



IAEA

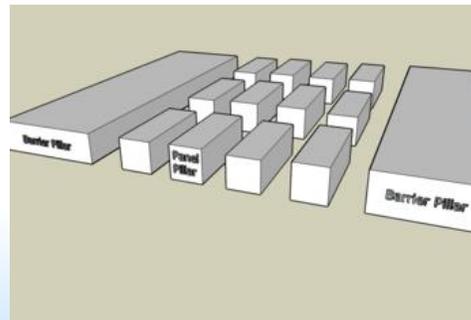
International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Практический пример: Подземный способ добычи

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

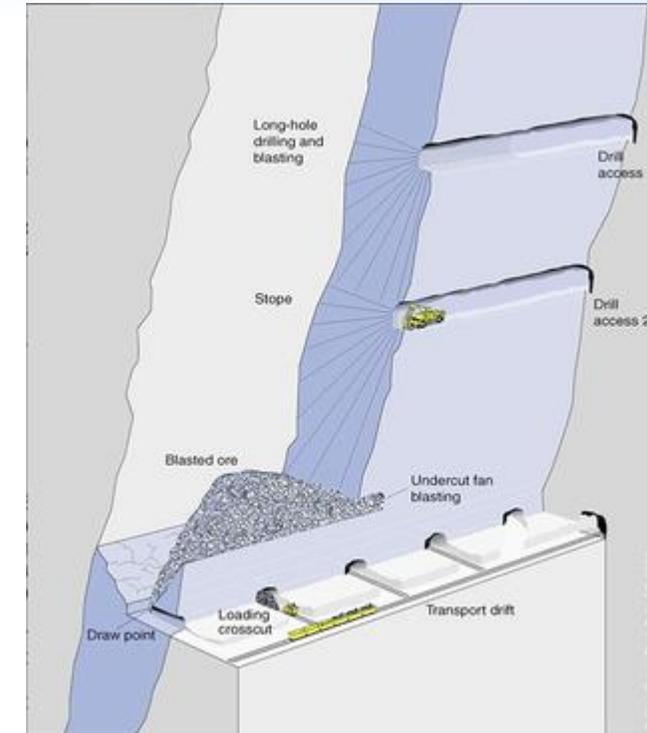
Описание процесса – методы разработки

- Глубинная геология в первую очередь определяет выбранный метод добычи
 - При выборе метода разработки необходимо учитывать специфику радиационной защиты
- Камерно-столбовая разработка
 - Метод разработки горизонтального расположенного рудного тела при котором руда вырезается таким образом, что остаются столбы для предотвращения обрушения, столбы могут вырабатываться при очистке забоев
 - Работники, находящиеся в зоне расположения рудного тела подвергаются воздействию гамма-излучения, радона и его дочерних продуктов



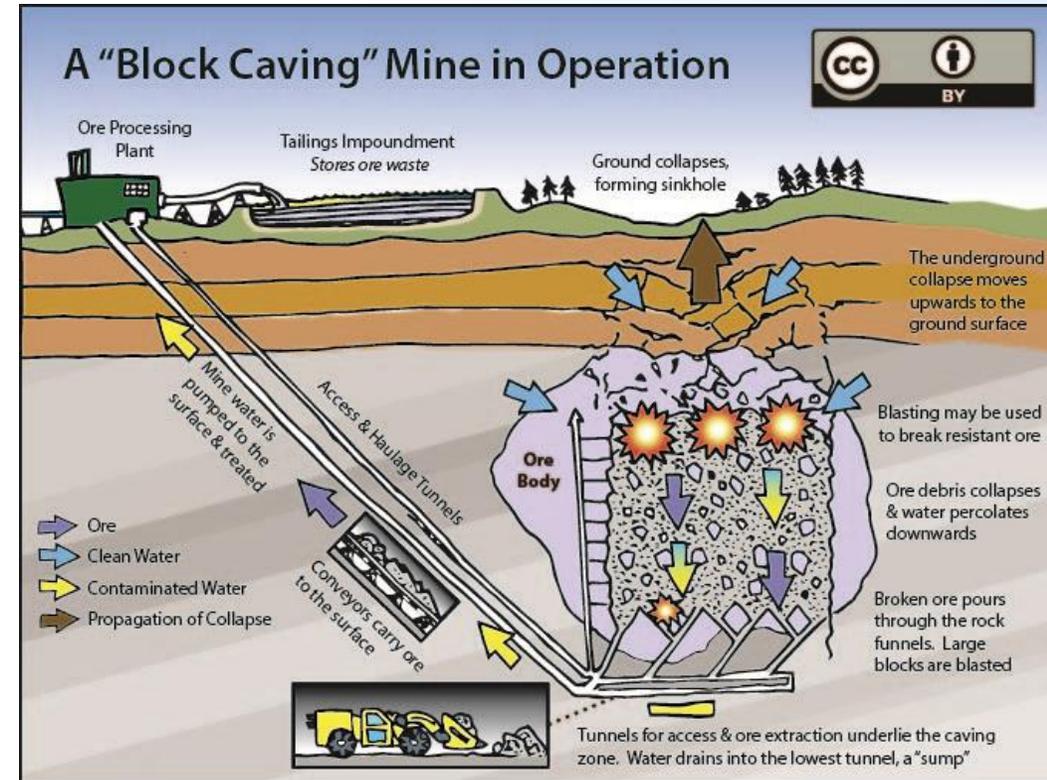
Описание процесса – методы разработки

- Подэтажная выемка
 - Большие вертикальные выемки разрабатываются путем ведения взрывных работ с доступом к ним с подуровней выше транспортной выемки. Взорванная руда собирается на откаточных горизонтах в нижней части забоя
 - Никаких дополнительных рисков облучения, рабочие находятся в основном вне рудного тела
- Выемка с закладкой
 - Руда удаляется начиная со дна, выемка заполняется породой, чтобы образовать рабочую платформу для разработки верх лежащего пласта
 - Рабочие находятся в зоне расположения рудного тела под воздействием гамма-излучения и радона



Описание процесса – методы разработки

- Разработка с подсечкой
 - Метод обратный методу выемки и закладки, руда вынимается с нижнего уровня и заполняется породой сверху
 - Работники подвергаются воздействию гамма-излучения и радона
- Метод блочного обрушения
 - Метод, с помощью которого блоки руды подрываются, что провоцирует их обрушение во внутрь, образуя воронку. Руда извлекается из нижней части обрушения.
 - Рабочие находятся вне рудного тела



Описание процесса – методы разработки

- Добыча без физического присутствия персонала
 - Производится установка оборудования для разработки и удалённого управляется, это может быть сделано в целях обеспечения охраны здоровья и безопасности. Самый лучший способ для разработки высокообогащенных руд.
 - Низкое воздействие на работников, располагающихся на удалении от непосредственной зоны разработки.



Проектирование подземного рудника

- Местная геология (иная минерализация)?
- Содержание урана в руде?
- Метод разработки подземным способом?
- Вспомогательные службы на поверхности?
- Вентиляция?

Типовой проект рудника

- Другие сопутствующие минерализации (медь)
- Низкое содержание урана в руде (~0.05%)
- Камерно-столбовая разработка с выемкой целиков
- Первичные столбы с дополнительным торкретированием и кабельным креплением
- Вытяжная и приточная вентиляция

Проектирование и эксплуатация – проектирование рудника



- Все подземные установки (офисы, места для отдыха, мастерские технического обслуживания, системы обработки руды, и др.) должны быть расположены в деминерализованных зонах с притоком свежего воздуха.
- Местная геология и расположение рудного тела обычно определяют способ разработки месторождения
 - Подходы по организации радиационной защиты напрямую зависят от проекта рудника

Проектирование и эксплуатация – вентиляция



- Вентиляция – это критический элемент для контроля загрязнения и обеспечения притока свежего воздуха при выполнении работ под землей
 - Первичный контроль воздействия дочерних продуктов радона
 - Требуется для удаления других загрязнителей (продукты взрывов, выбросы дизеля)
- Проект вентиляции рудника и его улучшение – задача инженера с соответствующей специализацией
 - Большинство стран имеют собственные требования к рудничной вентиляции
 - Специалисты по радиационной защите должны работать совместно с инженерами и специалистами по вентиляции
 - Возможность слаженной работы системы мониторинга, систем, обеспечивающих рабочие процессы и других систем должна максимально использоваться
- Требуется местная вытяжная вентиляция в местах обращения с рудой для контроля ДЖПР

Проектирование и эксплуатация – иное



- Выбор методов наземной поддержки также может помочь с организацией системы радиационной защиты.
 - Торкретирование (экранирование) может использоваться для контроля зон, характеризующихся высокой мощностью дозы гамма-излучения
- Использование чистого наполнителя, материала используемого для создания дорожной базы, может минимизировать воздействие гамма-излучения.
- Где возможно, следует использовать воду, чтобы минимизировать ДЖПР
 - Необходимо для общего контроля содержания пыли
- Тщательная уборка предотвращает накопление осадочных отложений.
- Обеспечение средствами дезактивации персонала и оборудования

Определение путей облучения

- Для каждого этапа определите соответствующий уровень значимости пути облучения
 - ОВ-очень высокий, В-высокий, С-средний, Н-низкий, ОН-очень низкий
- Специальный – для необычных случаев, таких как техническое обслуживание

Определение путей облучения

Этап / Путь	Гамма	ДПР	ДЖПР*	Специальный
Транспортировка руды				
Переработка				
Бурение и взрывы				
Разведка				
Подземное техническое обслуживание				
Подземные работы				
Наземные работники				

Пути облучения. Образец ответа

Этап / Путь	Гамма	ДПР	ДЖПР*	Специальный
Транспортировка	С	С	Н (С*)	С* при плохом контроле за содержанием пыли
Переработка	С	С (В*)	Н	В* ДПР при подготовительной выработке
Бурение и взрывы	С	С (В*)	Н	В* радон при неэффективной вентиляции
Разведка	С (В*)	С (В*)	Н	В* гамма-излучение при врубке, радон из воды/из-за неэффективной вентиляции
Подземное техническое обслуживание	ОН	Н	ОН	Мастерские находятся на свежем воздухе
Подземные работы	Н	С (В*)	Н	Н* вентиляционное оборудование
Наземные работники	ОН	ОН	ОН	

Назовите потенциально критические участки с точки зрения радиационной защиты



?

Какие потенциально критические участки с точки зрения радиационной защиты – образец ответа

- Ингаляция радона и дочерних продуктов его распада
 - ДПР могут достигать высоких значений концентрации в случае неэффективной вентиляции участка
 - Дегазация радона из воды может быть серьезным источником ДПР

Какой контроль требуется?



- **Гамма** – для каких групп требуется ИДК, может ли быть контроль оптимизирован, необходимы ли вам результаты оценки в реальном времени?
- **ДЖПР** – Размер частиц, растворимость, программа ИДК для ГСУ?
- **Дочерние продукты радона** – методы контроля, программа оценки дозовых нагрузок, требуется ли ИДК, коэффициент дозового перехода (КДП) с учетом местных особенностей или значение по умолчанию?
- **Загрязнение** – критические участки, очистка транспорта и оборудования?
- **Контроль с использованием управляющего воздействия** – какие программы необходимо разработать?

Разработка программы контроля – Образец ответа



Этап/Путь облучения	Гамма	Радон	ДЖПР*	Загрязнение
Транспортировка руды	Индивидуальный	Усредненный в воздушном потоке	ГСУ	Неприменимо
Переработка	Индивидуальный	Усредненный в воздушном потоке	ГСУ	Неприменимо
Бурение и взрывы	Индивидуальный	Усредненный в воздушном потоке	ГСУ	Неприменимо
Разведка	Индивидуальный	Усредненный в воздушном потоке	ГСУ	Неприменимо
Подземное техническое обслуживание	ГСУ	Усредненный в воздушном потоке	ГСУ	Неприменимо
Подземные работы	Индивидуальный	Усредненный в воздушном потоке	ГСУ	Неприменимо
Наземные работники	ГСУ	Усредненный по площадке	ГСУ	Неприменимо
Зоны проведения работ	Неприменимо	Требуется проверка эффективности вентиляции	Неприменимо	Визуальное инспектирование

Образец ответа – мониторинг



- Гамма – ИДК для всех рабочих групп, работающих в или вблизи зоны разработки, выборочный ИДК – для других групп
- ДЖПР – определение ГСУ и внедрение соответствующих программ ИДК
- Радон – мониторинг на участках с характерной воздушной средой, показатели усредняются на основе данных степени заполняемости людьми, проведение мониторинга с участием специалистов по вентиляции, проведение соответствующих измерений для определения местных или стандартизированных требований по КДП
- Загрязнение – визуальные инспекции офисов, мест отдыха, зон обращения с рудой и мастерских
- Контроль с использованием управляющего воздействия – регулярные проверки критических систем вентиляции, включая системы местной вытяжной вентиляции

Какие меры контроля нужно предусмотреть для вашего рудника

?

Образец ответа. Меры контроля



- Гамма – зоны массового и частого пребывания персонала вне зоны непосредственной разработки, экранирование (торкрет, чистый заполнитель, транспортные средства / мобильные диспетчерские, хранение материалов)
- Радон – вентиляция, минимизация воздействия источников (вода, руда), система ограничений, закрытые кабины с проточной системой кондиционирования
- ДЖПР – локальная вытяжная вентиляция в зонах переработки / транспортировки руды, используйте воду для подавления пылеобразования
- Загрязнение - процедуры очистки, графики уборки

Оценка доз



- Как оценить дозовые нагрузки работников, не имеющих персональных дозиметров?
- Что такое КДП для различных зон и от чего может зависеть его значение – радионуклиды, размер частиц, растворимость
- Как составить карту воздушных потоков и кто может помочь с этой задачей?
- Каков процесс определения ГСУ?

Образец ответа. Оценка доз



- Усредненные данные по рабочей группе, работники которой не используют персональные дозиметры
- Предполагается равновесное состояние, МАЭД 5 мкм; используйте наибольшее значение КДП для каждого радионуклида
 - Применяйте мониторинг для определения МАЭД и параметров растворимости только в случае необходимости.
- Работайте с инженерами систем вентиляции, чтобы составлять карты воздушных потоков. Карты всегда должны быть актуальными и описывали пути движения вытяжного воздуха.
- Обсудите с операторами их задания для определения ГСУ и проведите статистически достоверную выборку

- Проектные параметры рудника оказывают основное влияние на формирование путей облучения.
- Все некритические виды деятельности осуществляются, а инфраструктура размещается вне зоны расположения рудного тела
- Вентиляция имеет решающее значение и требует профессионального проектирования и реализации
- Работайте слаженно с производственными подразделениями рудника, чтобы обеспечить максимальный уровень радиационной защиты (то есть вентиляция, наземный контроль, поддержание чистоты и порядка)
- Разработайте эффективную программу мониторинга и регулярно пересматривайте её
- Регулярно проверяйте все элементы управления, проводите работу с производственными подразделениями, чтобы убедиться, что им предоставлена необходимая поддержка



IAEA

International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Спасибо!

