



IAEA

International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Гамма-излучение

Учебно-методический материал по радиационной защите персонала уранодобывающих и перерабатывающих предприятий



IAEA

International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Гамма-излучение

- Введение. Гамма-излучение
- Меры контроля
- Мониторинг рабочих мест и дозиметрический контроль персонала
- Ключевая информация и контрольные вопросы

Гамма-излучение



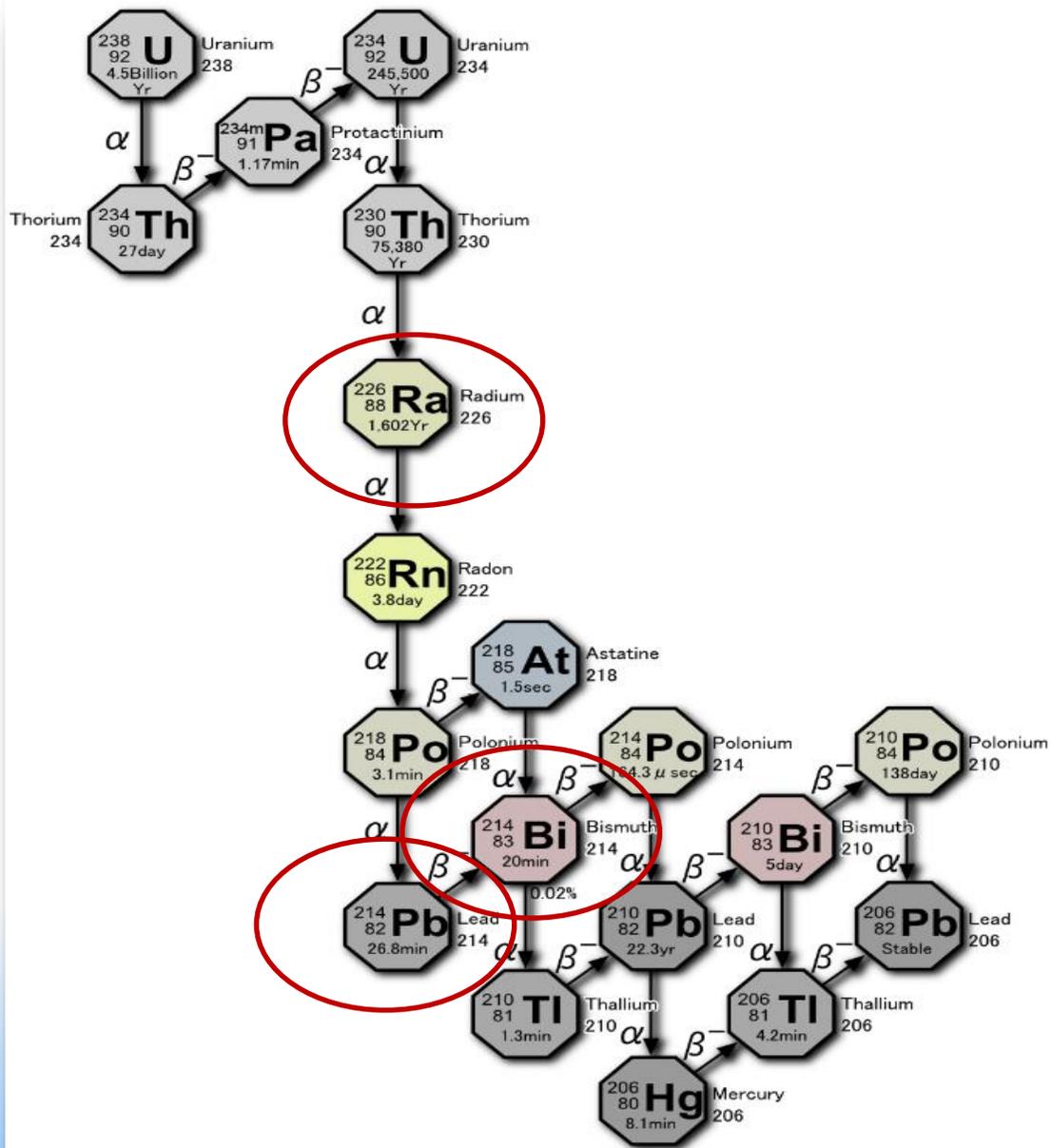
- Внешнее облучение персонала от гамма-излучения часто является одним из наиболее значимых видов воздействия при добыче урана.
- В большинстве случаев рудные тела, используемые для производства урана, имеют малое содержание тория, цепочка распада которого вносит незначительный вклад в мощность дозы гамма-излучения на производстве;
 - однако, когда концентрация тория составляет более 10% концентрации в добываемой урановой руде, необходимо учитывать гамма-излучение радионуклидов ториевой цепи.
- Гамма-излучение также может быть более мощным вблизи:
 - Выдержанного уранового концентрата
 - Труб и емкостей со шламом и отложениями, содержащими ^{226}Ra

Гамма-излучение. Продолжение



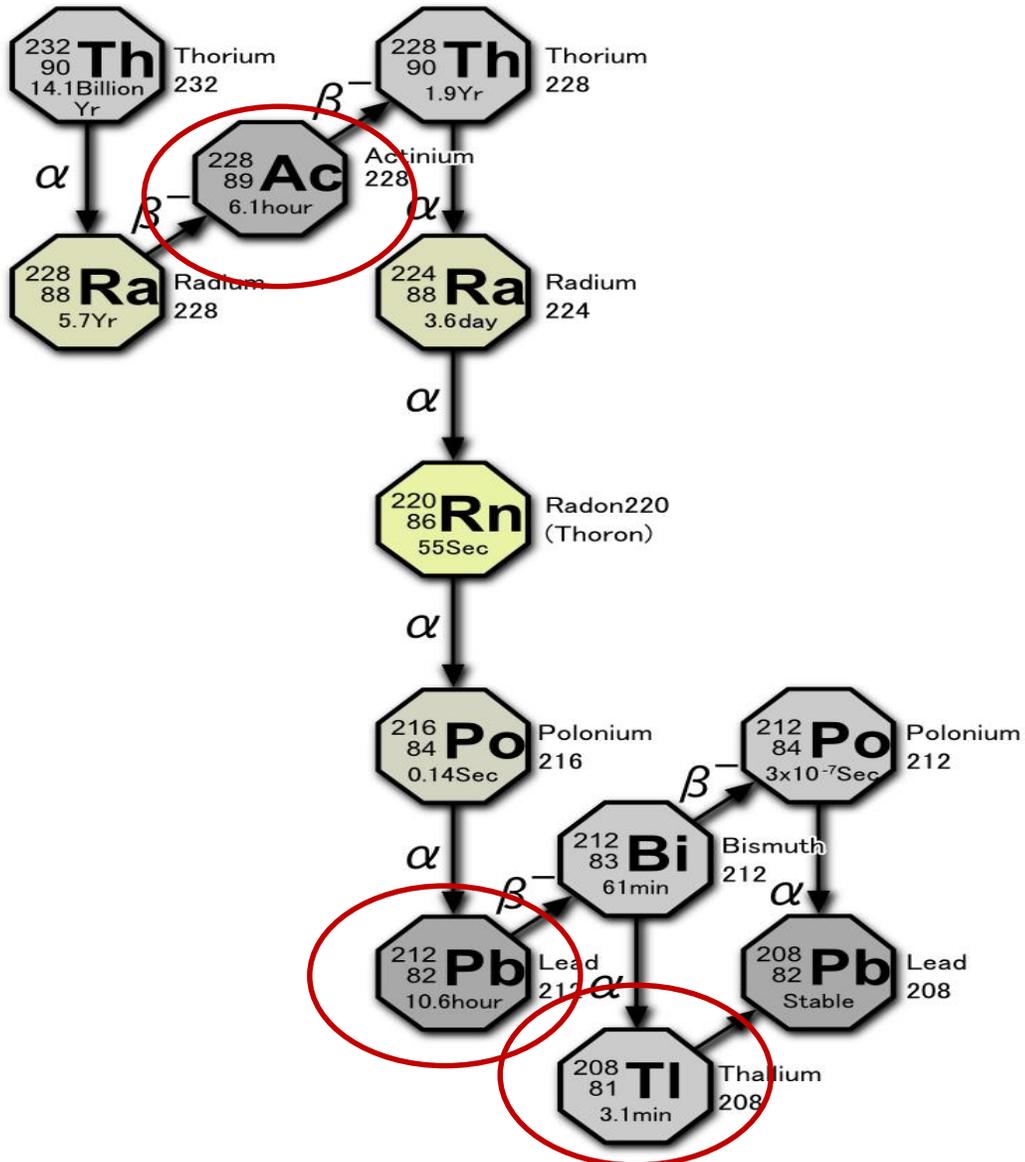
- Продукты распада урана и тория состоят из смеси альфа-, бета- и гамма-излучающих радионуклидов.
Как показано на следующих слайдах, основные гамма-излучатели
 - ^{214}Pb и ^{214}Bi от ^{226}Ra в цепочке распада ^{238}U , и
 - ^{228}Ac , ^{212}Pb и ^{208}Tl в цепочке распада ^{232}Th .
- В некоторых ситуациях, когда уровень ^{222}Rn повышен (выше 1000 Б/м³), уровни гамма-излучения также могут быть повышены.

Цепочка распада (^{238}U)



Основным гамма излучателем является ^{226}Ra , в частности его дочерние короткоживущие продукты распада ^{214}Pb и ^{214}Bi

Цепочка распада ториевого ряда (^{232}Th)



Основными гамма
излучателями являются ^{228}Ac ,
 ^{212}Pb и ^{208}Tl

Факторы, влияющие на мощность дозы гамма-излучения

- Концентрация урана в рудном теле;
- Концентрация тория в рудном теле;
- Количество извлекаемого материала;
- Специфические особенности добычи, в том числе процессов и оборудования
- Присутствие или отсутствие радона и его дочерних продуктов распада
- Проект технологического устройства производства, включая планы размещения оборудования и принципиальную технологическую схему;
- Радионуклидный состав и удельная активность (на грамм вещества);
- Расстояние от локальных полей гамма-излучения до постоянных рабочих мест и зон с высокой плотностью сотрудников.

Меры контроля

- Основные принципы минимизации профессионального облучения: **время, расстояние и экранирование:**
- Сокращение продолжительности работы под воздействием полей гамма-излучения;
- Увеличение расстояния от источника гамма-излучения;
- Экранирование от источника гамма-излучения.

Административные меры контроля гамма-излучения

- Планирование работы для сокращения длительности облучения;
- Информированность о значениях мощности дозы гамма-излучения (особенно о локальном повышении мощности дозы) на всех участках рудника и перерабатывающего завода;
- Ограничение времени нахождения персонала в местах с повышенной мощностью дозы гамма-излучения (то есть минимизация времени пребывания отдельных лиц или группы людей в рабочей зоне);
- Ограничение и контроль доступа к участкам с повышенной мощностью гамма-излучения;
 - Размещать рабочие места в местах, характеризующимися малыми значениями мощности дозы, где это практически возможно;
 - Размещать предупреждающие знаки о радиационной опасности при входе в зоны с повышенной мощностью гамма-излучения;
 - Использовать барьеры и ограждения для ограничения доступа к зонам с повышенной мощностью дозы;
- Использование персоналом электронных индивидуальных дозиметров при работе на участках с высокой мощностью дозы.
- Обучение персонала

Меры контроля воздействия гамма-излучения - экранирование



- Габаритные размеры и плотность конструкционных материалов горного оборудования часто могут обеспечить существенное экранирование
- В подземных выработках дополнительная защита может быть обеспечена торкретированием (нанесение слоя бетона на участки обнаженной породы, часто используется для снижения риска падения камней)
- В урановых рудниках с высоким содержанием урана (например >1%)
 - добыча может осуществляться с использованием специальных методов, машин с дистанционным управлением и методов обработки, которые ограничивают воздействие излучения на персонал в зонах с повышенной мощностью дозы;
 - конструкция защитного экрана является жизненно важным инструментом в организации радиационной защиты при профессиональном облучении;

Меры контроля за гамма-излучением - экранирование



- На большинстве перерабатывающих предприятий экранирование не является необходимым из-за низких мощностей дозы, или же на заводе достаточно открытого пространства для уменьшения радиологического воздействия без необходимости применения экранирования.
- На урановых рудниках с высоким содержанием урана
 - Устройство экранирования на перерабатывающем заводе является важным инструментом в управлении дозовыми нагрузками на персонал
 - Некоторые зоны в рамках технологического процесса могут требовать ограждения защитными экранами
- Склад хранения уранового концентрата следует расположить на удаленном расстоянии от установки по переработке и мест постоянного пребывания персонала или ограждено защитными экранами.

- Объем программы мониторинга гамма-излучения должен быть соразмерен с
 - характером и мощностью источников гамма-излучения на рабочем месте,
 - данными ежегодного облучения персонала.
- Необходимость проведения мониторинга гамма-излучения не ограничивается сроком эксплуатации предприятия по добыче и переработке урана, но также требуется при проведении:
 - геологоразведочных работ,
 - предварительных экологических исследований,
 - пуско-наладочных работ,
 - эксплуатации и вывода из эксплуатации.

- Программы мониторинга – это инструмент, используемый для демонстрации того, что;
 - меры производственной радиационной защиты реализуются в заданном режиме,
 - сигнализировать, необходимо ли рассматривать следующие защитные меры, и
 - проверить, проводится ли техническое обслуживание для поддержания желаемого уровня радиационной защиты.
- Существует также необходимость разработки других программ мониторинга для специфических целей, таких как:
 - Мониторинг при разрешенном перемещении предметов за пределы площадки,
 - Мониторинг до начала деятельности по техническому обслуживанию внутри перерабатывающей установки,
 - Мониторинг неконтролируемых (чистых) зон завода и площадки.

- При добыче и переработке урана необходимы программы мониторинга гамма-излучения как рабочей зоны, так и персонала.
- Мониторинг гамма-излучения включает в себя:
 - Измерение мощности дозы гамма-излучения на рабочем месте;
 - Измерение индивидуальных доз облучения персонала от гамма-излучения;
 - Фиксация увеличения количества гамма-излучающего материала (например, шлама) в рамках технологического процесса;
 - Проверка эффективности разработанных инженерных мер на участке добычи и перерабатывающем заводе;
 - Подтверждение и проверка обозначений территории

- При разработке стратегии мониторинга для добывающих или перерабатывающих производств необходимо учитывать следующее:
 - определение участков, которые необходимо контролировать;
 - определение роли персонального мониторинга;
 - подбор соответствующего оборудования для мониторинга;
 - временная частота мониторинга;
 - количество измерений в определенных участках или объектах контроля

Дозиметрический контроль



- Дозовые нагрузки на персонал от гамма-излучения могут быть оценены при помощи различных методов, включая :
 - Предварительные оценки, основанные на моделировании и расчетах, как, например, при планировании новых рудников или перерабатывающих заводов;
 - Индивидуальный дозиметрический контроль каждого работника или репрезентативных работников из большей группы с подобными дозовыми нагрузками (ГПДН);
 - Использование результатов мониторинга территории и учет других радиационно-опасных факторов (РОФ) для оценки годовых доз гамма-облучения персонала.

Мониторинг и дозиметрический контроль



Необходимо также предусмотреть

- Выбор портативного оборудования для радиационного контроля гамма-излучения
- Выбор персонального индивидуального дозиметра
 - ТЛД (в настоящее время один из самых распространённых дозиметров);
 - ОСЛ;
 - ЭПД (Эти электронные дозиметры обеспечивают показания мощности дозы в режиме реального времени и отслеживание накопленной дозы.).
- Калибровка и ежедневные проверки
- Контроль качества
- Учитывать естественный радиационный фон
- Интерпретировать результаты радиационного контроля

Ключевая информация



- Дозы внешнего облучения персонала от гамма-излучения часто вносят наиболее значительный вклад в дозовые нагрузки на персонал при добыче урана..
- Простыми словами, чем выше концентрация урана в руде, тем выше мощность дозы гамма-излучения.
- Гамма-облучение контролируется посредством планирования и мониторинга.
- Ключевыми подходами для минимизации профессионального облучения являются время, расстояние и экранирование.

Контрольные вопросы



Q1:

- Основные подходы по минимизации профессионального гамма-облучения

Q2:

- Как оценивается доза облучения от гамма-излучения?

Ответы на контрольные вопросы



A1:

- Сокращение времени пребывания в полях гамма-излучения;
- Увеличение расстояния от источника гамма-излучения;
- Защита экранированием от источника гамма-излучения.

A2:

- Прогнозирование доз путем моделирования при планировании новых объектов добычи или технологической установки;
- Используйте персональный дозиметрический контроль для каждого работника или представителей работников из группы с подобными дозовыми нагрузками (ГПДН);
- Используйте результаты радиационного контроля участка и факторы, связанные с родом профессиональной деятельности, для оценки индивидуальной годовой дозы внешнего облучения.



IAEA

International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Спасибо!

