может быть связана с воздействием излучения. Она также относится к тем реально существующим ситуациям, в которых облучение или вероятность его возникновения могут быть снижены или предотвращены путем определенного вмешательства. Меры радиационной защиты и безопасности могут быть приняты до начала какой-либо практической деятельности, что позволит изначально ограничить сопутствующее воздействие излучения, а также его вероятность. В случае вмешательства обстоятельства, вызывающие облучение или создающие вероятность его возникновения, уже существуют, и их смягчение может быть достигнуто только за счет принятия восстановительных мер или проведения защитных действий.

Практическая деятельность включает следующее: деятельность, связанную с производством источников излучений; использование излучений и радиоактивных веществ в медицине, исследованиях, промышленности, сельском хозяйстве и образовании; производство ядерной энергии, включая весь цикл работ, связанных с этим производством, — от добычи и обогащения радиоактивных руд до эксплуатации ядерных реакторов и установок топливного цикла и обращения с радиоактивными отходами; а также такие виды деятельности, как подземная добыча угля, фосфатов и других минеральных руд, которые могут привести к увеличению облучения от природных радиоактивных веществ. Ситуации, которые могут потребовать вмешательства, включают: хроническое облучение от природных источников излучений, таких, как радон в жилищах, радиоактивные вещества, оставшиеся от прежней деятельности и событий, а также ситуации аварийного облучения, которые могут возникнуть в результате аварий или в связи с недостатками в существующей практической деятельности.

### **2.2 Виды облучения**

Осуществление определенной практической деятельности приводит к некоторому облучению в результате воздействия излучения, причем его масштабы предсказуемы, хотя и с некоторой степенью неопределенности: такое ожидаемое облучение называется «нормальным облучением». Вместе с тем можно предусмотреть такие сценарии облучения, когда потенциальная возможность облучения существует, но без уверенности в том, что такое облучение будет фактически иметь место; такое неожиданное, но вероятное облучение называется «потенциальным облучением». Потенциальное облучение может стать реальным, если неожиданная ситуация действительно возникнет, например в результате отказа оборудования, ошибок, допущенных в ходе проектирования и эксплуатации, или непредусмотренного изменения условий окружающей среды, скажем, в каком-либо месте захоронения радиоактивных отходов. Если такие события можно предусмотреть заранее, то можно также оценить вероятность их возникновения и величину соответствующего облучения.

Основной способ сдерживания нормального облучения — ограничение получаемых при таком облучении доз. Базой сдерживания потенциального облучения является надежность конструкции установок и оборудования, а также правильные регламенты их эксплуатации; это служит цели ограничения вероятности возникновения событий, которые могут привести к незапланированному облучению, а также ограничения масштабов облучения, которое может произойти в случае возникновения подобных событий.

В настоящее время облучение регламентируется многочисленными нормами и правилами. Обычно они охватывают как нормальное, так и потенциальное облучение работников в процессе их профессиональной деятельности, пациентов при диагностике или лечении, а также лиц из состава населения, которые могут оказаться под воздействием какой-либо практической деятельности или вмешательства. В ситуациях вмешательства облучение может быть хроническим или — при некоторых авариях — временным. Облучение подразделяется на виды: «профессиональное облучение», которое происходит во время работы и является главным образом результатом работы, «медицинское облучение», которое происходит главным образом при диагностике или лечении пациентов, и «облучение населения», которое включает все другие виды облучения. Нормы распространяются на всех людей, которые могут подвергнуться облучению, в том числе и потомков, которые могут испытать воздействие проводимой в настоящее время практической деятельности или вмешательства.

## 2.3 Основные принципы

Принципы радиационной защиты и безопасности сводятся к следующему:

- практическая деятельность, которая приводит или может привести к облучению в результате воздействия излучения, должна быть приемлема только в том случае, если она приносит облучаемым людям или обществу пользу в объеме, превосходящем тот радиационный ущерб, который она наносит или может нанести (т.е. практическая деятельность должна быть оправданной);

- индивидуальные дозы, обусловленные сочетанием облучения от всех соответствующих видов практической деятельности, не должны превышать установленных пределов дозы; источники излучения и установки должны быть обеспечены наилучшими имеющимися в существующих условиях мерами защиты и безопасности, так чтобы величина и вероятность облучения и число людей, подвергающихся облучению, сохранялись на разумно достижимом низком уровне с учетом экономических и социальных факторов и чтобы дозы облучения и связанные с ними риски были ограничены (т.е. защита и безопасность должны быть оптимизированы);

- 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;

- юридическое лицо, получившее разрешение на осуществление практической деятельности, при которой используется источник излучения, должно нести основную ответственность за защиту и безопасность;

- следует внедрять культуру безопасности, которая определяет позицию всех организаций и поведение отдельных лиц, имеющих дело с источниками излучения, в вопросах защиты и безопасности;

- с тем чтобы компенсировать возможные отказы мер защиты или безопасности, в проект и регламенты по эксплуатации источников излучения должны быть включены меры глубоководной защиты;

- защита и безопасность должны достигаться за счет рационального управления и эффективных инженерно-технических мер, обеспечения качества, подготовки и квалификации персонала, всеобъемлющих оценок безопасности и учета выводов, подсказанных накопленным опытом и проведенными исследованиями.

## 2.4 Величины и единицы

Основными физическими величинами, используемыми в сфере ядерной безопасности, являются скорость ядерных превращений радионуклидов (активность) и энергия излучения, поглощенная единицей массы вещества, подвергающегося облучению (поглощенная доза). Единицей активности является беккерель (Бк), или обратная секунда, обозначающий число ядерных превращений (или распадов) в секунду. Единицей поглощенной дозы является грей (Гр), или джоуль на килограмм.

**Поглощенная доза** — это основная физическая дозиметрическая величина. Она не полностью отвечает целям радиационной защиты, поскольку степень повреждения тканей тела человека различна для различных видов ионизирующих излучений. Поэтому поглощенная доза, усредненная по ткани или органу, умножается на весовой множитель излучения для учета эффективности данного вида излучения с точки зрения индуцирования биологических эффектов; полученная величина называется эквивалентной дозой. Величина **эквивалентная доза** используется в тех случаях, когда происходит облучение отдельных органов или тканей, однако вероятность стохастического эффекта поражения в результате получения определенной эквивалентной дозы различна для разных органов и тканей. Вследствие этого эквивалентная доза для каждого органа и ткани умножается на тканевый весовой множитель, что позволяет учесть радиочувствительность этого органа. Общая сумма таких взвешенных эквивалентных доз для всех облученных тканей человека называется **эффективной дозой**. Для измерения эквивалентной и эффективной доз используется та же единица, что и для поглощенной дозы, т.е. джоуль на килограмм, но для того чтобы было удобно отличать ее от единицы поглощенной дозы (Гр), она называется "зиверт (Зв)".

После поступления радионуклидов в организм человека доза формируется в течение всего периода времени их нахождения в организме. **Ожидаемой дозой** называется суммарная доза, получаемая в течение этого периода; она рассчитывается как временной интеграл мощности дозы. Любое соответствующее ограничение дозы применяется в отношении ожидаемой дозы от поступивших в организм радионуклидов.

Общее радиационное воздействие в результате осуществления определенной практической деятельности или использования источника зависит от числа облученных людей и от получаемых ими доз. **Коллективная доза**, определяемая как сумма произведений от умножения средних доз, полученных различными группами подвергшихся воздействию ионизирующих излучений людей, на число людей в каждой группе, может, таким образом, использоваться для характеристики радиационного воздействия в результате осуществления практической деятельности или использования источника. Единицей коллективной дозы является человеко-зиверт (чел.-Зв).

## **2.5 Государственное регулирование**

Радиационная безопасность разрабатывает требования в отношении тех юридических лиц, которые имеют разрешение на осуществление практической деятельности, приводящей к радиационному облучению, или на вмешательство в целях снижения существующего облучения. Такие юридические лица несут основную ответственность за соблюдение норм безопасности. Правительства конкретных стран также несут ответственность за правоприменение Норм — обычно через систему, в которую входит регулирующий орган, — а также за планирование и принятие мер в различных обстоятельствах. Кроме того, правительства обеспечивают основные услуги в области радиационной защиты и безопасности и вмешательства, которые выходят за рамки или дополняют возможности юридических лиц, имеющих разрешение на осуществление практической деятельности. Внедрение радиационной безопасности в жизнь предполагает существование национальной инфраструктуры, позволяющей правительству выполнять свои обязанности в области радиационной защиты и безопасности.

## **2.6 Национальные инфраструктуры**

Основными составляющими национальной инфраструктуры являются:

- законодательство и система регулирования; регулирующий орган, уполномоченный разрешать и инспектировать регулируемую деятельность и обеспечивать действие законодательства и регулирующих положений;

- достаточные ресурсы;

- достаточная численность подготовленного персонала.

Эта инфраструктура должна обеспечить также пути и средства учета общественной обеспокоенности, которые выходят за рамки юридических обязанностей юридических лиц, имеющих разрешение на осуществление практической деятельности, связанной с источниками излучения. Например, национальные компетентные органы обеспечивают принятие надлежащих мер по выявлению любого повышения уровня радиоактивных веществ в окружающей среде, захоронению радиоактивных отходов и подготовке к проведению вмешательств, в частности в случае аварийных ситуаций, которые могут привести к облучению населения. Они должны также обеспечивать контроль за источниками излучения, за которые не несут ответственности никакие другие организации, например за природными источниками и радиоактивными веществами, оставшимися от прежней практической деятельности.

Национальная инфраструктура должна обеспечивать принятие ответственными лицами надлежащих мер по обучению и подготовке специалистов в области радиационной защиты и безопасности, а также по обмену информацией между специалистами. Одна из смежных обязанностей — создание соответствующих средств информирования населения, представителей общественности и средств массовой информации о тех аспектах деятельности, связанной с облучением, которые имеют отношение к здоровью людей и безопасности, а также о процессе ее регулирования. Это позволяет обеспечить информацию для содействия политическому процессу определения национальных приоритетов и выделения ресурсов на цели защиты и безопасности, а также способствует лучшему пониманию самого процесса регулирования.

Национальная инфраструктура должна также обеспечивать материально-техническую базу и услуги, которые необходимы для организации радиационной защиты и безопасности, но выходят за рамки возможностей юридических лиц, имеющих разрешение на осуществление практической деятельности. Здесь речь идет о средствах и услугах, необходимых для проведения вмешательства, обеспечения индивидуальной дозиметрии и мониторинга окружающей среды, а также для калибровки и взаимного сравнения приборов для измерения излучений. Услуги могут охватывать ведение централизованных регистров профессионального облучения и предоставление информации о надежности оборудования. Обеспечение таких услуг на национальном уровне не сужает рамки основной ответственности за радиационную защиту и безопасность, которую несут юридические лица, имеющие разрешение на осуществление практической деятельности.

## **2.7 Регулирующий орган**

Полноценное и правильное осуществление норм безопасности требует, чтобы правительства создали орган для регулирования внедрения и осуществления любой практической деятельности, связанной с источниками излучения. Такой регулирующий орган должен быть наделен достаточными полномочиями и ресурсами для эффективного регулирования и независим от каких-либо правительственных учреждений и ведомств, ответственных за содействие регулируемой практической деятельности и ее развитие. Регулирующий орган должен быть независим также от зарегистрированных лиц, лицензиатов, а также от лиц, занимающихся проектированием и изготовлением источников излучения, используемых в практической деятельности. Должно быть проведено четкое разграничение ответственности, которую несут при выполнении своих функций регулирующий орган и любая другая сторона, с тем чтобы работники регулирующего органа

сохраняли свою независимость при вынесении суждений и принятии решений в качестве представителей органов, ответственных за безопасность.

Ответственность за все аспекты радиационной защиты и безопасности в стране несет единый регулирующий орган. Однако в некоторых странах регулирующие обязанности в отношении различных видов практической деятельности или различных аспектов радиационной защиты и безопасности могут быть разделены между различными властными структурами. Поэтому термин «регулирующий орган», означает тот регулирующий орган, который имеет отношение к данному источнику или аспекту радиационной безопасности. Независимо от разделения регулирующих обязанностей правительство должно обеспечить охват всех аспектов; например, оно должно обеспечить, чтобы на тот или иной орган была возложена ответственность за регулирующий надзор в отношении мер защиты и безопасности пациентов, а также мер по обеспечению качества оборудования и методов, применяемых при использовании излучений в медицине.

Вид системы регулирования, принятый в какой-либо стране, определяется размерами, сложностью и характеристиками безопасности регулируемых видов практической деятельности и источников, а также традициями регулирования в этой стране. Механизмы осуществления регулирования могут быть различными: одни органы полностью самостоятельны, а другие делегируют некоторые свои обязанности по инспектированию и проведению оценки или другие обязанности различным правительственным, государственным или частным организациям. Кроме того, регулирующий орган может располагать достаточными собственными силами специалистов либо пользоваться услугами экспертов-консультантов или консультативных комитетов.

К общим функциям регулирующего органа относятся:

- оценка заявок на получение разрешения осуществлять практическую деятельность, которая сопряжена или может быть сопряжена с облучением в результате воздействия излучения;
- выдача разрешений на такую практическую деятельность и на использование связанных с ней источников с учетом определенных условий; проведение периодических инспекций в целях проверки соблюдения этих условий;
- правоприменительное принятие необходимых мер по обеспечению соблюдения регулирующих положений и норм.

Для этих целей в отношении источников, используемых в рамках практической деятельности, необходимы механизмы уведомления, регистрации и лицензирования, предусматривающие при определенных условиях исключение или изъятие источников и практической деятельности из сферы действия регулирующих требований. Следует также предусмотреть надзор, мониторинг, рассмотрение, проверку и инспекцию в отношении источников, а также обеспечение наличия адекватных планов на случай радиационных аварий и проведения аварийных вмешательств. Необходимо проводить оценку эффективности мер радиационной защиты и безопасности для каждого вида разрешенной практической деятельности, а также суммарного потенциального воздействия разрешенной практической деятельности.

Необходимо четко определить полномочия инспекторов регулирующего органа и поддерживать последовательность правоприменительных мер, обеспечивая возможность их обжалования лицами, ответственными за источники. Указания, даваемые как инспекторам, так и юридическим лицам, осуществляющим регулирующую деятельность, должны быть ясными. Может возникнуть необходимость разъяснения регулирующим органом порядка выполнения определенных регулирующих требований в отношении различных видов практической деятельности, например в форме руководств по вопросам регулирования. Необходимо развивать дух открытости и сотрудничества в отношениях между юридическими лицами, осуществляющими регулирующую деятельность, и инспекторами, что включает содействие доступу инспекторов в соответствующие помещения и к информации.

Еще одной обязанностью регулирующего органа является проведение в жизнь требования о том, чтобы все участвующие стороны развивали культуру безопасности, которая включает: индивидуальную и коллективную приверженность работников, руководителей и сотрудников регулирующих органов делу обеспечения безопасности; персональную ответственность каждого в вопросах защиты и безопасности, включая работников высшего управленческого звена; а также меры, призванные стимулировать критический подход и стремление к знаниям и исключить успокоенность в вопросах безопасности.

Как регулирующему органу, так и юридическим лицам, осуществляющим регулирующую деятельность, необходимо должным образом учитывать общий опыт и новые разработки в области радиационной защиты и безопасности источников.