

УДК 699.877.3

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТОВ УКРАИНЫ

*д.т.н., проф. Беликов А.С., к.т.н., доц. Шаломов В.А., асп. Степанова А.В.  
ГВУЗ «ПГАСА», г. Днепропетровск*

**Постановка проблемы.** Наибольшую опасность из множества антропогенных источников окружающей среды, определяющих условия жизнедеятельности человека представляют источники ионизирующих излучений (ИИИ). Постоянный характер их воздействия, отсутствие у человека информации об их наличии с помощью органов ощущения, проявление последствий воздействия на организм через длительный латентный период (годы, десятилетия) являются одним из основных вопросов безопасности человека.

**Цель работы** состоит в достижении радиационной безопасности на объектах с ИИИ в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов Украины.

**Содержание работы.** Длительные широкомасштабные исследования позволили выявить характерные закономерности влияния естественных и антропогенных источников ионизирующих излучения на величину эффективной дозы облучения населения и позволили принять в 90<sup>х</sup> годах XX столетия современную концепцию радиационной защиты человека [1-2]. Цель концепции состоит в сохранении здоровья человека от возможного ущерба, наносимого воздействием ИИИ; обеспечении безопасности людей при работе с ИИИ; охране окружающей среды.

Для достижения целей радиационной безопасности Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) [3] рекомендует систему ограничения создаваемой эффективной дозы каждым ИИИ:

- никакой вид деятельности человека не должен вводиться в практику, если его применение не дает реальную чистую пользу для общества;
- уровни эффективной дозы облучения от ИИИ должны быть на таких низких уровнях, какие можно разумно достигнуть с учетом экономических и социальных факторов (ALARA- принцип);
- эффективная доза облучения населения не должна превышать 1 мЗв/год.

Данные положения рекомендаций МКРЗ касаются только антропогенных ИИИ, интенсивностью ионизирующих излучений которых человек может управлять.

Управление – это такой вид человеческой деятельности, который направлен на снижение и предотвращение облучения, создаваемого антропогенными ИИИ, с помощью защитных мероприятий [4-5]. Для реализации управления радиационными показателями ИИИ необходимо знать как величины параметров источников, закладываемых в качестве сырья для получения данного вида продукции, так и величины параметров в выпускаемой продукции, на базе знания которых и определяется опасность воздействие источника на организм человека.

Управляемая группа антропогенных ИИИ с учетом использования и не использования в них свойств ионизирующих излучений в выпускаемой продукции делится на индустриальные и техногенные источники.

В индустриальных ИИИ энергия их ионизирующих излучений используется непосредственно человеком для создания материальных благ для общества. Их создание возможно только на основе детального знания состава и параметров ионизирующих источников, что обеспечивает полную контролируемость и прогнозируемость создаваемой ими радиационной обстановки. С учетом высокой активности индустриальных ИИИ они представляют повышенную радиационную опасность для обслуживающего персонала и населения и требуют обязательного проведения защитных мероприятий [5] до применения ИИИ по прямому назначению.

Защитные мероприятия по обеспечению радиационной безопасности индустриальных ИИИ включают экранирование данного источника материалами, ослабляющими интенсивность его ионизирующих излучений; увеличение расстояния между источником и объектом воздействия, уменьшение времени контакта человека с источниками и др.

Детальное знание параметров индустриальных ИИИ и создаваемой ими радиационной обстановки послужило базой разработки комплекса защитных мероприятий, реализация которых обеспечивает высокий уровень их радиационной безопасности (вклад индустриальных ИИИ в величину эффективной дозы облучения не превышает 1%). При этом польза для общества от использования индустриальных ИИИ значительно больше затрат на их создание и эксплуатацию с учетом затрат на защитные мероприятия, и ущерба, наносимого ионизирующим источником здоровью людей [1-3].

Таким образом, для управления уровнем радиационной безопасности любого антропогенного ИИИ необходимо знать радиационные параметры, как источника, так и выпускаемой продукции, что позволит оценить последствия воздействия источника на организм человека и потребует разработки и применения «своего» комплекса защитных мероприятий.

Человек с целью обеспечения своих жизненных потребностей (в жилье, воде, минеральных удобрениях и др.) широко использует природные ресурсы Земли. Содержащиеся в выпускаемой продукции этих видов деятельности естественные радионуклиды (ЕРН) и образуют группу техногенно-повышенных источников природного происхождения (ТПИПП). Для техногенных ИИИ характерно повышение доступности контакта их с человеком, их высокой радиотоксичностью, несмотря на сравнительно низкое содержание ЕРН (на уровне базового естественного фона). При этом человек непосредственно влияет на содержание ЕРН в выпускаемых видах продукции почти не может. Это обуславливает непрогнозируемость и неконтролируемость радиационной обстановки, создаваемой техногенными ИИИ. Вместе с тем значимость вклада техногенных ИИИ в величину суммарной эффективной дозы облучения обусловила необходимость уменьшения их воздействия, что возможно только на основе реализации защитных мероприятий с учетом особенностей характеристик каждого ионизирующего источника и его воздействия на организм человека.

Так для ИИИ строительного производства опасность представляют источники открытого типа, радионуклиды которых вызывают внешнюю и внутреннюю составляющую эффективной дозы облучения в помещениях здания; для их радионуклидного состава, воздействующего на человека в ограниченном объеме помещения, характерна повышенная радиотоксичность, особенно для радона-222 и его дочерних продуктов распада (ДПР).

Обеспечение радиационной безопасности объектов строительства должно соответствовать основным положениям современной концепции радиационной защиты человека [2-4], приведенной на рис. 1.

Для этого необходимо углубленное знание свойств и параметров ИИИ строительного производства, методов их измерения и определения; наличие формализованных моделей связи между параметрами на отдельных этапах производства, вплоть до оценки радиационной безопасности зданий. При этом для достижения приемлемого уровня риска ( $\leq 5 \cdot 10^{-5}$ ) необходимо обязательно выполнение защитных мероприятий по уменьшению создаваемой источниками эффективной дозы облучения в помещениях зданий. При этом принципы построения комплекса защитных мероприятий для строительного производства должны быть основаны на использовании методов ослабления параметров ионизирующих источников, создающих радиационный фон в помещениях здания.

Радиационная безопасность объектов строительства в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов в Украине [1-3] может быть реализована управлением уровнями радиационных параметров ионизирующих источников и в помещениях здания на основе защитных мероприятий. Применение защитных мероприятий требует определенных денежных затрат и считается целесообразным, если польза от их реализации для общества больше наносимого экономического ущерба.

На современном этапе развития общества производительных сил и уровня природных ресурсов (взаимоотношений экономики и экологии) доминируют экономические цели – оценка влияния качества окружающей среды на экономическую систему. Это определяет необходимость перевода любых изменений окружающей среды в стоимостную оценку эффекта, адекватно отражающую соответствующие изменения в экономической системе.

Так принятие решения на реализацию защитного мероприятия возможно на основе сопоставления получаемой пользы ( $-\Delta Y_j^Z$  – уменьшение ущерба здоровья населения) и вреда ( $X^j$  – затрат на реализацию j-го защитного мероприятия). Эффективность реализации защитного мероприятия оценивает по соотношению «польза-вред» [5]:

$$\Delta Y_j^Z < X^j \quad (1)$$

Радиационная безопасность объектов строительства, как доминирующего ионизирующего источника по вкладу в эффективную дозу облучения населения, достигается использованием защитных мероприятий, отвечающих требованиям принципов радиационной защиты человека [1, 2]:



Рис.1. Концепция радиационной безопасности с учетом допустимого риска

- **целесообразности** – польза от проведения данного *i*-го защитного мероприятия для общества или отдельного человека должна быть больше, чем суммарный убыток (экономический, медицинский, социально-психологический):

$$a_j^j \times \Delta H_{\text{эф}}^j > X^j; \quad (2)$$

- непревышения – должны быть использованы все возможные защитные мероприятия для снижения индивидуальных доз облучения человека ниже уровня пороговых значений детерминированных радиационных эффектов:

$$H_{\text{эф.}} - \Delta H_{\text{эф}}^j < H_{\text{эф}}^{\text{нор}}; \quad (3)$$

- оптимизации – объем проводимых защитных мероприятий должен выбираться так, чтобы разность между получаемой пользой для общества и суммарным убытком была не только положительной, но и максимальной:

$$\left( \sum_{j=1}^n a_j^j \times \Delta H_{\text{эф}}^j - \sum_{i=1}^n X^i \right) > 0 \text{ (max)} \quad (4)$$

Анализ требования принципов радиационной защиты человека [2] показывает, что она отражает как социальный ( $\Delta H_{\text{эф}}^j$ , мЗв/год), так и экономический ( $a_j^j \times \Delta H_{\text{эф}}^j$ , грн;  $X^j$ , грн) показатели выигрыша, получаемого обществом, от реализации защитных мероприятий строительного производства.

**Выводы.** Показатели должны иметь размерность в единицах стоимости, что возможно на основе следующих положений МКРЗ [2-3]:

- облучение коллективной эффективной дозой в 1 чел\*Зв приводит к потенциальному ущербу, равному потери 1 чел\*года жизни населения;
- величина денежного эквивалента потери 1 чел\*года устанавливается в размере не менее 1 годового душевого национального дохода;
- один стохастический эффект вызывает сокращение длительности периода полноценной жизни в среднем на 15 лет.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Украины «О защите человека от воздействия ионизирующих излучений» - Киев: №15 ВР, 1998.
2. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). – Киев: МОЗ, 1997, 121 с.
3. Основні санітарні правила протирадіаційного захисту України (ОСПУ) ДСП 6.074.120-01 – Київ: МОЗ, 2001, 135 с.
4. Запрудин В.Ф., Соколов И.А., Пилипенко А.В. Радиоэкология строительного производства // Днепропетровск 2003, 136 с.
5. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. – М.: Энергоатомиздат, 1989, 118 с.