

# АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ ПРОЦЕССА

---

## *Обсуждение техники и методологии*

Представлено Синди Клайд

EMERALD

# АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ ПРОЦЕССА

---

*Обзор анализа опасностей процесса*

EMERALD

# Что такое анализ опасностей процесса?

---

- Организованные и систематические усилия по идентификации и анализу опасных сценариев.
- Используется для предупреждения возникновения и повторного появления опасных ситуаций, или для минимизации вероятности их появления и, таким образом, уменьшает связанные с ними РИСКИ.

# Определение риска

---

- Мера возможной травмы человека, экономических потерь или экологического вреда, которая объединяет серьезность последствий и их вероятность.
- Правильное определение риска выражается математической формулой:

$$\text{Риск} = \text{Серьезность последствий} \times \text{Вероятность}$$

# Зачем проводить анализ опасностей процесса?

---

Стандарт OSHA по управлению безопасностью процесса (УБП) 29 CFR 1910.119

- Введен в 1992 с требованием привести все в соответствие со стандартом к 1997 году
- Предупредить или минимизировать последствия катастрофических выбросов токсичных, реактивных, воспламеняющихся или взрывоопасных веществ.

# Элементы УБП OSHA

---

- Состоит из 14 элементов, включая анализ опасностей процесса (АОП)
- УБП рассматривает следующее:
  - Опасности процесса
  - Предыдущие опасные происшествия
  - Инженерный и административный контроль
  - Размещение производства
  - Человеческие факторы
  - Влияние на сотрудников провалов в контроле

# Производства, где требуется УБП

---

- Применяется для процессов, использующих легко-воспламеняющиеся жидкости или газы, если объемы их хранения в одном месте превышают 10,000 фунтов
- Не применяется для предприятий розничной торговли, бурения нефтяных или газовых скважин, сервисных операций или отдаленных производственных сооружений, на которых обычно не работают сотрудники.
- Не применяется, если условия труда регулируются отдельным законодательством.

# Когда проводят анализ опасностей процесса?

---

- **Основной АОП:** Всё, где требуется УБП, а также дополнительные производства по решению компании
- **Продление АОП:** Каждые 5 лет в согласно положениям УБП
- **АОП проекта:** Все изменения или дополнения к процессу или производственным помещениям



# Кто проводит анализ опасностей процесса?

---

- Качество АОП зависит от опыта и знаний команды
- Размер команды определяется исходя из масштабов работы
- Рекомендуемый размер команды – 2-8 человек.



# Состав команды по анализу опасностей процесса

---

- Минимальные требования:
  - Лидер команды разбирается в избранной методологии
  - Представители производства знакомы с анализируемыми производственными помещениями
- Рекомендуемые члены команды:
  - Секретарь
  - Инженер проекта или данного завода
  - Представитель отдела охраны труда
  - Специалисты-техники (механик, электрик, инструментальщик)
  - Команда проекта (если применимо)

# Требования к документированию АОП

---

- Информация о безопасности процесса (ИБП):
  - P&IDs
  - PFDs and/or основная информация проектная информация
  - Матрицы закрытия
- Другая документация:
  - Отчеты об имевших место авариях/инцидентах/предотвращенных происшествиях
  - Документы по управлению изменениями
  - Отчеты по предыдущим анализам опасностей процесса
  - Производственные процедуры

# Анализ опасностей процесса

---

*Методологии анализа опасностей*

EMERALD

# Типичные элементы анализа опасностей процесса

---

- Сценарий опасности
- Последствия
- Меры предосторожности
- Ранжирование рисков
- Рекомендации

# Качественный vs. количественного анализа рисков

---

## Качественные риски

- Субъективный процесс
- Сильно зависит от уровня знаний и опыта участников
- Может быть неприемлем для сложных систем или сценариев, имеющих дело с техническими неопределенностями

## Количественные риски

- Наименее субъективный подход
- Требуется больше ресурсов
- Рекомендуется для сложных систем и критически важных систем безопасности

# Приемлемые методологии

---

*Количественный*



- Анализ дерева недостатков
- Анализ характера отказов/поломок и их последствий (FMEA)
- Опасности и Контрольный перечень)
- Контрольный перечень/Что, если
- Контрольный перечень
- Что, если

*Качественный*

# Изучение опасности и возможности продолжения операций (HAZOP)

---

## Определение:

Процедура применения системного метода проверки индивидуальных сегментов процесса



# Изучение опасности и возможности продолжения операций (HAZOP)

---

- Фокусируется на определении отклонений от проектных показателей
- Системно применяется к маленьким частям (узлам) всего процесса
- Отклонения определяются путем сравнения проектных параметров с фактическими параметрами процесса в конкретных узлах процесса.

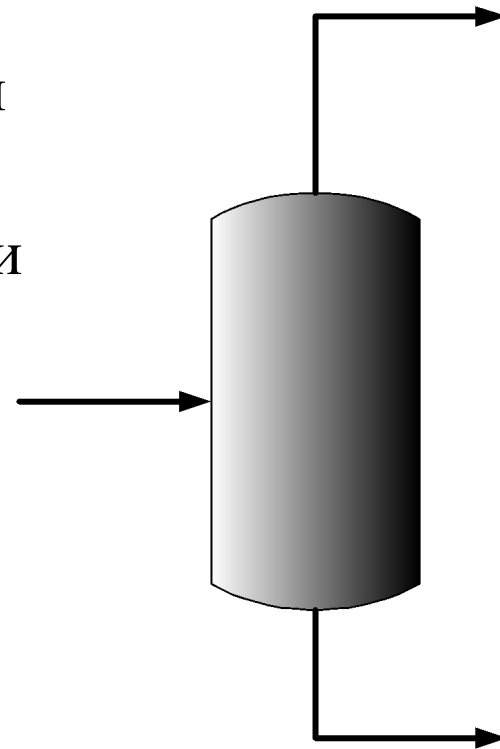
# Пример таблицы HAZOP

| Отклонение         | Причина                             | Последствия  | Меры безопасности                              | Рекомендации   |
|--------------------|-------------------------------------|--|--|--|
| Высокое давление   | Заблокировано отверстие выхода газа | Создание в емкости избыточного давления с возможным разрывом и/или потерей содержимого | РАНН-321:<br>Закрывает вход SDV<br><br>PSV-324 | 1. Рассмотреть возможность установки в емкости клапана сброса избыточного давления |
| Низкая температура | Потеря тепла                        | Понижение температуры в емкости с угрозой замерзания собираемых жидкостей              | TAL-432<br><br>Емкость имеет теплоизоляцию     |  |

# Изучение опасности и возможности продолжения операций (HAZOP)

## Процедура:

- Разделите систему на подсистемы
- Выберите параметры
- Определите проектные показатели
- Вызовите отклонения
- Определите причины отклонений
- Определите последствия
- Определите меры предосторожности
- Проранжируйте риски
- Сделайте рекомендации



# Деление системы на подсистемы

---

- Для оценки выбирают маленькие сегменты системы.
- Обычно их называют “узлами”.

# Проектные параметры

---

- Как процесс или система должны работать
- Анализ основан на предположении, что при функционировании процесса в рамках проектных параметров не существует возможности возникновения опасности или невозможности продолжения операций.

# Отклонения

---

- Способы, которыми избранный сегмент процесса может отклоняться от проектных параметров

# HAZOP матрица отклонений

| <b>Направляющие слова</b><br>Парам. процесса | <b>БОЛЬШЕ</b>       | <b>МЕНЬШЕ</b>      | <b>НИКАКОЙ</b>          | <b>ОБРАТНЫЙ</b> |
|--|---------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| <b>ДАВЛЕНИЕ</b>                              | ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ    | НИЗКОЕ ДАВЛЕНИЕ    | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ    | ВАКУУМ          |
| <b>ПОТОК</b>                                 | СИЛЬНЫЙ ПОТОК       | СЛАБЫЙ ПОТОК       | ОТСУТСТВИЕ ПОТОКА       | ОБРАТНЫЙ ПОТОК  |
| <b>ТЕМПЕРАТУРА</b>                           | ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА | НИЗКАЯ ТЕМПЕРАТУРА | НЕ ПРИМЕНИМО            | САМО-ОХЛАЖДЕНИЕ |
| <b>УРОВЕНЬ</b>                               | ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ     | НИЗКИЙ УРОВЕНЬ     | ОТСУТСТВИЕ УРОВНЯ/ПУСТО | РАЗЛОЖЕНИЕ      |

# Причины

---

- Причина определяет первоначальное событие, которое может привести к неприятным последствиям.
- Обычно причина возникает внутри узла.



# Последствия

---

- Результат отклонения от проектных параметров. Обычно это события, которые вызывают ущерб, травмы или другие потери.
- Последствия могут наступать как внутри, так и вне узла.

# Меры предосторожности

---

- Существующий проект и условия эксплуатации, которые снижают вероятность и/или смягчают последствия.
- Типы мер предосторожности:

## Инженерный контроль

- Предохранительные клапаны
- Выключатели процесса при достижении критического уровня

## Административный контроль

- Знаки, предупреждающие об опасности
- Инструкции и процедуры работы

# Рекомендации

---

- Возможные изменения проекта, модификация систем процесса, изменения процедур или предложения дальнейшего изучения для смягчения или снижения потенциальных опасностей.

# Определение уровня риска

---

## Серьёзность последствий

*От очень высокой до  
очень низкой*

- Рассматривает серьёзность последствий в случае несрабатывания мер безопасности

## Вероятность

*От очень высокой до  
очень низкой*

- Рассматривает вероятность наступления последствий в случае нормально функционирующих мер безопасности
- Предполагается, что событие уже произошло

# Матрица ранжирования рисков компании Unocal Alaska

| Матрица ранжирования<br>рисков  |   | Вероятность   |  |   |   |
|---------------------------------|---|---|--|---|---|
|                                 |   | I   | II   | III   |   |
|                                 |   | Вероятно<br>произойдет<br>несколько раз в<br>течение жизни<br>завода (раз в<br>год)   | Вероятно<br>произойдет<br>больше одного<br>раза в течение<br>жизни завода<br>(один раз каждые<br>десять лет) | Вероятно<br>произойдет не<br>более одного раза в<br>течение жизни<br>завода (один раз<br>каждые пятьдесят<br>лет) |   |
| Се<br>рь<br>ёз<br>но<br>ст<br>ь | A | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Возможен смертельный исход.</li> <li>•Возможно возникновение угрозы жизни населению.</li> <li>•Большой, неограниченный выброс опасных жидкостей процесса (больше 100 баррелей)</li> </ul> | 1  | 1   | 2 |
|                                 | B | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Травма работника, требующая госпитализации.</li> <li>•Возможное влияние на население.</li> <li>•Выброс опасных жидкостей процесса (больше 10 баррелей)</li> </ul>                         | 1  | 2   | 3 |
|                                 | C | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Небольшая травма работника.</li> <li>•Небольшое или отсутствие воздействия на население.</li> <li>•Небольшой выброс опасных жидкостей процесса (меньше 10 баррелей)</li> </ul>            | 2  | 3   | 3 |

# Изучение опасности и возможности продолжения операций (HAZOP)

---

## Преимущества

- Применима к непрерывным потокам или к процессам, основанным на процедурах
- Обеспечивает полноту путем применения системного подхода, основанного на опыте
- Команде легко понять методологию

## Недостатки

- Может быть трудоёмким
- Возможно создание избыточного количества сценариев и последствий

# Проверка контрольного перечня

---

## Определение:

Применяет знания о проекте и имеющихся опасностях к системе проекта или части оборудования, опираясь на опыт эксплуатации оборудования и его проектные характеристики.

# Типы контрольных перечней

---

- **Конкретные контрольные перечни**

Детализированные вопросы, направленные на получение конкретных вопросов типа Да/Нет, Адекватный/Неадекватный.

*Например: Проверочный перечень для насоса*

- **Контрольные перечни с открытыми вопросами**

Вопросы общего характера, стимулирующие размышления охватывающие более широкие темы.

*Например: Контрольный перечень человеческих факторов*



# Создание контрольного перечня

- Различные источники информации:
  - Стандарты API
  - Существующие контрольные перечни
  - Спецификации проекта
  - Опыт эксплуатации
  - Существующий анализ опасностей
- Сделайте ‘критический’ перечень
  - Ключевые вопросы, такие, как проектные параметры и известные опасности
  - Основываясь на критическом перечне, расширяйте контрольный перечень



# Пример вопросов критического перечня

---

*Имеется ли на данной емкости предохранительный клапан аварийного сброса давления?*

*Приняты ли какие-либо меры безопасности, предотвращающие случайную блокировку предохранительного клапана?*

*Рассчитаны ли трубы и другие компоненты системы на давление равное или превышающее давление при котором срабатывает предохранительный клапан?*

# Анализ контрольного перечня

---

## Преимущества

- Простота и легкость в применении
- Применение контрольного перечня менее трудоемко
- Легко адаптирует извлеченные уроки

## Недостатки

- Не учитывает новые или еще не идентифицированные опасности
- Ограничен знаниями того, кто разработал контрольный перечень
- Ограниченная сфера применения
- Сдерживает творчество

# Анализ «а что, если»

---

## Определение:

Анализ «а что, если» - это творческий анализ методом мозгового штурма во время которого команда формулирует вопросы в формате «А что, если ...» для того, чтобы идентифицировать потенциальные опасности и проблемы в эксплуатации.

## Анализ «а что, если»

---

- Сильно зависит от опыта и знаний членов команды.
- Вопросы обычно идентифицируют причины или последствия.
- Вопросы о последствиях должны быть переформулированы для идентификации вызывающих их причин.

# Вопросы «А что, если»

---



“А что, если предохранительный клапан не сработает?”

“А что, если параметр процесса не соответствовал норме?”

“А что, если действия оператора не будут соответствовать нужной последовательности?”

# Анализ «а что, если»

---

## Преимущества

- Применим и к индивидуальным компонентам процесса и к сегментам общего процесса
- Прост в понимании

## Недостатки

- Не очень хорошо структурирован
- Сильно зависит от опыта команды

# Анализ характера отказов/поломок и их последствий (FMEA)

---

## Определение:

FMEA фиксирует характер отказов/поломок оборудования и оказываемое ими влияние систему или производство в целом



# Анализ характера отказов/поломок и их последствий (FMEA)

---

- Идентифицируйте возможные последствия, связанные с отказом/поломкой отдельных единиц оборудования или систем.
- Каждый отдельный отказ/поломка рассматривается как независимое событие, не связанное с другими отказами/поломками в системе.
- Отметьте существующие меры предосторожности и, если необходимо, рекомендуйте последующие действия.

# Анализ характера отказов/поломок и их последствий (FMEA)

## Преимущества

- Полезен для целей технического обслуживания, сфокусированного на повышении уровня надежности
- Системная процедура, которая обеспечивает полноту путем оценки каждого индивидуального компонента

## Недостатки

- Обычно не учитывает человеческий фактор
- Не эффективен для идентификации комбинации отказов оборудования
- Трудно учесть внешние события

# Анализ дерева отказ/событие

---

## Определение:

Дерево отказ/событие – это дедуктивный метод анализа дизайна и функционирования системы сверху вниз. Он состоит в определении общего события, которое нужно проанализировать (например, пожар), за которым следует идентификация всех связанных с ним элементов системы, которые могли стать причиной этого события.

# Анализ дерева отказ/событие

---

- Графическое представление комбинации событий, приведших к наступлению анализируемого основного события.
- Базовые элементы в нижней части дерева отказов связаны логическими символами (называемыми «воротами») с одним или более событиями.

# Анализ дерева отказ/событие

---

## Преимущества

- Полный и исчерпывающий подход

## Недостатки

- Может быть трудоёмким и дорогим
- Не может рассматривать частичные отказы

Иногда, даже когда Вы думаете,  
что знаете все риски своего бизнеса,

---



*Неожиданно  
е  
Может  
Произойти!!*

EMERALD