

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Радиационная безопасность персонала, населения и окружающей природной среды считается обеспеченной, если соблюдаются основные принципы радиационной безопасности (обоснование, оптимизация, нормирование) и требования радиационной защиты, установленные Федеральным законом "О радиационной безопасности населения" N 3-ФЗ от 09.01.96 (Собрание законодательства Российской Федерации, 1996, N 3, ст. 141), НРБ-99 и действующими санитарными правилами (ОСП-99).

Контроль за реализацией основных принципов осуществляется путем проверки выполнения следующих требований:

4.1 Принцип обоснования

Принцип обоснования должен применяться на стадии принятия решения уполномоченными органами при проектировании новых источников излучения и радиационных объектов, выдаче лицензий и утверждении нормативно - технической документации на использование источников излучения, а также при изменении условий их эксплуатации.

В наиболее простых ситуациях проверка принципа обоснования осуществляется путем сравнения пользы и вреда:

$$X - (Y_1 + Y_2) \geq 0, \quad (1)$$

где: X - польза от применения источника излучения или условий облучения, за вычетом всех затрат на создание и эксплуатацию источника излучения или условий облучения, кроме затрат на радиационную защиту; Y_1 - затраты на все меры защиты; Y_2 - вред, наносимый здоровью людей и окружающей среде от облучения, не устраненного защитными мерами.

Разница между пользой (X) и суммой вреда ($Y_1 + Y_2$) должна быть больше нуля, а при наличии альтернативных способов достижения пользы (X) эта разница должна быть еще и максимальной. В случае, когда невозможно достичь превышения пользы над вредом, принимается решение о неприемлемости использования данного вида источника излучения.

Должны учитываться аспекты технической и экологической безопасности.

Проверка соблюдения принципа обоснования, связанная со взвешиванием пользы и вреда от источника излучения, когда чаще всего польза и вред измеряются через различные показатели, не ограничивается только радиологическими критериями, а включает социальные, экономические, психологические и другие факторы.

Для различных источников излучения и условий облучения конкретные величины пользы имеют свои особенности (произведенная энергия от АЭС, диагностическая и другая информация, добытые природные ресурсы, обеспеченность жилищем и т.д.). Их следует, по возможности, свести к обобщенному выражению пользы для сопоставления с возможным ущербом от облучения за одинаковые отрезки времени в виде сокращения числа чел.-лет жизни. При этом принимается, что облучение в коллективной эффективной дозе в 1 чел.-Зв приводит к потере 1 чел.-года жизни.

Приоритет отдается показателям здоровья по сравнению с экономическими выгодами.

Медико - социальное обоснование соотношения польза - вред может быть сделано на основе количественных и качественных показателей пользы и вреда для здоровья от деятельности, связанной с облучением.

Для количественной оценки следует использовать неравенство:

$$Y_0 > Y_2, \quad (2)$$

где: Y_2 - имеет то же значение, что и в формуле (1), Y_0 - вред для здоровья в результате отказа от данного вида деятельности, связанной с облучением.

Качественная оценка может быть выполнена с помощью формулы:

$$\sum \left(\frac{Z}{D_z} - \frac{Z_0}{D_{z_0}} \right) < 0,$$

где: Z - интенсивность воздействия вредных факторов в результате деятельности, связанной с облучением; Z_0 - вредные факторы, воздействующие на персонал или население при отказе от деятельности, связанной с облучением; D_z и D_{z_0} - допустимая интенсивность воздействия факторов Z и Z_0 .

В условиях радиационной аварии принцип обоснования относится не к источникам излучения и условиям облучения, а к защитному мероприятию. При этом в качестве величины пользы следует оценивать предотвращенную данным мероприятием дозу. Однако мероприятия, направленные на восстановление контроля над источниками излучения, должны проводиться в обязательном порядке.

4.2 Принцип оптимизации

Принцип оптимизации предусматривает поддержание на возможно низком и достижимом уровне как индивидуальных (ниже пределов, установленных НРБ-99), так и коллективных доз облучения, с учетом социальных и экономических факторов.

Реализация принципа оптимизации должна осуществляться каждый раз, когда планируется проведение защитных мероприятий. Ответственным за реализацию этого принципа является служба или лица, ответственные за организацию радиационной безопасности на объектах или территориях, где возникает необходимость в радиационной защите.

В условиях нормальной эксплуатации источника излучения или условий облучения оптимизация (совершенствование защиты) должна осуществляться при уровнях облучения в диапазоне от соответствующих пределов доз до достижения пренебрежимо малого уровня - 10 мкЗв в год индивидуальной дозы. Реализация принципа оптимизации, как и принципа обоснования, должна осуществляться по специальным методическим указаниям, утверждаемым федеральными органами государственного надзора за радиационной безопасностью, а до их издания - путем проведения радиационно - гигиенической экспертизы обосновывающих документов.

Для обоснования расходов на радиационную защиту при реализации принципа оптимизации принимается, что облучение в коллективной эффективной дозе в 1 чел.-Зв приводит к потенциальному ущербу, равному потере 1 чел.-года жизни населения. Величина денежного эквивалента потери 1 чел.-года жизни населения устанавливается методическими указаниями федерального органа госсанэпиднадзора в размере не менее 1 годового душевого национального дохода (т.е. минимальным расходом на совершенствование защиты, снижающей эффективную дозу на 1 человека - зиверт, считается расход, равный одному годовому душевому национальному доходу (величина альфа, принятая в международных рекомендациях).

В условиях радиационной аварии, когда вместо пределов доз действуют более высокие уровни вмешательства, принцип оптимизации должен применяться к защитному мероприятию с учетом предотвращаемой дозы облучения и ущерба, связанного с вмешательством.

4.3 Радиационный риск

Индивидуальный и коллективный пожизненный риск возникновения стохастических эффектов определяется соответственно:

$$r_{ic} = \int_0^{\infty} p_i(E_i) * r_E * E dE;$$
$$R = \sum_{i=1}^N r_{ic}$$

где r , R - индивидуальный и коллективный пожизненный риск соответственно; E - индивидуальная эффективная доза; $p_i(E)dE$, - вероятность для i -го индивидуума получить годовую эффективную дозу от E до $E+dE$; r_E - коэффициент пожизненного риска сокращения длительности периода полноценной жизни в среднем на 15 лет на один стохастический эффект (от смертельного рака, серьезных наследственных эффектов и несмертельного рака, приведенного по вреду к последствиям от смертельного рака), равный

для производственного облучения:

$$r_E = 5,6 * 10^{-2} \text{ 1/чел.-Зв при } E < 200 \text{ мЗв/год;}$$
$$r_E = 1,1 * 10^{-1} \text{ 1/чел.-Зв при } E \geq 200 \text{ мЗв/год;}$$

для облучения населения:

$$r_E = 7,3 * 10^{-2} \text{ 1/чел.-Зв при } E < 200 \text{ мЗв/год;}$$
$$r_E = 1,5 * 10^{-1} \text{ 1/чел.-Зв при } E \geq 200 \text{ мЗв/год.}$$

Для целей радиационной безопасности при облучении в течение года индивидуальный риск сокращения длительности периода полноценной жизни в результате возникновения тяжелых последствий от детерминированных эффектов консервативно принимается равным:

$$r_{i,d} = P_i[D > D],$$

где $P_i[D > D]$, - вероятность для i -го индивидуума быть облученным с дозой больше D при обращении с источником в течение года; D - пороговая доза для детерминированного эффекта.

Потенциальное облучение коллектива из N индивидуумов оправдано, если

$$\sum (r_{i,c} * \bar{O}_c + r_{i,d} * \bar{O}_d) * c_T \leq V - Y - P$$

где O_c - среднее сокращение длительности периода полноценной жизни в результате возникновения стохастических эффектов, равное 15 лет; O_d - среднее сокращение длительности периода полноценной жизни в результате возникновения тяжелых последствий от детерминированных эффектов, равное 45 лет; c_T - денежный эквивалент потери 1 чел.-года жизни населения; V - доход от производства; P - затраты на основное производство, кроме ущерба от защиты; Y - ущерб от защиты.

Снижение риска до возможно низкого уровня (оптимизацию) следует осуществлять с учетом двух обстоятельств:

- предел риска регламентирует потенциальное облучение от всех возможных источников излучения. Поэтому для каждого источника излучения при оптимизации устанавливается граница риска;
- при снижении риска потенциального облучения существует минимальный уровень риска, ниже которого риск считается пренебрежимым и дальнейшее снижение риска нецелесообразно.

Предел индивидуального пожизненного риска в условиях нормальной эксплуатации для техногенного облучения в течение года персонала принимается округленно $1,0 \times 10^{-3}$, а для населения - $5,0 \times 10^{-5}$. Уровень пренебрежимого риска разделяет область оптимизации риска и область безусловно приемлемого риска и составляет 10^{-6} .