

КАЗАХСКАЯ ГОЛОВНАЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ

Факультет строительных технологий инфраструктуры и менеджмента

**дисциплина «Основы безопасности
жизнедеятельности»
лекция №7
«Ионизирующие излучения»**

Общие сведения

Ионизирующее излучения (ИИ) – излучения, которые при взаимодействии с веществом вызывают его ионизацию, т.е. образование заряженных атомов или радикалов (ионов).

- Источники ИИ широко применяются для дефектоскопии металлов, контроля качества сварных швов, в контрольно-измерительных приборах (уровнемеры), для борьбы со статическим электричеством, а также в атомной энергетике, медицине и др.

- Контакт с ИИ представляет серьезную опасность для человека, и для снижения этой опасности до допустимых уровней требуется применение специальных технических и организационных мер.

Виды ионизирующих излучений

Альфа-частицы представляют собой положительно заряженные ядра атомов гелия. Эти частицы испускаются при радиоактивном распаде некоторых элементов с большим атомным номером. Альфа-частицы распространяются в средах прямолинейно со скоростью 20 тыс. км/с, создавая на своем пути ионизацию большой плотности.

Бета-частицы — это поток электронов или позитронов, обладающий большей проникающей и меньшей ионизирующей способностью, чем альфа-частицы. Они возникают в ядрах атомов при радиоактивном распаде и сразу излучаются со скоростью, близкой к скорости света.

- **Рентгеновское излучение** — это электромагнитное излучение высокой частоты и с короткой длиной волны, возникающее при бомбардировке вещества потоком электронов. Важнейшее свойство рентгеновского излучения — его большая проникающая способность. Рентгеновские лучи могут возникать в рентгеновских трубках, электронных микроскопах, мощных генераторах, выпрямительных лампах, электронно-лучевых трубках и др.
- **Гамма-излучение** относится к электромагнитному излучению и представляет собой поток квантов энергии, распространяющихся со скоростью света. Гамма-излучение свободно проходит через тело человека и другие материалы, не сопровождаясь заметным ослаблением, и может создавать вторичное и рассеянное излучение в средах, через которые проходит.

Нейтронное излучение – это поток нейтральных частиц, которые вылетают из ядер атомов при некоторых ядерных реакциях, в частности при делении ядер урана и плутония. Отличительная особенность нейтронного излучения – способность превращать атомы стабильных элементов в радиоактивные изотопы, что резко повышает опасность нейтронного облучения.

Альфа-, бета-частицы и нейтронные излучения имеют **корпускулярную** природу (поток частиц), а гамма-излучение и рентгеновское излучение – **волновую** природу (электромагнитные волны).

Единицы активности и дозы ИИ

Активность (**A**) радиоактивного вещества – это число спонтанных ядерных превращений (dN) в единицу времени (dt) (скорость превращения):

$$A = dN / dt$$

Единица активности – беккерель (Бк). 1 Бк равен одному ядерному превращению в секунду.

Активность чаще выражают в несистемных единицах кюри (Ки):

$$1 \text{ Ки} = 37 \cdot 10^9 \text{ Бк}$$

Основным параметром, характеризующим поражающее действие проникающей радиации, является **доза излучения**, т.е. количество энергии ИИ, поглощенной единицей массы облучаемой среды. Различают дозу излучения в воздухе (**экспозиционную дозу**) и **поглощенную дозу**.

Экспозиционная доза (X) – это отношение полного заряда (dQ) ионов одного знака, возникающих в сухом атмосферном воздухе малого объема, к массе воздуха (dm) в этом объеме (кулон на килограмм):

$$X = dQ/dm, \text{ Кл/кг.}$$

Экспозиционная доза характеризует потенциальную опасность радиации при общем и равномерном облучении тела человека.

Биологическое действие ИИ зависит от поглощенной дозы.

Поглощенная доза излучения (D) – это отношение средней энергии (de), переданной излучением веществу в некотором элементарном объеме, к массе вещества (dm) в этом объеме:

$$D = de/dm, \text{ Дж/кг.}$$

Единица измерения поглощенной дозы называется **грей (Гр)**:

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг.}$$

Используется также единица измерения – рад.:

$$1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр.}$$

Величина поглощенной дозы зависит не только от свойств излучения, но и от свойств поглощающего вещества. Одинаковая доза различных видов излучения вызывает в живом организме различное биологическое действие. Для учета влияния на организм человека различных видов излучения на различные органы вводят понятия **«эквивалентная»** и **«эффективная»** дозы.

Эквивалентная доза (H) – это поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения, WR :

$$H_{T,R} = D_{T,R} \cdot WR,$$

где $D_{T,R}$ – средняя поглощенная доза излучения R в органе или ткани T .

Единица измерения эквивалентной дозы – **зиверт** (Зв):

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг.}$$

Иногда используется бэр (биологический эквивалент рада):

$$1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв.}$$

Эффективная доза (E) – это величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Она представляет собой сумму произведений эквивалентной дозы в органе ($H_{t,T}$) на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного органа или ткани (WT):

$$E = \sum H_{t,T} WT,$$

где $H_{t,T}$ – эквивалентная доза в ткани T за время t .

Биологическое действие ИИ

Существуют два вида воздействия радиоактивных частиц на живые объекты: внешнее облучение и внутреннее (с вдыхаемым воздухом, пищей, проникновением через кожу). Причины действия облучения на живые организмы:

- 1) разрыв молекулярных связей и изменение химической структуры различных соединений при ионизации живой ткани, что приводит к гибели клеток;

2) радиолиз воды, составляющей около 70% массы ткани, с образованием свободных радикалов, а также сильных окислителей – гидропероксида и пероксида водорода.

Ионизирующая радиация при воздействии на организм человека может вызвать два вида эффектов, которые клиническая медицина называет болезнями: детерминированные (определенные) пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, лучевое бесплодие) и стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни и др.

При воздействии на человека больших доз ИИ возможно возникновение лучевой болезни в острой или хронической форме.

Радиоактивные нуклиды, попавшие в организм с воздухом, пищей, через кожный покров, вызывают изменение состава крови, поражение печени, селезенки, щитовидной железы. Накапливаясь в костной ткани, они приводят к ее перерождению, суставным изменениям и атрофии фаланг. Результат их действия на органы дыхания — возникновение бронхопневмонии, рака легкого и бронхов. При действии на коже начинается зуд и жжение, затем происходит выпадение волос, появляются мокнущие язвы и в итоге возникает рак кожи.

Нормирование ИИ

Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) распространяются на воздействия ИИ в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников излучения; в результате радиационной аварии; от природных источников излучений; при медицинском облучении.

Нормы устанавливают три группы лиц, подвергающихся излучению:

- **группа А** – персонал, работающий с техногенными источниками ИИ;
- **группа Б** – персонал, по условиям работы находящийся в сфере возможного действия источников ионизирующих излучений;
- **население** – остальная часть населения, т.е. все население включая персонал предприятий вне сферы и условий производственной деятельности.

При ликвидации аварий с источниками ИИ планируемое повышенное облучение персонала возможно только в тех случаях, когда нет возможности принять меры, исключающие превышение установленных пределов, и может быть оправдано лишь спасением жизни людей, предотвращением дальнейшего развития аварии и облучения большого числа людей. Планируемое повышенное облучение допускается только для мужчин старше 30 лет лишь при их добровольном письменном согласии после информирования о возможных дозах облучения при ликвидации аварии и риске для здоровья.

При проведении профилактических медицинских рентгенологических, а также научных исследований практически здоровых лиц, не имеющих медицинских противопоказаний, годовая эффективная доза облучения не должна превышать **1 мЗв**.

Мероприятия по защите от ИИ

Цель мероприятий, направленных на защиту людей от ИИ – исключить их контакт с радиоактивными источниками или уменьшить уровень их облучения. НРБ-99 для обеспечения радиационной безопасности людей предусматривают следующие главные принципы:

- **нормирования** – не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников радиоизлучения;

- **обоснования** – запрещение видов деятельности по использованию источников ИИ, при которых полученная доза для человека и польза общества не превышает риска возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением;

- **оптимизации** – поддержание на возможно низком уровне с учетом экономических факторов индивидуальных доз облучения и число облучаемых лиц при использовании источников ИИ.

Основные мероприятия по защите людей от радиоактивности:

- заключение источников ИИ в герметичную аппаратуру или оболочку (остекловывание) для исключения попадания открытых радиоактивных веществ внутрь организма и загрязнения ОС;

- использование для защиты от внешнего облучения экранирования, увеличения расстояния до источника, уменьшения времени облучения;

- обеспечение помещений и рабочих мест необходимым оборудованием (камеры, боксы, вытяжные шкафы, тяжелые контейнеры и т.п.), системами воздухообмена, электроснабжения, водопровода, отопления и др.;

- обеспечение дозиметрического контроля, постоянная информация работающих об уровне радиации, обучение безопасным методам работы, использование СИЗ и СКЗ.