



**IAEA**

International Atomic Energy Agency  
*Atoms for Peace and Development*

# Практический пример: Хвосты (и другие сыпучие отходы)

Учебно-методические материалы по радиационной защите персонала уранодобывающих и перерабатывающих предприятий

# Описание хвостов (и других сыпучих отходов)



- Любая деятельность в рамках уранодобывающей отрасли накапливает отходы, необходима система управления отходами и их конечная утилизация.
- Для большинства методов добычи основная масса отходов представляет собой хвосты (остаточный твердый материал после измельчения и выщелачивания), за исключением ПСВ.
- Другие отходы могут представлять собой минерализованную отработанную породу или руду более низкого качества, отходы кучного выщелачивания, отложения, образующиеся в трубопроводах и емкостях, и т. д.

# Некоторые аспекты установок по утилизации

- Выбор площадки и строительство;
- Обращение;
- Уплотнение;
- Накопление;
- Заполнение;
- Долгосрочное хранение и изоляция.



# Постройте свой собственный объект по утилизации отходов



- Выберите тип объекта: хвостохранилище, породный отвал, отходы кучного выщелачивания, захоронение различных отходов;
- Выберите метод захоронения: поверхностное захоронение (кольцевая дамба, равнина, вырытый карьер, поверхностное складирование), неглубокое захоронение, подземное захоронение;
- Размер и реализуемая деятельность объекта по утилизации;
- Методы утилизации: субэральный, подводный, шламовый, твердый, жидкий
- Характеристики отходов и обращение: загущенные, пастообразные, кислотные, щелочные, нейтрализованные, дополнительный материал (флюс, цемент);
- Факторы местности: геологические, климатические, местное население, топографические, грунтовые воды, поверхностные воды;
- Донная гидроизоляция хвостохранилища.

# Образец ответа. Предприятие по утилизации



- Хвостохранилище
- Кольцевая дамба
- 100 га. размером, высота 15 м, содержащая материал с активностью 10 Бк/г на один радионуклид в урановом ряду (1 Бк/г U)
- Материал сгущается примерно до 45% по твердому остатку, а затем хранится в виде суспензии субаэраально
- Декантированная вода собирается и возвращается в технологический процесс
- Хвосты хранятся необезвреженными (кислотный pH1.6)
- Объект размещается в засушливой и глинистой местности с глубокими солеными грунтовыми водами, в отсутствие близлежащих селений или поверхностных водных объектов.
- Донная гидроизоляция хвостохранилища

# Определите пути облучения для вашего хвостохранилища



- Для каждого этапа определяете относительный уровень значимости пути облучения:
  - ОВ-очень высокий, В-высокий, С-средний, Н-низкий, ОН-очень низкий
- Особый случай – для необычных случаев, таких как техническое обслуживание

# Определите пути облучения для хвостохранилища

Этап / Путь	Гамма	Радон	ДЖПР	Особый случай
Выбор площадки и строительство				
Обработка				
Уплотнение				
Осаждение				
Заполнение				
Долгосрочное хранение				

# Образец ответа: пути облучения для объекта хвостохранилища

Этап / Путь	Гамма	Радон	ДЖРП	Особый случай
Выбор площадки и строительство	ОН	ОН	ОН	
Обработка	H(B*)	H	H	* Возврат отфильтрованного раствора может привести к образованию отложений $^{226}\text{Ra}$
Уплотнение	C(B*)	H(B*)	ОН	* На входе в сосуд датчики плотности потенциально опасны (гамма-излучение и радон)
Осаждение	C	H	ОН(C*)	* При высыхании хвостов может возникнуть пыль
Заполнение	-	-	-	
Долгосрочное хранение	H	H	ОН(C*)	Нечастный доступ работников, но хвосты будут сухими

# Назовите потенциально-критические области с точки зрения радиационной защиты



?

# Образец ответа. Критические области

- Наибольший вклад в дозу при штатной эксплуатации будет давать гамма-излучение, вследствие работы в непосредственной близости от вещества.
- При высыхании хвостов и при возникновении сильных ветров может наблюдаться высокая концентрация пыли в воздухе
- Использование плотномеров во время уплотнения требует соблюдения мер предосторожности при работе с источниками гамма-излучения
- При техническом обслуживании (в замкнутом пространстве) уплотнителей или фильтрационного оборудования стоит принимать во внимание возможные высокие концентрации радона
- В процессе работы системы возврата отфильтрованного раствора могут образовываться отложения с очень большим количеством  $^{226}\text{Ra}$  и стать источником гамма-излучения.

# Какой контроль требуется



- Гамма-излучение – для каких групп требуется ИДК, можно ли оптимизировать контроль
- ДЖПР – разобраться в какие радионуклиды и на каких участках, как выявить, измерение активности
- Радон – где и когда на заводе проводить мониторинг
- Загрязнение - что такое критическая зона(ы) и нужен ли проводить сбор и анализ биопроб (содержание урана в моче)

# Образец ответа. Мониторинг



- Гамма-излучение – учитывая площадь участков в зоне ответственности работников хвостохранилища, самым дешевым методом является использование ИДК для всех рабочих
- ДПР радона – нет необходимости в ИДК, существуют альфа-трековые детекторы радона (АТД) для определения уровня на разных участках хвостохранилища. Мониторинг концентрации ДПР во время нахождения в замкнутом пространстве, фиксация времени пребывания.
- ДЖПР – нечастый мониторинг рабочих мест с использованием индивидуальных пробоотборников является наименее приоритетным в ряду контрольных мер.
- Мониторинг загрязнения не проводится, предполагается, что этот путь облучения не будет значимым. Анализ мочи рассматривается только в случае аварийной ситуации, при которой могло произойти поступление пероральным путем или через рану.

# Назовите критические элементы контроля

?

# Образец ответа: Критические элементы контроля



- Вход в замкнутые пространства ограничен и контролируется с помощью разрешений на вход и измерений концентрации радона перед осуществлением входа. Принудительная вентиляция используется, если уровень радона выше триггерного значения;
- Плотномеры подлежат строгому учету, только квалифицированные работники могут перемещать, эксплуатировать или модифицировать плотномеры;
- Доступ работников может быть ограничен во время сильного ветра, который провоцирует образование пыли;
- Периодический мониторинг гамма-излучения будет проводиться вокруг труб, по которым возвращается отфильтрованный раствор, резервуаров и насосов, чтобы определить, изменяется ли мощность дозы гамма-излучения, что может указывать на образование радиевых отложений.

# Оценка доз

- Как определить суммарную дозу?

# Образец ответа. Оценка доз



- Для гамма-излучения используют результаты индивидуального дозиметрического контроля. Если дозиметр утерян, используйте среднее по рабочей группе значение;
- Для ДЖПР перемножьте среднюю концентрацию пыли в воздухе по рабочей группе ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) и измеренную активность ( $\text{Бк}/\text{мг}$ ), чтобы получить среднюю удельную активность в воздухе. Если данные по активности отсутствуют, то используют данные по высокообогащенной руде (консервативный подход).
- Для расчета дозы от ДЖПР, используются следующие данные: время нахождения работников на участке, средняя активность в воздухе по рабочей группе и коэффициент дозового перехода в равновесном состоянии  $^{230}\text{Th}$  и его продуктов и АМАД 5 мкм.
- Предполагается, что радоном можно пренебречь, если только альфа-трековые детекторы радона не показывают повышенные уровни.

- Наибольший вклад в дозу при штатном режиме работы хвостохранилища будет вносить гамма-излучение.
- Для разных установок по утилизации отходов могут быть характерны различные пути формирования доз и их величины; при работе с веществами, содержащими отложения, требуется соблюдать осторожность.
- Высокий уровень запыленности может иметь место, если отходы находятся в сухом состоянии, а также при условии сильного ветра



**IAEA**

International Atomic Energy Agency  
*Atoms for Peace and Development*

*Спасибо!*

