



**IAEA**

International Atomic Energy Agency  
*Atoms for Peace and Development*

# Добыча и переработка урана. Введение

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

## Уран – глобальная перспектива

- Уран является относительно распространенным элементом земной коры и присутствует в низких концентрациях в большинстве материалов
- Из-за различных геологических и гидрогеологических процессов уран может концентрироваться до степени рентабельности для добычи и переработки
- Обнаружение, эксплуатация и ликвидация этих месторождений - базовые этапы добычи и переработки урана

# Запасы урана



- Оценки мировых запасов урана варьируются в зависимости от стоимости добычи.
- В «Красной книге» МАГАТЭ сказано, что в 2017 году достоверно оцененные ресурсы урана составляли 713 тысяч тонн с затратами на извлечение < 40 долларов США/т.
- Фактических ресурсов больше, но затраты на их извлечение довольно большие, или они находятся в районах, где добыча невозможна.

# Производство урана



- Мировое производство урана определяется целым рядом факторов, однако в настоящее время экономические факторы (прежде всего цена на уран) играют главенствующую роль.
- По состоянию на 2018 год («Красная книга» МАГАТЭ) мировое производство урана составило 62 тысячи тонн.

# Метод добычи урана



- Существует широкий спектр различных типов месторождений урана, поэтому выбор метода добычи зависит от специфики месторождения, а также от других факторов, характерных для конкретного участка.
- Примеры некоторых из таких методов:
  - Подземная разработка
  - Разработка открытым способом
  - Подземное выщелачивание
  - Кучное выщелачивание
  - Нетрадиционные методы добычи урана
- Эти методы включают в себя этапы первичной разведки, переработки, удаления отходов (т. е. «хвостов»), транспортировки материала, вывод из эксплуатации рудника и связанных с ним объектов.

# Методы добычи урана



- Различные методы добычи урана могут иметь различные риски с точки зрения радиационной защиты.
- Некоторые методы добычи могут требовать применения специальных мер для реагирования на конкретные угрозы, в то же время, они могут не требоваться при использовании других методов добычи.
- “Универсальный подход” вряд ли является лучшим для применения с точки зрения радиационной защиты.

# Этапы добычи урана

- Независимо от метода добычи урана, существует ряд этапов, которые нужно пройти:
  - Разведка
  - Планирование
  - Строительство
  - Эксплуатация
  - Вывод из эксплуатации
  - Передача и надзор
- Каждый из этих этапов имеет свои уникальные особенности, которые необходимо учитывать с точки зрения радиационной защиты персонала.

# Этапы добычи урана





# Проблемы различных этапов

- Разведка
  - Часто недостаточная осведомленность о требованиях радиационной защиты, зависимость в большей степени от действий работников, нежели от системы инженерного контроля.
- Проектирование
  - Тщательное планирование имеет решающее значение для обеспечения эффективной радиационной защиты (т. е. инженерного контроля) во время эксплуатации, однако непосредственно при проектировании этот фактор часто воспринимается как вторичный.
- Эксплуатация
  - Важный период, в течение которого возможно будет иметь место облучение персонала, это этап, во время которого осуществляется активное управление
- Вывод из эксплуатации
  - Радиационная защита персонала часто является второстепенным вопросом, однако существует потенциальная возможность получения высоких доз облучения, если активное управление не организовано.
- Передача и надзор
  - Как правило, этап возможного облучения в малых дозах

# Специфика добычи урана (Отличие)



- Принципиально единственным существенным отличием уранового рудника от других рудников является необходимость обеспечения радиационной защиты.
- Как правило, обычные нерадиационные угрозы (физические и химические) гораздо более значимы с точки зрения реального риска, чем любые радиологические риски.
- Однако радиационный риск вызывает серьезную озабоченность у большинства заинтересованных сторон (как внутренних, так и внешних), особое внимание уделяется обеспечению радиационной защиты.
- Имея эффективные методы радиологической защиты, вы можете значительно снизить нерадиационные риски.
- И наоборот, радиационная защита может быть включена в общепринятые системы обеспечения безопасности и охраны труда, поскольку методологии очень похожи.

- Уран не редкость, но коммерчески рентабельные месторождения встречаются редко.
- Рентабельность месторождения урана в значительной степени зависит от цены на уран.
- Существует целый ряд различных подходов к добыче, и правильным является тот, который выбирается с учетом особенностей месторождения и участка.
- Деятельность по добыче урана осуществляется в ходе ряда различных стадий со своими собственными задачами по обеспечению радиационной защиты.
- Если не принимать во внимание необходимость защиты от радиации, подходы к добыче и переработке аналогичны подходам, используемым для добычи других полезных ископаемых.
- Как правило, нерадиационные риски, связанные с безопасностью и вопросами охраны труда, намного выше, чем радиационные, но контроль как за нерадиационными рисками, так и за радиационными осуществляется параллельно.

# Контрольные вопросы



- Почему нет универсального и простого метода добычи урана?
- Как различные этапы эксплуатации влияют на подходы по обеспечению радиационной защиты?

# Ответы на контрольные вопросы



- Почему нет универсального и простого метода добычи урана?
  - Выбор подходящего метода в значительной степени зависит от характера месторождения (глубина, обогащение, местоположение, геология) и локальных особенностей участка (климат, топография, социальные факторы, вода, политические и т.д.)
- Как различные этапы эксплуатации влияют на подходы по обеспечению радиационной защиты?
  - Радиационная защита требует корректировки по ходу развития деятельности.
  - Во время разведки существует меньше средств инженерного контроля и сильная зависимость от рабочих.
  - Планирование не несет рисков, но правильное проектирование предотвратит или уменьшит риски на более поздних стадиях проекта.
  - Стадия эксплуатации несет в себе наибольшие риски, но также имеет самые мощные средства активного контроля.
  - Вывод из эксплуатации потенциально может нести высокие риски, но имеет более низкий уровень организации активного контроля вследствие недостатка знаний.



**IAEA**

International Atomic Energy Agency  
*Atoms for Peace and Development*

*Спасибо!*

