

# **Анализ опасностей**

**1. Качественный анализ опасностей**

**2. Количественный анализ опасностей**

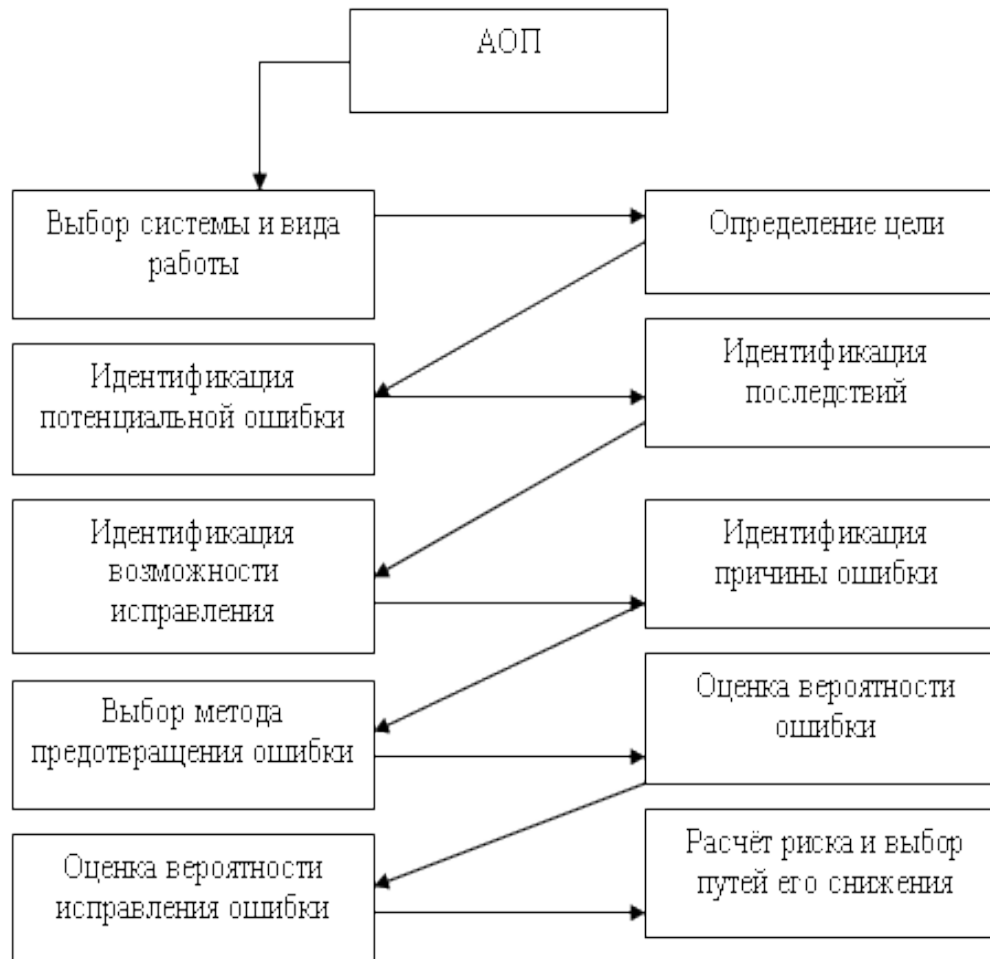
## *Качественный анализ опасностей*

- 1. Предварительный анализ опасностей (ПАО)**
- 2. Анализ последствий отказов (АПО)**
- 3. Анализ опасностей с помощью дерева причин потенциальной ЧС (АОДП)**
- 4. Анализ опасностей с помощью дерева последствий потенциальной ЧС (АОДПО)**
- 5. Анализ опасностей методом потенциальных отклонений (АОМПО)**
- 6. Анализ ошибок персонала (АОП)**
- 7. Причинно-следственный анализ (ПСА)**

## *Предварительный анализ опасностей (ПАО)*

- Изучают технические характеристики объекта, системы, процесса, а также используемые энергетические источники, рабочие среды, материалы; устанавливают их повреждающие свойства.
- Устанавливают законы, стандарты, правила, действия которых распространяется на данный технический объект, систему, процесс.
- Проверяют техническую документацию на ее соответствие законам, правилам, принципам и нормам стандартов безопасности.
- Составляют перечень опасностей, в котором указывают идентифицированные источники опасностей (системы, подсистемы, компоненты), повреждающие факторы, потенциальные ЧС, выявленные недостатки.

## Анализ ошибок персонала (АОП) проводится в несколько этапов



# Количественный анализ опасностей

**Риск** - это отношение числа тех или иных неблагоприятных последствий к их возможному числу за определенный период.

$$R = n/N$$









*Пример.* Определить риск гибели человека на производстве за год, если известно, что ежегодно погибает около  $n=14000$  человек, а численность работающих составляет  $N=140$  млн. человек:

$$R = \frac{n}{N} = \frac{1,4 \times 10^4}{1,4 \times 10^8} = 10^{-4}$$

**Индивидуальный риск** - опасность для отдельного индивидуума.

**Социальный (групповой)** - это риск для группы людей

Данные по риску гибели человека в США за год

	Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$		Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
	Пожар	$4 \cdot 10^{-5}$		Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
	Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$		Железнодорожный транспорт	$4 \cdot 10^{-7}$
	Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$		Радиационно опасные объекты	$2 \cdot 10^{-10}$

Общий риск гибели человека за год -  $6 \cdot 10^{-4}$

Потери США в год составляют 150000 человек.

## Методические подходы к определению риска :

1. *Инженерный*, опирающийся на статистику, расчет частот, вероятностный анализ безопасности, построение деревьев опасности.
2. *Модельный* - построение моделей воздействия вредных факторов на человека или группу людей.
3. *Экспертный* - опрос опытных специалистов.
4. *Социологический* - опрос населения.

# *Методика количественного анализа безопасности с помощью дерева отказов*

1. Основные понятия используемые при построении дерева отказов.
2. Символика используемая при построении.
3. Правило построения дерева отказов.
4. Этапы построения дерева отказов.
5. Вычисление вероятности головных событий.



## 1.Основные понятия

**Событие** - это авария, травма, отказ от какого-то элемента или устройства.

Частота этих событий связана с количеством работающих и продолжительности работы.

Частота событий трактуется как вероятность, лежащая между 0 и 1.

$0 \leq P_i \leq 1$ , где  $P_i$  - вероятность какого-то события.

**Дерево отказов** - разновидность графа. Строится от начального события, которое является аварией, несчастным случаем.

**События бывают:**

1. Нормальные - события, характеризующие ожидаемый (нормальный) ход рассматриваемого процесса. Например, работник пришел и включил станок, либо при аварии какого-то устройства включается резервное устройство.

2. Если нормальное событие не появляется определенное время оно рассматривается как отказ.

Виды отказа:

- *первичный* (событие, вызванное особенностями самого элемента системы, например, его износом или производственным дефектом);

- *вторичный* (событие, вызванное внешними причинами (отказ других элементов, отклонение условий внешней среды и т.д.);



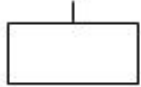
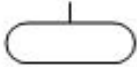





- *ошибочная команда*. Это неправильный сигнал управления, ошибочные действия оператора, сигналы помех.

3. Исходное событие. В данном случае может выступить либо нормальное событие, либо отказ. Проявляется на элементарном уровне (на уровне элементов).

4. Головное событие - событие на вершине дерева отказов, которое затем анализируется с помощью остальной части дерева.

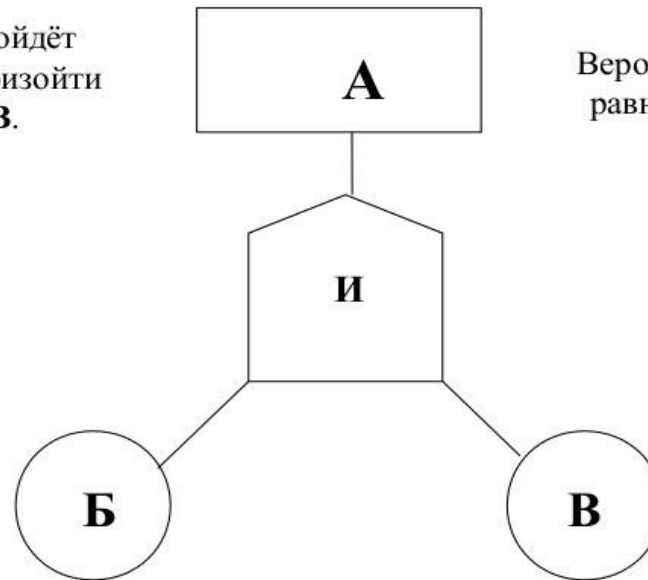
5. Основное событие - результирующий отказ, выводящий машину или человека из работоспособного состояния.

## 2.Символика используемая при построении дерева отказов:

Строка	Символ события	Содержание события
1	 круг	Исходное событие обеспеченное достаточными данными
2	 ромб	Событие, недостаточно детально разработанное
3	 прямоугольник	Событие, вводимое логическим элементом
4	 овал	Условное событие, используемое с логическим знаком "запрет"
5	 домик	Событие, которое может случиться или не случиться
6	 треугольники	Символ перехода
7	 Знак "И"	Выходное событие происходит, если все входные события случаются одновременно
8	 Знак "ИЛИ"	Выходное событие происходит, если случается любое из входных событий
9	 Знак "ЗАПРЕТ"	Наличие входа вызывает появление выхода, когда происходит условное событие

## Логический оператор «И»

Перед тем как произойдёт событие **A** должны произойти оба события **B** и **B**.

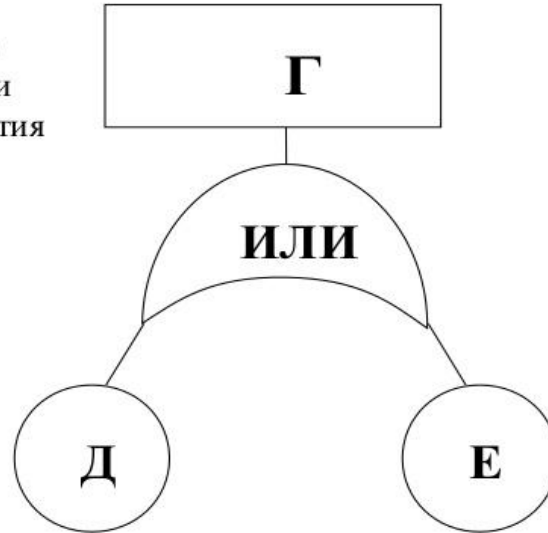


Вероятность совершения события **A** равна произведению вероятностей **B** и **B**.

$$P(A) = P(B) P(B)$$

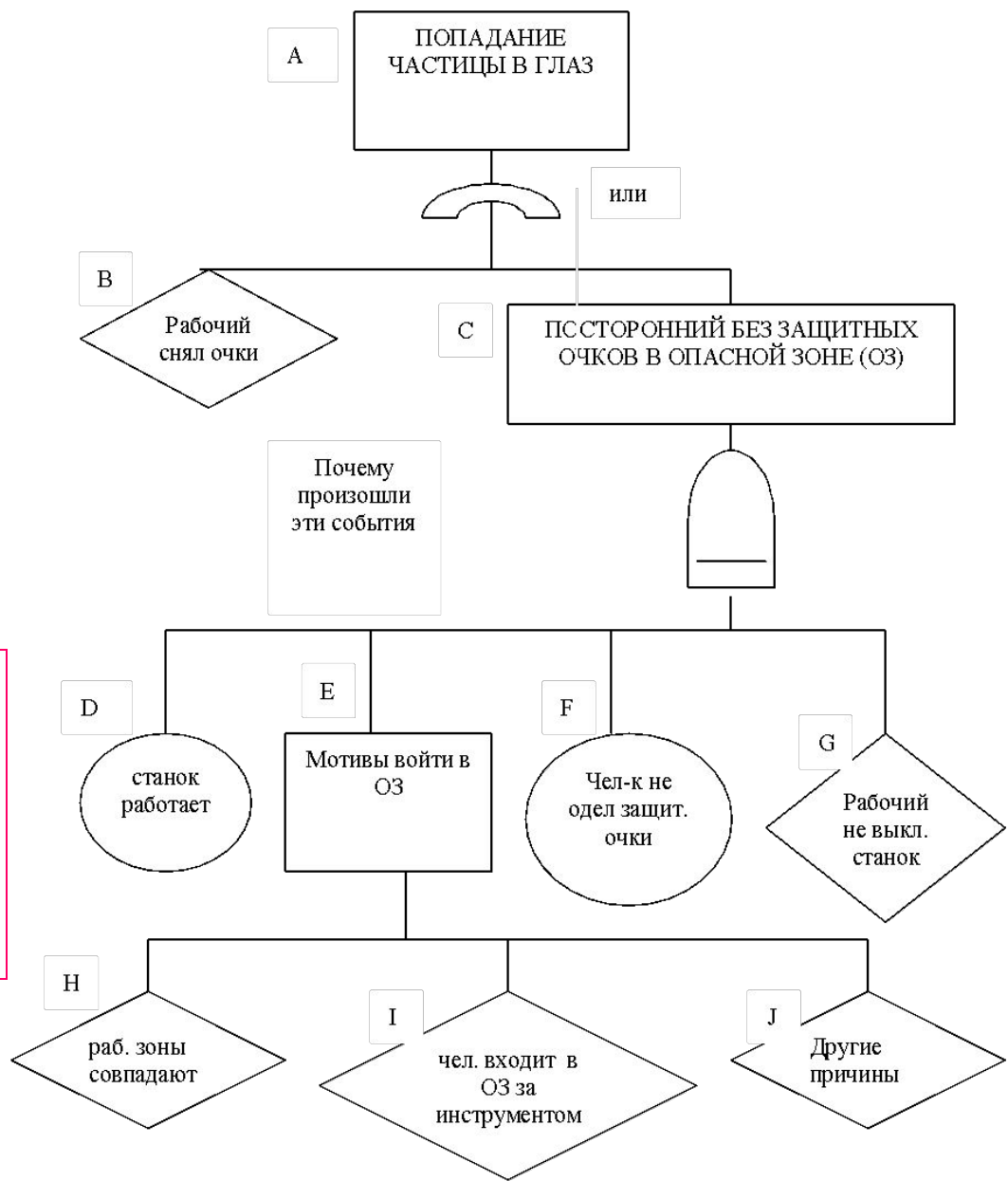
## Логический оператор «ИЛИ»

Для того, чтобы произошло событие **Г** должно произойти событие **Д** или **Е** или оба события вместе.



Вероятность возникновения события **Г** равна:

$$P(G) = P($$



$$A=B+C$$

$$C=D*E*F*G$$

При построении дерева каждому событию присваивается определенная вероятность.

$$P_c = P_d * P_e * P_f * P_g$$

$$P_a = 1 - (1 - P_b)(1 - P_c)$$

## Структурная схема вероятности возникновения пожара на судне

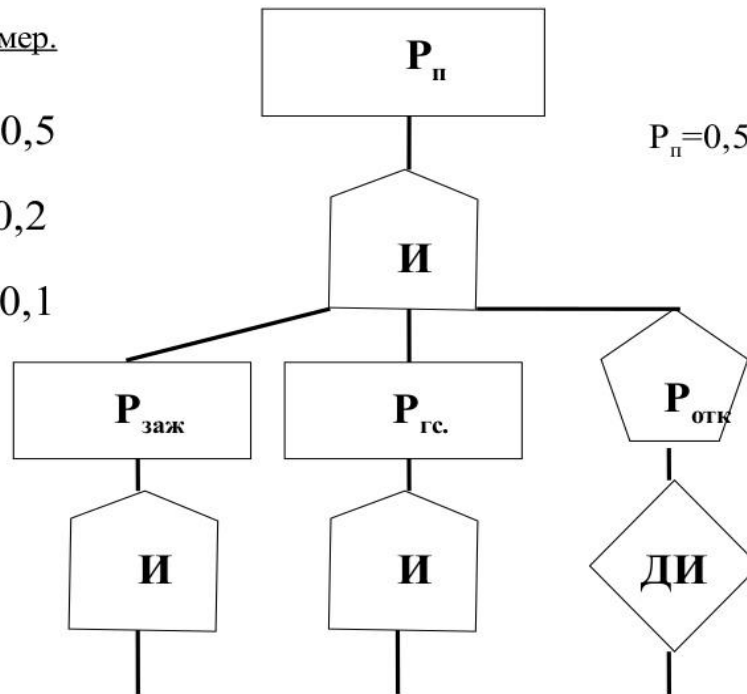
Пример.

$$P_{\text{зaj.}} = 0,5$$

$$P_{\text{гс.}} = 0,2$$

$$P_{\text{отк.}} = 0,1$$

$$P_{\text{п}} = 0,5 * 0,2 * 0,1 = 0,01$$



P - зажигания  
P – горючая смесь  
P - отказ тушения

# Разработка рекомендаций по уменьшению риска

- заключительный этап анализа риска.

Меры по уменьшению риска могут носить технический и (или) организационный характер и включают:

- меры по уменьшению вероятности возникновения инцидента,
- меры по уменьшению вероятности перерастания инцидента в аварийную ситуацию;
- меры по уменьшению тяжести последствий аварии, которые, в свою очередь, имеют следующие приоритеты:
  - меры, предусматриваемые при проектировании опасного объекта (например, выбор несущих конструкций, запорной арматуры),
  - меры, относящиеся к системам противоаварийной защиты и контроля (например, применение газоанализаторов),
  - меры, касающиеся готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации последствий аварий.

## Пути уменьшения риска

Используя понятие «приемлемого» риска, можно установить финансовую меру обеспечения безопасности человеческой жизни, необходимость проведения мероприятий по безопасности, реализуя схему:



Для уменьшения риска материальные средства можно расходовать по пяти направлениям:

1. Совершенствование систем.
2. Подготовка и обучение персонала.
3. Применение организационных мероприятий.
4. Применение технических средств защиты и СИЗ.
5. Экономические методы (страхование, компенсации и др.).

### 1.4. Системный анализ безопасности



# Средства снижения травмоопасности технических систем.

## Взрывозащита технологического оборудования:

- применение гидрозатворов, огнепреградителей, инертных газов или паровых завес;
- защита аппаратов от разрушения при взрыве с помощью устройства аварийного сброса давления (предохранительные мембраны и клапаны, быстродействующие задвижки, обратные клапаны и т.д.).

## Защита от механического травмирования:

предохранительные, тормозные, оградительные устройства, средства автоматического контроля и сигнализации, знаки безопасности, системы дистанционного управления.

## Средства автоматического контроля и сигнализации подразделяют:

- по назначению – на информационные, предупреждающие, аварийные и ответные;
- по способу срабатывания – на автоматические и полуавтоматические;
- по виду сигнала – на звуковые, световые, цветовые, знаковые и комбинированные;
- по характеру подачи сигнала – на постоянные и пульсирующие