

Сравнение различных  
алгоритмов расчета  
показателей риска  
при декларировании  
промышленной безопасности

к.т.н., в.н.с. С.И.Сумской

АНО «АИПР»

# Суть проблемы

- Расчет показателей риска необходим для оценки уровня промышленной безопасности. Он широко применяется на практике. Он становится элементом в принятии решений.
- Требования к количественной оценке риска растут.
- Существует несколько подходов к расчету показателей риска.

**ВОПРОС – Для одинаковых ситуаций они дают одинаковые результаты?**

**+ сопутствующие вопросы (а можно ли подогнать показатели риска)**

# Основная задача

- Расчет показателей риска, как процедура, должен исключать возможность манипулирования получаемыми значениями.
- Речь идет не о злонамеренных действиях, а о формальной однозначности процедуры и ее корректности.

# Основная задача

- Расчет показателей риска, как процедура, должен исключать возможность манипулирования получаемыми значениями.
- Речь идет не о злонамеренных действиях, а о формальной однозначности процедуры и ее корректности при реализации в различных методиках

# Основные алгоритмы расчета показателей риска

- МЧС («Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»)
- Газпром (СТО Газпром 2-2.3-351-2009)
- Ростехнадзор (РБ, например «РБ «Методические рекомендации по оценке степени риска аварий на ОПО МН и МНПП»)
- «Новые» подходы (проект ФНИП по нефтепереработке, группа компаний, 2012-2013 гг.)

# Особенность алгоритма расчета показателей риска

Расчет идет по цепочке, где последующий параметр определяется на основе предыдущего:

-условная вероятность поражения  $P_{пораж}^{ji}(x, y)$ , (часто явно не выделяется)

-потенциальный риск  $R_{пот}(x, y)$

-индивидуальный риск  $R_{инд}^m$

-коллективный риск  $R_{колл}$  (через потенц. риск)

+ пострадавшие

Ошибка в расчете в одном звене искажает все последующие результаты

# Условная вероятность поражения

Зависит от:

- физических параметров поражающих факторов;

- типа реципиента, в случае для поражения человека под различными типами реципиента обычно понимают различную степень защищенности/незащищенности человека, например нахождение человека в помещении, оснащенность его индивидуальными средствами защиты;

- поведения человека в условиях его нахождения в зоне действия поражающих факторов;

- способности человека предотвратить свое попадание в зону действия поражающих факторов;

- возможности одновременного воздействия поражающих факторов.

# Условная вероятность поражения

Все методики учитывают  
зависимость от:

- физических параметров  
поражающих факторов (пробит  
функция).



# Условная вероятность поражения

Методики учитывают зависимость от:

- типа реципиента.

В методиках (МЧС, Газпром и «новых») только путем варьирования пробит-функции, что практически невозможно.

В методике (Ростехнадзор) учитывается уровень уязвимости:

$$V_{\text{уяз}}^{ij}(x, y) \cdot P_{\text{пораж}}^{ij}(x, y)$$

# Условная вероятность поражения

Методики учитывают зависимость от:

- типа реципиента.

В методиках (МЧС, Газпром и «новых») только путем варьирования пробит-функции, что практически невозможно.

В методике (Ростехнадзор) учитывается уровень уязвимости:

$$V_{\text{уяз}}^{ij}(x, y) \cdot P_{\text{пораж}}^{ij}(x, y)$$

# Условная вероятность поражения

Методики (МЧС и Ростехнадзора) учитывают зависимость от:

- возможности одновременного воздействия поражающих факторов.

МЧС

$$P_{пораж}^i(x, y) = 1 - \prod_{j=1}^{\Phi_i} (1 - P^{ji} \cdot P_{пораж}^{ji}(x, y))$$

Ростехнадзор

$$P_{пораж}^i(x, y) = \min \left( \left( 1, 1 - \prod_{j=1}^{\Phi_i(x, y)} (1 - v_{уяз}^{ij}(x, y) \cdot P_{пораж}^{ij}(x, y)) \right) \right)$$

# Условная вероятность поражения

Все методики могут учитывать зависимость от:

- поведения человека в условиях его нахождения в зоне действия поражающих факторов;

- способности человека предотвратить свое попадание в зону действия поражающих факторов.

Путем изменения расчета вероятности по пробит-функции – изменение времени экспозиции, либо зануление вероятности гибели.

# Потенциальный риск

Все методики используют

$$R_{\text{пот}}(x, y) = \sum_{i=1}^I Q_i P_{\text{пораж}}^i(x, y) ,$$

но разный смысл  $P$  в разных методиках делает разными по смыслу и поля риска.

ПРОБЛЕМА в том, что поле потенциального риска строится в самом общем случае для реципиента определенного типа. И не всегда возможно построить одно поле риска для нескольких типов реципиентов.

# Потенциальный риск

Можно построить (в соответствии с РБ) одно поле потенциального риска для людей на открытых площадках и в помещениях.

Но сложно построить одно поле риска и для пожарных и для персонала, поскольку в одной точке будут две вероятности поражения.

# Индивидуальный риск

Все методики используют (Газпром с уязвимостью)

$$R_{инд}^m = \sum_{i=1}^I q_{im} \cdot R_{ном}(x_i, y_i) ,$$

но разный смысл R в разных методиках делает разными по смыслу и индивидуальный риск.

ПРОБЛЕМА в осреднении по группе.

В методиках МЧС, Ростехнадзора, «новых» группе приписывается либо одинаковый риск, либо макс. риск одного человека.

# Индивидуальный риск

Газпром: для группы в одном месте

$R_{инд}^k = R_{пот}(x, y) v_{уязв} q^k$ , где  $q$  — доля времени осредняется по группе.

Газпром: для группы в нескольких местах

$R_{инд}^{ср} = \frac{\sum_{n=1}^N R_{инд}^n}{N}$ , что верно только при равном количестве реципиентов в разных местах.

**ПРОБЛЕМА.** По Газпрому можно манипулировать индивидуальном риском для группы людей.



# Коллективный риск

В Ростехнадзор

$$R_{\text{колл}} = \sum_{j=1}^J N_{\text{ср постр}}^j Q_j, N_{\text{ср постр}}^i = \sum_{l=1}^L \int_S \mu_l(x, y) \cdot q(x, y) P_{\text{пораж}}^i(x, y) ds$$

В Газпром

$$R_{\text{кол}}^i = v_{\text{уязв}} q^i \int \mu^i(x, y) \cdot R_{\text{ном}}(x, y) ds$$

недостатки – уязвимость и доля времени одна для всех и опять же R другое.

# Выводы

1. При анализе риска необходимо учитывать изменение типа реципиента (в величине условной вероятности поражения, изменение по пространству, в частности с помощью коэффициента уязвимости). На сегодня это вносит основную неправильность в расчеты.
2. Необходимо учитывать изменение распределения людей. На сегодня это также значимая ошибка.
3. Необходимо учитывать многофакторность поражения. Влияние ее менее значимо с п.1 и 2.