

## Предпосылки для использования RBI

- ✓ **RBI (Risk Based Inspection) – инспекции, основанные на риске (на анализе рисков) – методология, разработанная Американским Институтом Нефти (API). Эта методология может быть использована для управления общим риском завода путём сосредоточения усилий по инспектированию оборудования, имеющего наивысший риск.**
- ✓ **RBI обеспечивает базис для принятия решений по частоте инспекций, их объёму, и наиболее подходящей технике НК.**
- ✓ **Для большинства заводов характерно, что наибольший процент общего риска установки составляет относительно малый процент единиц оборудования.**
- ✓ **Оборудование с высоким риском может требовать больше внимания, возможно путём изменения планов инспекций.**
- ✓ **Стоимость увеличения усилий по инспектированию может быть с лихвой возмещена снижением излишних инспекций для оборудования, имеющего низкий риск.**

## История создания стандарта RBI

- ✓ Первый выпуск стандарта API 580, посвящённый основным принципам RBI, был опубликован в мае 2002 г.
- ✓ Второе издание стандарта RBI (API 581) опубликовано в сентябре 2008 г. и содержало существенно доработанное содержание, разделённое на 3 основных главы:
  - Глава 1: Планирование инспекций, используя технологию API RBI.
  - Глава 2: Определение Вероятности отказа согласно оценок API RBI.
  - Глава 3: Анализ последствий согласно API RBI.

Данное издание содержит количественные методы оценок RBI для создания планов инспекций оборудования.

## Основные понятия RBI

✓ Риск – это величина, с которой мы сталкиваемся ежедневно:

$$\text{РИСК} = \text{Вероятность} \times \text{Последствия}$$

Для нефтехимической промышленности **Вероятность** рассматривается как вероятность отказа оборудования (нарушение целостности), а **Последствия** выражаются как ущерб в денежном эквиваленте (например, в USD).

✓ Снижение риска является частью управления риском. Это процесс:

- **Оценки риска;**
- **Определение требуемого уровня снижения риска**
- **Разработка плана установки риска на приемлемый уровень.**

✓.

## Основные понятия RBI

- ✓ Типы оценок риска подразделяются на 3 группы:
  - Качественные - это инженерные оценки на основе опыта;
  - Количественные – использующие логические модели и вычисления;
  - Полу-количественные.
- ✓ Вероятность отказа определяется следующими факторами:
  - Типом и механизмом деградации;
  - Скоростью деградации;
  - Вероятностью идентификации деградации и предсказанием оценки развития деградации в будущем техникой инспектирования;
  - Стойкостью оборудования к типу деградации.

## Основные понятия RBI

- ✓ Последствия можно разделить на 3 составляющие:
  - Экономические последствия;
  - Последствия для здоровья людей;
  - Последствия для окружающей среды.
- ✓ Всё оборудование можно представить в виде матрицы рисков, где по вертикали отложена вероятность отказа, а по горизонтали – последствия. Как правило, в настоящее время используется квадратная матрица, размерностью 5 x 5 ячеек. В каждой ячейке матрицы отображается число единиц оборудования, имеющих определённый интервал рисков. На матрице проводится линия (на диаграмме показана синим цветом), соответствующая предельно возможному риску. Оборудование, попадающее в ячейки выше этой линии, требует инспектирования.

## Пример матрицы рисков RVI

|                       |                   | Категория последствий |                       |                   |               |         |
|-----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------------|---------|
|                       |                   | A                     | B                     | C                 | D             | E       |
|                       |                   | < 10 000\$            | 10 000\$ до 100 000\$ | 100 000\$ до 1M\$ | 1M\$ до 10M\$ | > 10M\$ |
| Категория вероятности | 5<br>1E-1 до 1    | 0                     | 0                     | 0                 | 0             | 0       |
|                       | 4<br>1E-2 до 1E-1 | 3                     | 13                    | 20                | 58            | 35      |
|                       | 3<br>1E-3 до 1E-2 | 1                     | 8                     | 1                 | 5             | 5       |
|                       | 2<br>1E-4 до 1E-3 | 22                    | 31                    | 45                | 200           | 73      |
|                       | 1<br>0 до 1E-4    | 71                    | 28                    | 61                | 136           | 250     |
|                       | Целевой риск      | 4                     | 4                     | 3                 | 2             | 2       |

  

|            |        |         |                |         |
|------------|--------|---------|----------------|---------|
| Ранг риска | НИЗКИЙ | СРЕДНИЙ | СРЕДНЕ ВЫСОКИЙ | ВЫСОКИЙ |
|------------|--------|---------|----------------|---------|

Синяя линия показывает предельный риск

## Управление рисками RBI

- ✓ Как правило, мы не можем управлять последствиями отказов оборудования, поскольку они определяются характеристиками среды процесса, параметрами процесса, и др. Т.е. мы не можем «передвигать» оборудование по горизонтали в матрице.
- ✓ Однако возможно влиять на вероятность отказа, путём проведения своевременных инспекций, «передвигая» таким образом оборудование по вертикали в матрице рисков.
- ✓ На базе оценок временных зависимостей рисков возможно строить оптимальные планы инспекций, при этом оборудование с наибольшими рисками должно определять периодичность инспекций, оборудование с малыми рисками можно инспектировать с гораздо большими интервалами по времени.

## Программа PCMS

- ✓ В основу программы PCMS положена количественная модель RBI, описанная в стандарте API 581 (2008 г.), с некоторыми усовершенствованиями, предложенными RIMAP Petrochemical Workbook (Европейский Нефтехимический Рабочий Журнал) и компанией Tischuk T-OCA. В оценке механизмов разрушения используется также стандарт API 571 Damage Mechanisms.
- ✓ Программа PCMS позволяет оценивать риски и механизмы разрушения по каждой единице оборудования, а также строить планы инспекций исходя из 3 принципов:
  - Фиксированные интервалы инспекций (традиционный подход);
  - Интервал, основанный на оценке остаточного ресурса ( $\frac{1}{2}$ , или  $\frac{1}{4}$  ресурса);
  - Интервал, основанный на анализе риска (RBI) .
- ✓ Программа выполнена в идеологии «Клиент-Сервер», использует базу данных Microsoft SQL и позволяет подключение неограниченного числа терминалов.
- ✓ Программа PCMS локализована для России.