

Ионизирующие излучения

Ионизирующие излучения (ИИ) – излучения, взаимодействие которых со средой приводит к образованию ионов (электрически заряженных частиц) разных знаков из электрически нейтральных атомов и молекул.

Классификация ионизирующих излучений

Ионизирующие излучения делят на **корпускулярные** и **электромагнитные**.

- К **корпускулярным ИИ** относятся *альфа (α) - излучение* – поток ядер атомов гелия; *бета (β) - излучение* – поток электронов, иногда позитронов («положительных электронов»); *нейтронное (n) излучение* – поток нейтронов, возникающий в результате ряда ядерных реакций.
- **Электромагнитными ИИ** являются *рентгеновское (ν) излучение* – электромагнитные колебания с частотой $3 \cdot 10^{17}$ – $3 \cdot 10^{21}$ Гц, возникающие при резком торможении электронов в веществе; *гамма-излучение* – электромагнитные колебания с частотой $3 \cdot 10^{22}$ Гц и более, возникающие при изменении энергетического состояния атомного ядра, при ядерных превращениях или аннигиляции («уничтожении») частиц.

Основные характеристики излучения

- **Активность радионуклида (A)** – мера радиоактивности – это величина, которая характеризует радиоактивный источник и показывает число происходящих в нем распадов в единицу времени. Единицей активности является беккерель (Бк), равный одному распаду в секунду. Используемая ранее внесистемная единица активности кюри (Ки) составляет $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.
- **Удельная активность** – отношение активности A радионуклида в веществе к массе (m) или объему (V) вещества. Единица удельной активности – беккерель на килограмм, Бк/кг. Единица объемной активности – беккерель на метр кубический, Бк/м³.
Количественную оценку действия ИИ в среде производят по значению дозы излучения: поглощенной и эквивалентной.
- **Поглощенная доза** характеризует количество энергии любого ионизирующего излучения, поглощенное единицей облучаемой массы, и измеряется в греях (Гр), $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$.
- **Эквивалентная доза** характеризует количество энергии любого ИИ, поглощенное биологической тканью, и измеряется в зивертах (Зв), $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} \cdot W$, где $W = 1 \dots 20$ и более – взвешивающие коэффициенты, показывающие, во сколько раз радиационная опасность данного вида ИИ выше, чем от рентгеновского излучения при одинаковых поглощенных дозах; внесистемная единица эквивалентной дозы - бэр (бэр), $1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв}$.

Действие ионизирующего излучения на организм человека

- Последствия облучения могут проявиться непосредственно у самого облученного (**соматические эффекты**) или у его потомства (**генетические эффекты**).
- **К соматическим эффектам** относятся локальные лучевые повреждения (лучевой ожог, катаракта глаз, повреждение половых клеток и др.); острая лучевая болезнь (при однократном облучении большой дозой за короткий промежуток времени, например при аварии); хроническая лучевая болезнь (при облучении организма в течение продолжительного времени); лейкозы (опухолевые заболевания кроветворной системы); опухоли органов и клеток; сокращение продолжительности жизни.
- **Генетические эффекты** – врожденные уродства – возникают в результате мутаций (наследственных изменений) и других нарушений в половых клеточных структурах, ведающих наследственностью.
- Облучение источниками ИИ может быть внешним и внутренним. Внешнее облучение производится источниками, находящимися вне организма, внутреннее – источниками, попавшими в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и кожу или ее повреждения.

Нормирование ионизирующих излучений

К основным правовым нормативам в области радиационной безопасности относятся:

- СП 2.6.1.758–99. Нормы радиационной безопасности (НРБ — 99).
- СП 2.6.1.799–99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99).

Нормы радиационной безопасности устанавливают три категории облучаемых лиц: *категория А* – профессиональные работники, работающие непосредственно с источниками ИИ; *категория Б* – лица, которые не работают непосредственно с источниками ИИ, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могут подвергаться промышленному облучению; третья категория – остальное население.

Установлены также три класса нормативов:

- основные пределы доз (ПД);
- допустимые уровни монофакторного воздействия: пределы годового поступления (ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОВА), среднегодовые удельные активности (ДУА), допустимые уровни загрязнения рабочих поверхностей и т. д.;
- контрольные уровни (дозы, уровни активности, плотности потоков и др.).

Основные пределы доз

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год: в хрусталике глаза коже кистях и стопах	150 мЗв 500 мЗв 500 мЗв	15 мЗв 50 мЗв 50 мЗв

Защита от ионизирующих излучений

Эквивалентную дозу излучения можно снизить, если:

- а) уменьшить активность источника ИИ («защита количеством»);
- б) использовать в качестве источника излучения нуклид (изотоп) с меньшей энергией («защита мягкостью излучения»);
- в) уменьшить время облучения («защита временем»);
- г) увеличить расстояние от источника излучения («защита расстоянием»).

Если защита количеством, мягкостью излучения, временем или расстоянием невозможна, то используют экраны («защита экранированием»). Экранирование – основное защитное средство, позволяющее снизить ИИ на рабочем месте до любого уровня.

Защита от внутреннего облучения состоит в предотвращении или ограничении попадания радиоактивного вещества внутрь организма. Наиболее важные защитные меры здесь: поддержание необходимой чистоты воздуха в помещениях путем эффективной вентиляции их; подавление и улавливание радиоактивной пыли, чтобы исключить накопление радиоактивных веществ на различных плоскостях; соблюдение правил личной гигиены.

К числу основных профилактических мероприятий относятся правильный выбор планировки помещений, оборудования, отделки помещений, технологических режимов, рациональная организация рабочих мест, соблюдение мер личной гигиены работающими, рациональные системы вентиляции, защиты от внешнего и внутреннего облучения, сбора и удаления радиоактивных отходов.

К средствам индивидуальной защиты от ИИ относятся:

- 1) изолирующие пластиковые пневмокостюмы с принудительной подачей воздуха в них;
- 2) специальная одежда хлопчатобумажная и пленочная;
- 3) респираторы и шланговые противогазы для защиты органов дыхания;
- 4) специальная обувь;
- 5) резиновые перчатки и рукавицы из просвинцованной резины с гибкими нарукавниками для защиты рук;
- 6) пневмошлемы и шапочки для защиты головы;
- 7) щитки из оргстекла для защиты лица;
- 8) очки для защиты глаз.