



ГРУППА КОМПАНИЙ

ПРОМЫШЛЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ЗАО НТЦ ПБ)

О проектах методик анализа риска аварий на ОПО

Директор центра анализа риска ЗАО НТЦ ПБ, д.т.н.,
Лисанов Михаил Вячеславович.

тел. +7 495 620 47 48, e-mail: risk@safety.ru

Семинар «Анализ опасностей ...»

Москва, УМЦ ЗАО НТЦ ПБ, 24.11.2014

Основные темы доклада

- Анализ риска в новых ФНП и РБ Ростехнадзора
- Обзор проектов методик по оценке риска
- О проектах изменений в:
 - ФНП «Общие правила взрывобезопасности...»

Основная цель изменений в законодательстве в области промышленной безопасности (ФЗ-116 изм. 2013) - внедрение более гибкого надзора, основанном на риск-ориентированном подходе и направленного в т.ч. на:

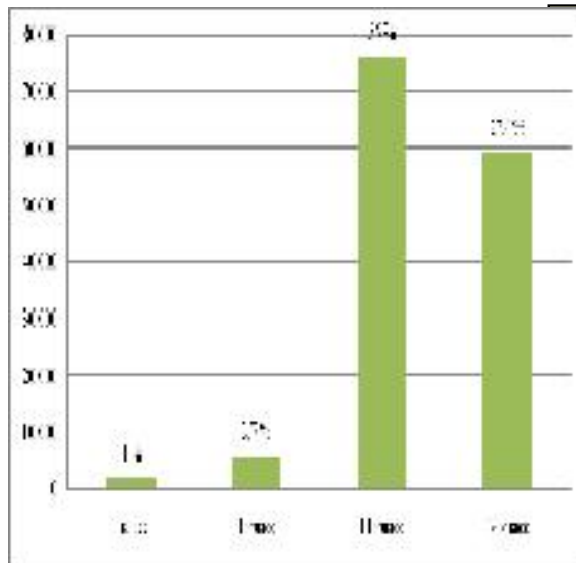
- **устранение избыточных административных барьеров для бизнеса;**
- **создание стимулов к модернизации отечественной экономики.**

- **Наиболее важные изменения касаются:**

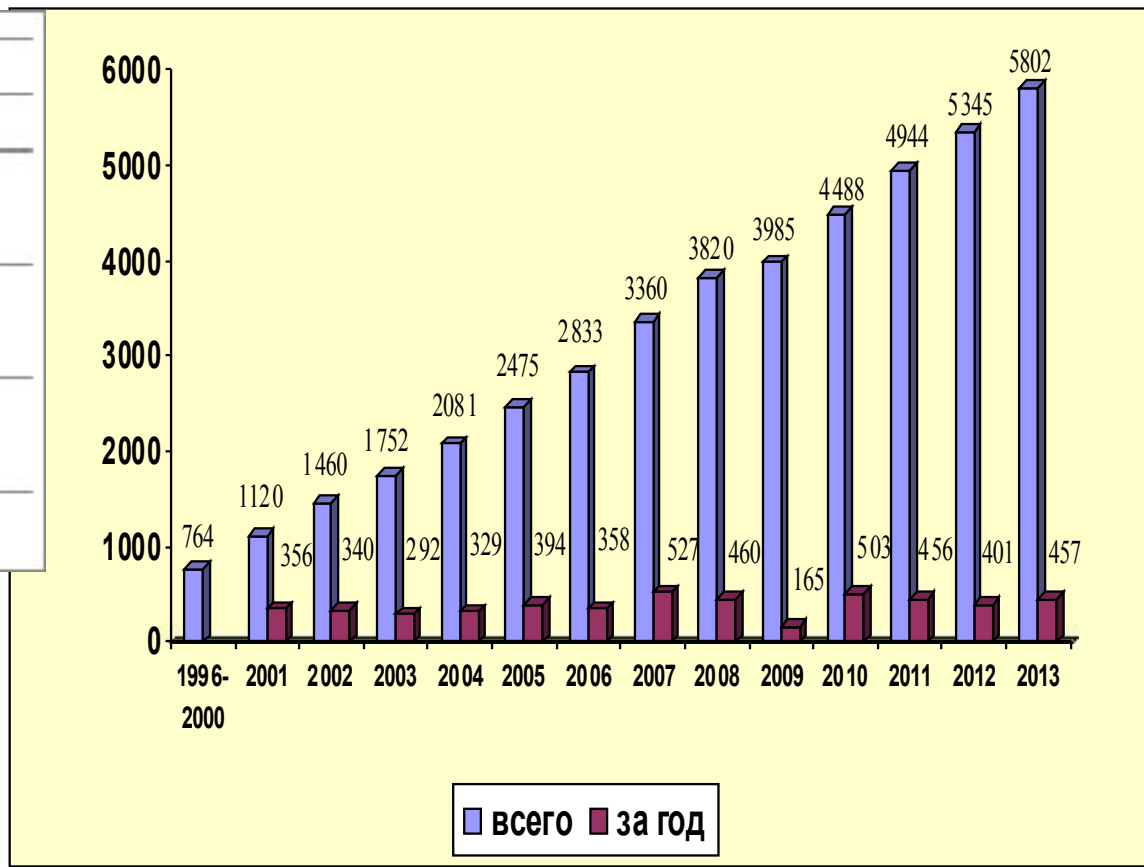
- **идентификации и регистрации опасных производственных объектов (ОПО) - 4 класса опасности;**
- **выдачи разрешений на применение технических устройств на ОПО;**
- **экспертизы промышленной безопасности (*исключено требование о проведении экспертиз документации на капитальный ремонт, а также «иных документов», связанных с эксплуатацией ОПО*);**
- **разработки систем управления промышленной безопасностью (1, 2 класса),**
- **декларации промышленной безопасности;**
- **введения новой процедуры – разработки ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОПО.**



Наиболее полно количественные показатели риска представлены в декларациях
промышленной безопасности ОПО
(аналога *Safety Report* по Директивам Севезо (№96/82/ЕС/Севезо III от 24.07.2012))



Всего
зарегистрировано ок.
220 тыс. ОПО, в т.ч.
I класса – **6 тыс. ОПО**
II класса – **2 тыс. ОПО**



Обобщенные сведения о ходе декларирования промышленной
безопасности ОПО (1996-2013 гг.)



Нормативные правовые требования / положения о проведении анализа опасностей и риска (1)

1. **Федеральный закон “О промышленной безопасности опасных производственных объектов” от 21.07.1997 № 116-ФЗ (с измен. от 02.07.2013);**
2. **Федеральный закон «О техническом регулировании» (№184-ФЗ от 27.12.2002);**
3. **Федеральный закон “О газоснабжении в Российской Федерации” (принят Государственной Думой 12.03.1999);**
4. **Федеральный закон от 02.07.2008 №123-ФЗ " Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;**
5. **Федеральный закон от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;**
6. **Технический регламент «О безопасности машин и оборудования (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 15.09.2009 N753)**
7. **Нормативные правовые акты по декларированию промышленной и пожарной безопасности (РД–03-315-99, ПБ 03-314-99, утв. Госгортехнадзором России, документы МЧС России);**
8. **Постановление Правительства Российской Федерации от 21.08.2000 №613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов»;**
9. **Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2002 №240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации».**



Нормативные правовые требования / положения о проведении анализа опасностей и риска (2)

9. **О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию** (Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 №87)
10. **ФНП «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности (2013, вместо ПБ 08-624-03)**
11. **ФНП «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»** (утв. Ростехнадзором 11.03.2013 N 96, рег. Минюстом РФ 16.04.2013 №28138)
12. **ФНП «Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов»** (утв. приказом Ростехнадзора от 06.07.2013 №520)
13. **ФНП «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта»** (утв. пр. Ростехнадзором от 15.07.2013 № 306)
- New* 14. **ФНП «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности»** (утв. Ростехнадзором 14 ноября 2013 г. N 538)
- New* 15. **ФНП «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов морского нефтегазового комплекса»** (утв. пр. Ростехнадзора от 18 марта 2014 г. N 105, Зарегистрировано в Минюсте России 17 сентября 2014 г. N 34077)
- т.о. **Нормативная база России характеризуется тенденцией увеличения количества положений по использованию методологии анализа риска как основы для принятия решений по обеспечению безопасности**



Документы с функциональными и риск-ориентированными требованиями

- ФНП «Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов»** (утв. приказом Ростехнадзора от 06.07.2013 №520)
- ФНП «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»** (утв. Ростехнадзором 11.03.2013 N 96, рег. Минюстом РФ 16.04.2013 №28138)
- ФНП «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта»** (утв. пр. Ростехнадзором от 15.07.2013 № 306)



ФНП «Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов»

ФНП МТ — организационно-технический документ, содержащий **функциональные** («целеустанавливающие») требования.

В технические требования безопасности, как правило, **не включены количественные** характеристики, определяющие, например, периодичность контроля, значения безопасных расстояний, т.е. те нормы, которые могут быть изложены **в руководствах по безопасности, стандартах, сводах правил или обосновании безопасности ОПО.**

Исключения – п.13, 20, 60, 64, 75, 83.

«6. Разработка технологического процесса, применение технологического оборудования, выбор типа запорной арматуры ... противоаварийной защиты должны быть обоснованы в проектной документации/ документации результатами **анализа опасностей технологических процессов и количественного анализа риска аварий**, проведенного в соответствии с главой VII.»



Основные методические документы по риск-менеджменту (общие документы)

1. РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов» (утв. Госгортехнадзором России 10.07.01 №30)
2. РД- 03-14-2005 «Порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в неё сведений» (утвержден приказом Ростехнадзор от 29.11.2005 № 893);
3. Методические рекомендации по разработке декларации промышленной безопасности». РД 03-357-00 (утверждены Госгортехнадзором России 26.04.00 № 23).

Национальные стандарты:

1. ГОСТ Р 51901.1-2002 (МЭК 60300-3-9). Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.
 2. ГОСТ Р 51897-2011/Руководство ИСО 73:2009 "Менеджмент риска. Термины и определения» (идентичный международному документу Руководство ИСО 73:2009 "Менеджмент риска. Словарь. Руководство по использованию в стандартах»), с датой введения в действие 1 декабря 2012.
 3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска.
 4. ГОСТ Р ИСО 17776-2010 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска. Основные положения/ ISO-17776:2000 Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment (IDT)
 5. ГОСТ Р 51901.11-2005 (МЭК 61882:2001) Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство.
 6. ГОСТ Р МЭК 61508 ... Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью...
 7. ГОСТ Р МЭК 61511-... Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов....
 8. ГОСТ Р 53387-2009. Лифты, эскалаторы и пассажирские конвейеры. Методология анализа и снижения риска
 9. ГОСТ Р 51344-99
- и др. ...

Технический комитет по стандартизации ТК23

<http://www.tksneftegaz.ru>

**Технический комитет по стандартизации
«Техника и технологии добычи и переработки нефти и газа»**



Основные методические документы по оценке риска аварий на ОПО (методики)

РОСТЕХНАДЗОР:

1. «Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ» РД-03-26-2007 (утв. Ростехнадзором 14.12.2007 №859);
2. «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» РД 03-409-01 (утв. Госгортехнадзором России 26.06.2001)
- New* 3. Приложения 1,3 ФНиП «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (2013)
- New* 4. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности». Утв. приказом Ростехнадзор от 27.12.2013 №646.
- New* 5. Руководство по безопасности «МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА РИСКА АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ И НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДОВ» (Утв. приказом Ростехнадзора №500 от 07.11.2014)

КОМПАНИИ:

1. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах (РД-13.020.00-КТН-148-11, ОАО АК «Транснефть», согл. Ростехнадзором, 2011 г.) – *взамен МР-1999 г.*
2. СТО Газпром 2-2.3-351-2009. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром».
3. СТО Газпром 2-2.3-400-2009. Методика анализа риска для опасных производственных объектов газодобывающих предприятий ОАО «Газпром»
4. СТО Газпром 2-2.3-569-2011 Методическое руководство по расчету и анализу рисков при эксплуатации объектов производства, хранения и морской транспортировки сжиженного и сжатого природного газа ОАО «Газпром»

МЧС РОССИИ, ГОСТ:

1. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. Приказом МЧС России №404 от 04.07.2009), с изм.) - *пожар пролива, огненный шар,*
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (утв. приказом МЧС России №382 от 30.06.2009) с изм.
3. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов (ВНИИПО МЧС России, 2012г.)...



Содержание Методики

I. Общие положения

II. Общие рекомендации по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий

III. Рекомендуемые основные показатели риска аварий

IV. Рекомендации по количественной оценке риска аварии

Библиография

Приложение №1 Список сокращений

Приложение №2 Термины и определения

Приложение №3 Пример типовых сценариев для установки пиролиза

Приложение №4 Пример деревьев событий при авариях на оборудовании, содержащем опасные вещества

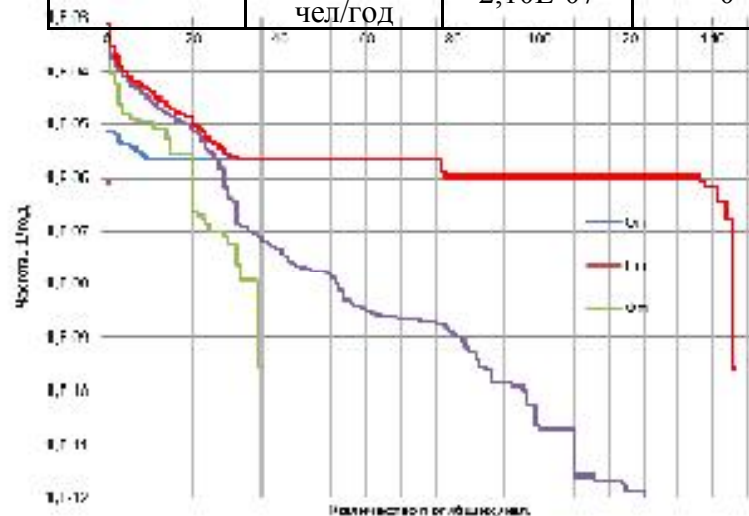
Приложение №5 Порядок расчета истечения опасных веществ из технологических трубопроводов

Приложение №6 Пример расчета параметров выброса массы опасных веществ для технологического блока подготовки сырья производства полиэтилена

Приложение №7 Пример результатов расчета показателей риска для газоперерабатывающего предприятия

Приложение 7. Пример результатов расчета показателей риска для газоперерабатывающего предприятия

Вид последствий	Параметр аварии	Опасная составляющая комплекса				
		2000 УП	3000 ПЭНД/ПЭВП	4000 ПЭВП	5000 ПП	ОЗХ
ФП	λ_{Σ} , 1/год	3,97E-04	3,85E-05	9,62E-05	3,21E-05	1,07E-04
	Rкол, чел/год	2,05E-04	5,27E-05	1,20E-04	2,28E-04	5,28E-05
ПП	λ_{Σ} , 1/год	5,43E-04	0	1,78E-07	0,00E+00	2,93E-04
	Rкол, чел/год	2,10E-07	0	2,80E-08	0,00E+00	5,90E-07





В чем отличие данной Методики от методики расчета пожарного риска (утв. приказом №404 МЧС России) /«пилотного варианта» РСПП (2013)?

- 1) Основа - **документы Ростехнадзора** (РД-03-26-2007, РД 03-409-01 и др.), **наработки ЗАО НТЦ ПБ**;
- 2) Наличие алгоритма расчета:
 - **дрейфа облака** ТВС - наиболее опасного сценария при выбросе СУГ;
 - истечения и рассеяния аварийного выброса ОВ из **технологических трубопроводов**, протяженность которых на крупных заводах превышает несколько километров;
 - разлета осколков;
 - вероятности гибели людей при разрушении **зданий различных типов**;
- 2) Учет изменения **термодинамических параметров** ОВ при выбросе;
- 3) Отсутствие **неточностей, опечаток** расчетных формул приказа МЧС №404, заимствованных из РД 03-409-01, для расчета последствий взрыва ТВС.



Программный комплекс ТОКСИ+risk

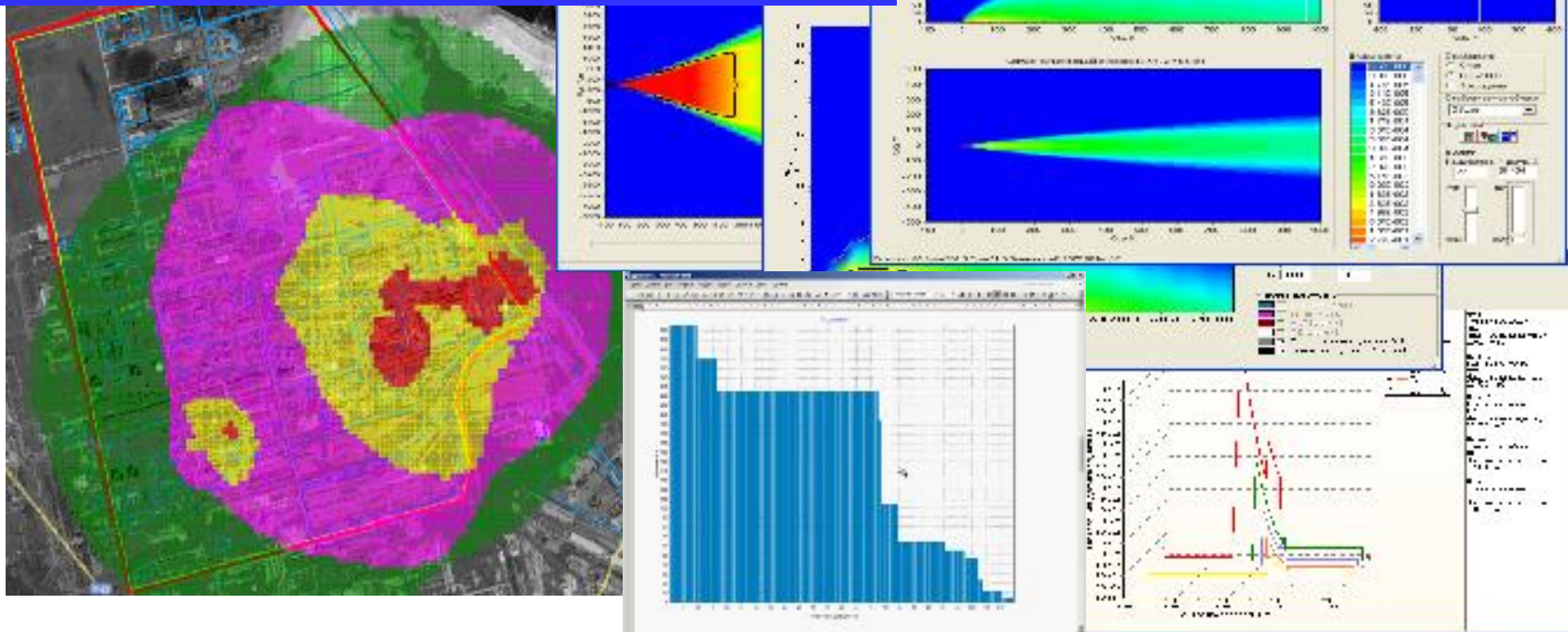


Сертификат соответствия в системе ГОСТ Р № РОСС RU.СП22.Н00066

для анализа последствий аварий и оценки показателей риска (разработан **ЗАО НТЦ ПБ**)



РД 03-26-2007, РД 03-409-01, ТОКСИ-2, ОНД-86;
«Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (МЧС России, 2009)...





Перечень проектов методик (РБ) Ростехнадзора

№	Наименование проекта РБ	Примечание, аналоги
1	Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах	РД 03-418-01 содержит: расчет показателей риска, МВКП, дополнены: описание методов анализа HAZID, SIL (ТУН), Барьеры безопасности, критерии поражения, статист данные (ТНО)
2	Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ	Актуализация РД-03-26-2007,
3	Методика оценки риска аварий на линейных объектах транспортирующих взрывопожароопасные газы	Объекты: <i>технологические трубопроводы и эстакады, транспортные пути перевозки опасных веществ</i>
4	Методика оценки риска аварий на линейных объектах транспортирующих взрывопожароопасные жидкости	Объекты: <i>технологические трубопроводы и эстакады, транспортные пути перевозки опасных веществ.</i>
5	Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей	Актуализация РД 03-409-01,
6	Методика оценки последствий аварий на взрывопожароопасных химических производствах	Соотношения вычислительной гидродинамики CFD (FLACS). РБ «Методика оценки риска нефтегазохимии...» (2013),
7	Методы обоснования взрывоустойчивости зданий и сооружений при взрывах топливно-воздушных смесей на опасных производственных объектах	Развитие ФНП «Общие правила взрывобезопасности..» (прил. 3), Методические рекомендации ЗапСиб-2, GS EP SAF 253 (Тоталь),

Характеристики расчетных методик по выбросу ОВ:

«Интегральные» аналитические модели

(РД-03-26-2007, РД 03-409-01, методики пр. 404 МЧС РФ, TNO, Shell, программ ТОКСИ+, PHAST/SAFETI, PLATO);

Модели «Численного моделирования» /

Вычислительная гидродинамика (*Computational fluid dynamics* - CFD), основанные на численном решении уравнений, описывающие распространение опасных в-в («полевые» модели методик оценки пожарного риска в помещениях, программ FLACS, KFX, ANSYS,)

проект РБ «Методик оценки последствий аварий на взрывопожароопасных химических производствах»:
Основные уравнения вычислительной гидродинамики (CFD) выброса и рассеяния опасных веществ

$$\frac{\partial}{\partial t} (\beta_v \rho) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\beta_j \rho u_j) = \frac{m}{V}$$

Сохранение массы

$$\frac{\partial}{\partial t} (\beta_v \rho Y_{fuel}) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\beta_j \rho u_j Y_{fuel}) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\beta_j \frac{\mu_{eff}}{\sigma_{fuel}} \frac{\partial Y_{fuel}}{\partial x_j} \right) + R_{fuel}$$

Сохранение отдельных компонент

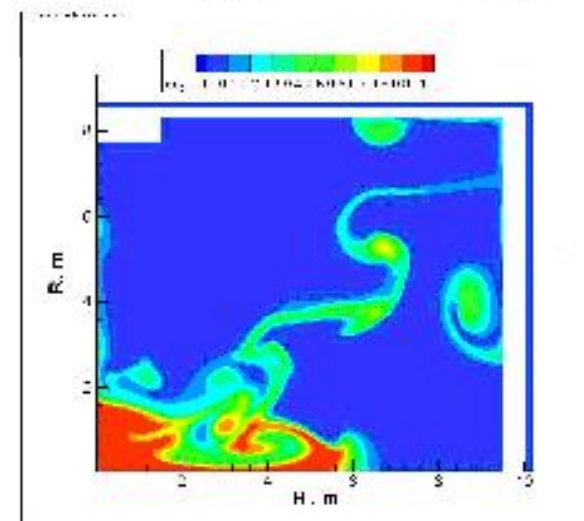
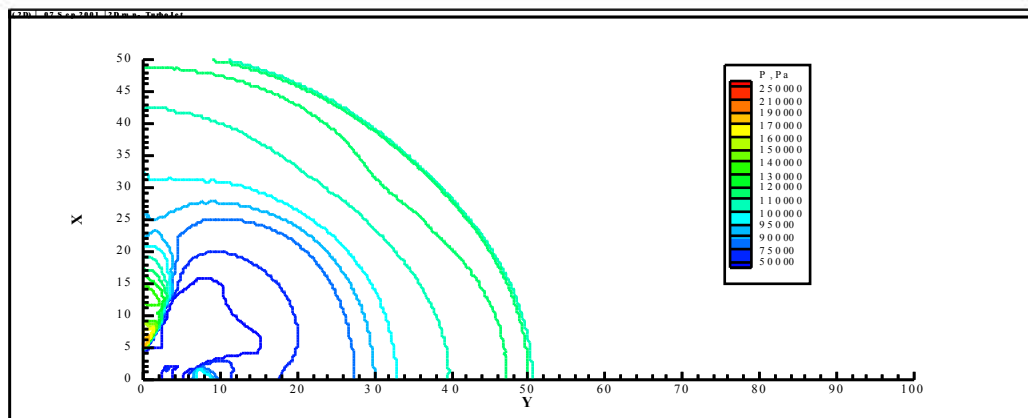
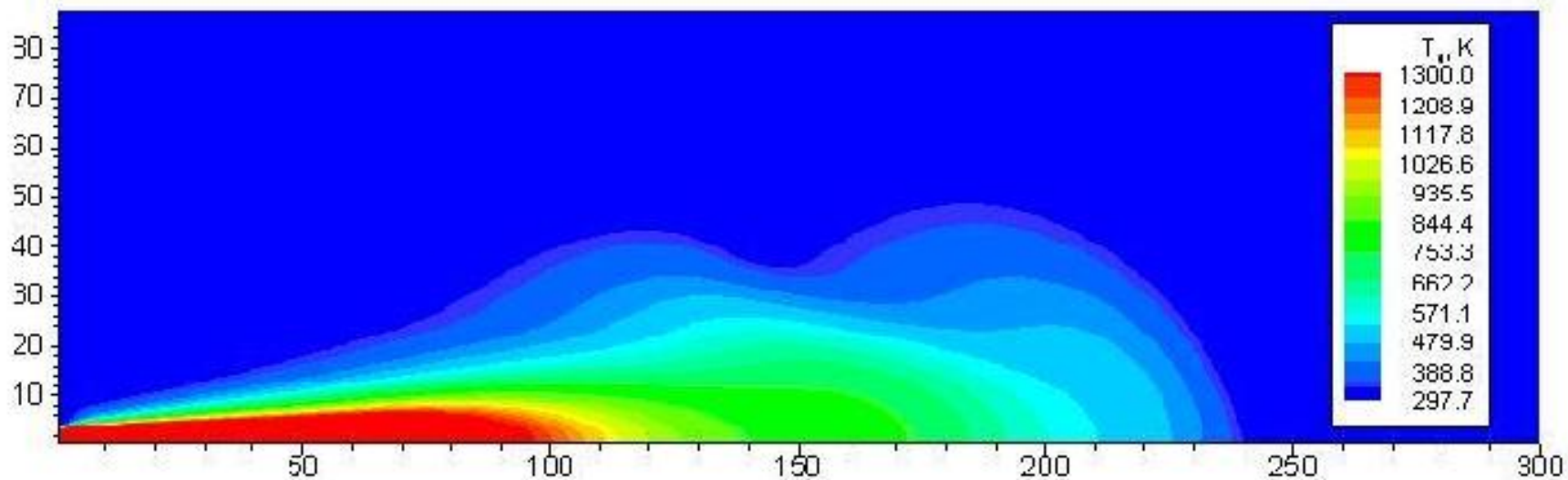
$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (\beta_v \rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\beta_j \rho u_i u_j) \\ = -\beta_v \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\beta_j \sigma_{ij}) + F_{b,i} + \beta_v F_{w,i} + \beta_v (\rho - \rho_0) g_i \end{aligned}$$

Сохранение импульса

$$\frac{\partial}{\partial t} (\beta_v \rho h) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\beta_j \rho u_j h) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\beta_j \frac{\mu_{eff}}{\sigma_h} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) + \beta_v \frac{Dp}{Dt} + \frac{\dot{Q}}{V}$$

Сохранение энергии

CFD modeling/ Численное моделирование выброса и взрыва пропана с воздухом (ЗАО НТЦ ПБ)

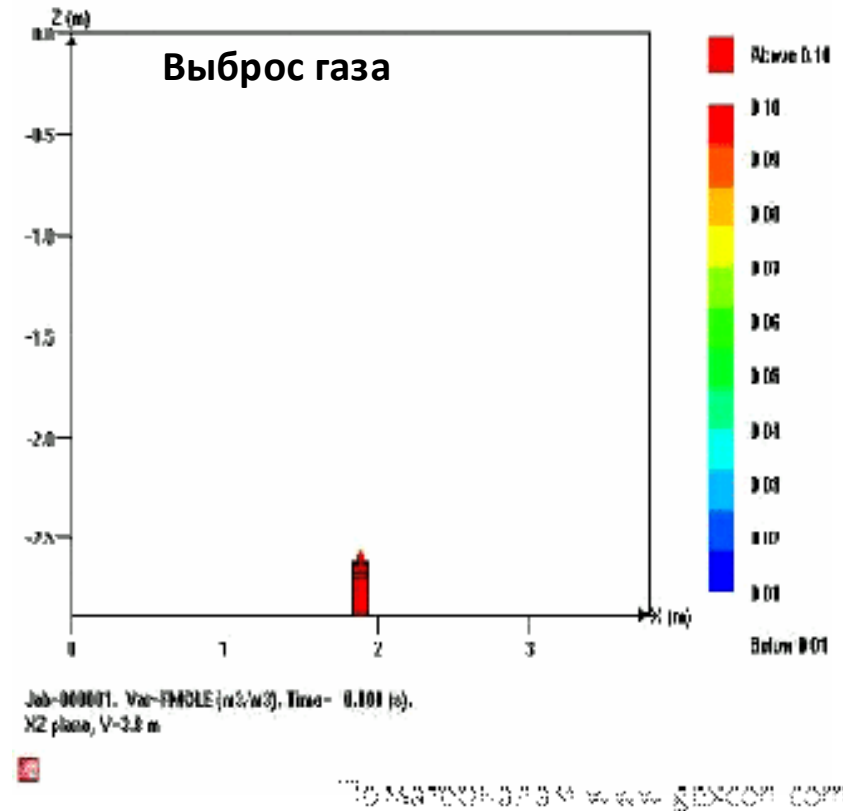
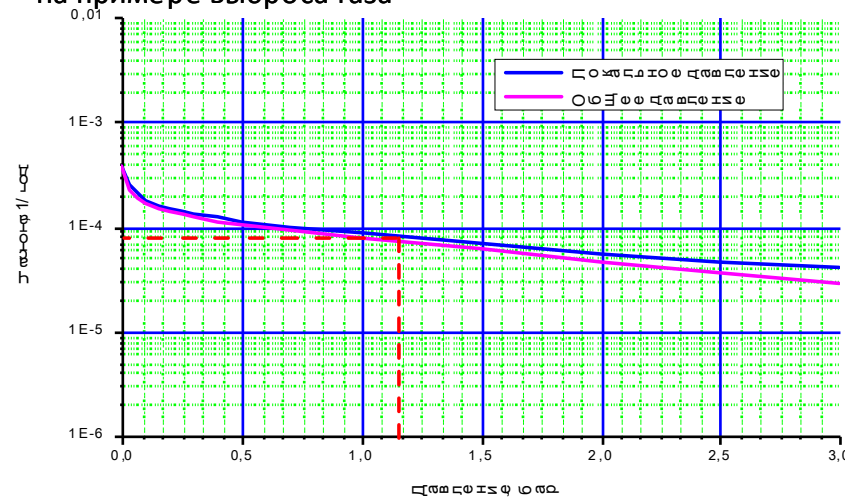


Foreign experience of assessment of the explosion loadings in the premises of the methods of numerical simulation (CFD):

FLACS (Flame Acceleration Simulator)

1. Моделирование геометрии утечки;
2. Анализ частоты утечки;
3. Моделирование рассеяния газа;
4. Моделирование зажигания газоз-воздушной смеси;
5. Симуляция взрыва;
6. Вероятностный анализ взрыва.

* - на примере выброса газа





РБ в развитие ФНП «ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ
ДЛЯ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ, НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ И
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ»

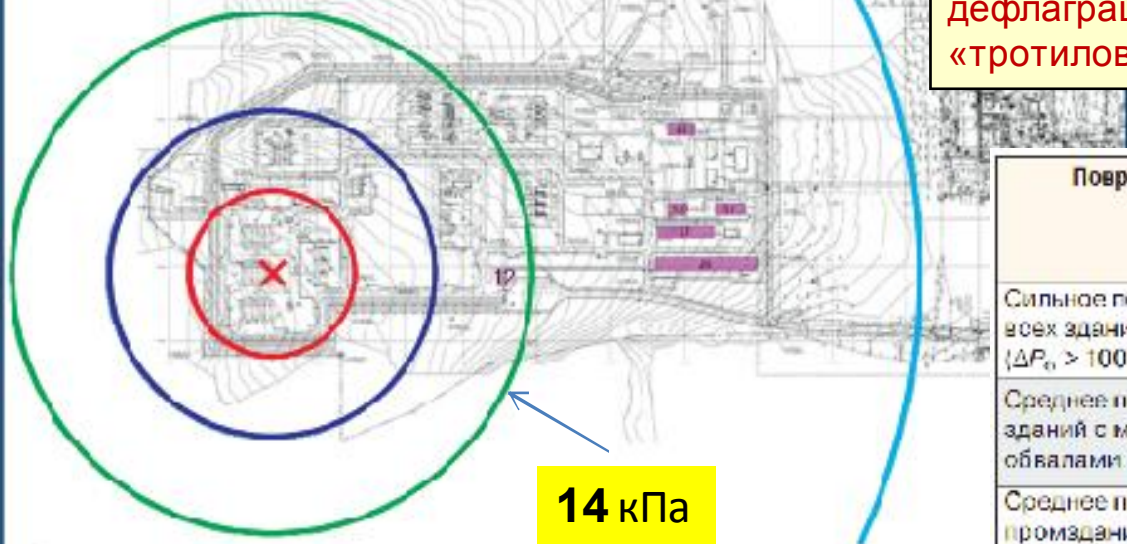
Принципиально новым является внедрение положений о проведении:

- **анализа опасностей технологических процессов (HAZID / HAZOP)**
(Приложение 1)
- **анализа риска взрыва, в том числе для обосновании взрывоустойчивости зданий и сооружений**, основанных на применении более точных методик последствий взрыва ТВС (РД 03-26-2007, РД 03-409-01) и вероятностных критериев разрушения зданий и гибели людей
(Приложение 3).

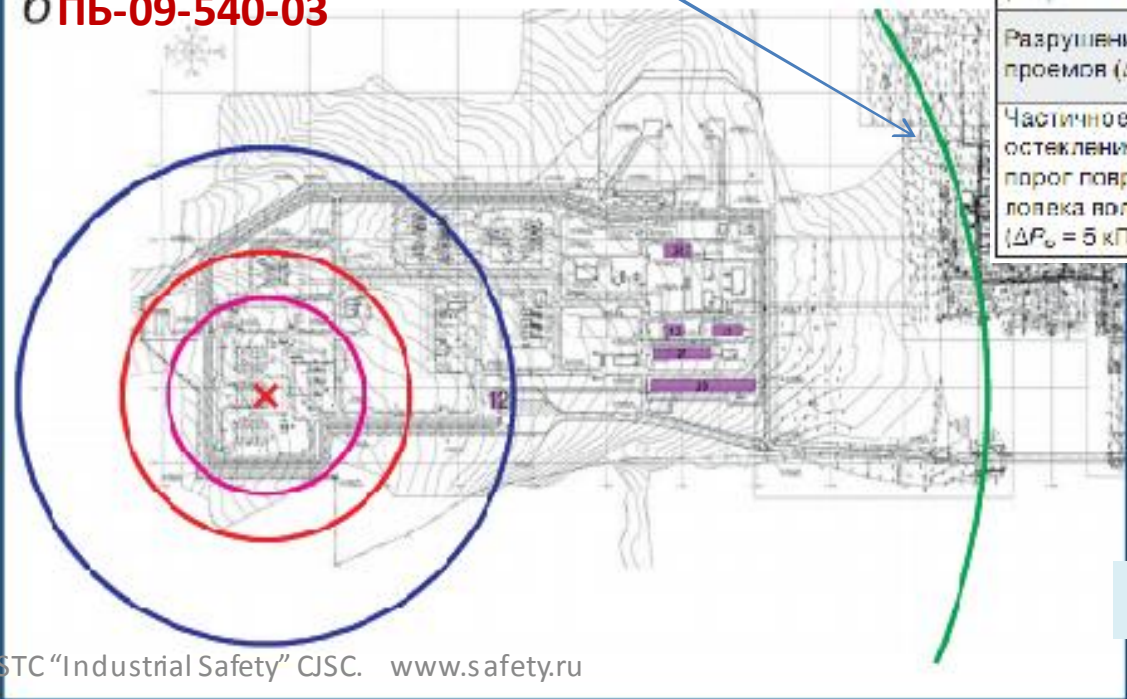
Индивидуальный риск для *i*-го человека или риска разрушения *i*-го здания:

$$R_i = \sum_{j=1}^G q_{ji} \cdot P(j)$$

а РД 03-409-01 -



б ПБ-09-540-03



Сравнение зон разрушения при взрыве ТВС на УПГ по РД 03-409-01 (учитывает дефлаграцию) и ПБ-09-540-03 (модель «тротилового эквивалента» детонации)

Повреждение	Радиус рассчитанной зоны поражения (разрушения), м		Δ, %	Обозначение на рис. 4
	РД 03-409-01	ПБ 09-540-03		
Сильное повреждение всех зданий ($\Delta P_0 > 100$ кПа)	Н. д.	132	-	
Среднее повреждение зданий с массивными обвалами ($\Delta P_0 = 70$ Па)	111	195	76	
Среднее повреждение промзданий ($\Delta P_0 = 28$ кПа)	219	339	55	
Разрушение оконных проемов ($\Delta P_0 = 14$ кПа)	350	974	178	
Частичное разрушение остекления, нижний порог повреждения человека волной давления ($\Delta P_0 = 5$ кПа)	870	-	-	

Ситуационный план сценария аварии со взрывом ТВС при полном разрушении емкости:
 а – расчет по РД 03-409-01;
 б – расчет по ПБ 09-540-03.

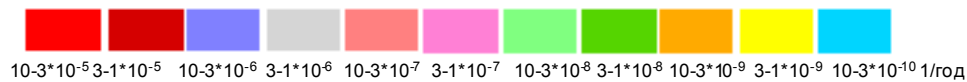
без учета дрейфа облака ТВС



РБ Методы обоснования взрывоустойчивости зданий ...(проект)

Распределение потенциального риска разрушения зданий $R_{рзш}(\Delta P_{ф}, x, y)$, 1/год

здание 7720

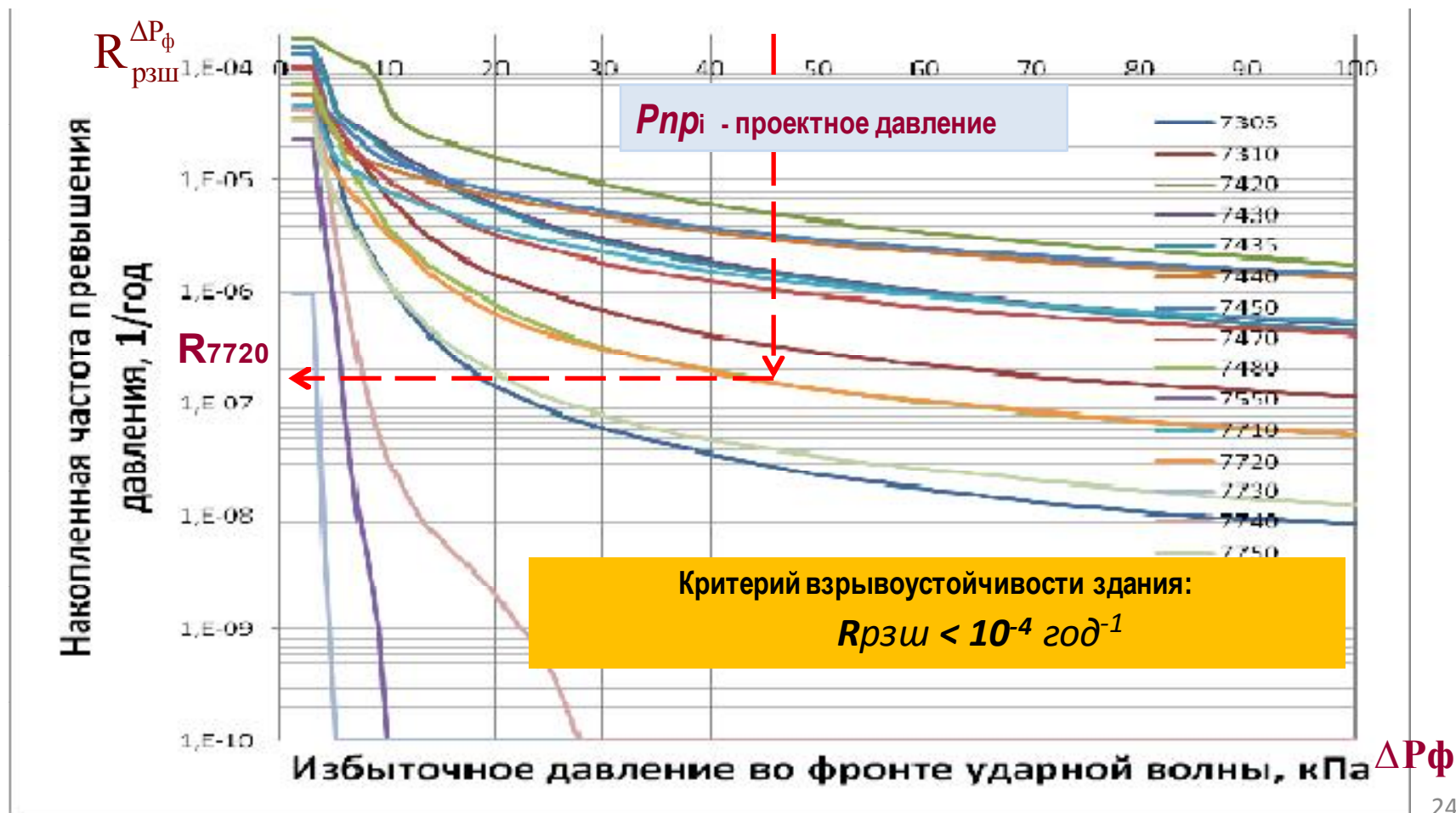


$R_{рзш}^{\Delta P_{ф}}(x, y)$ - частота превышение давления во фронте УВ $\Delta P_{ф}=12$ кПа



РБ Методы обоснования взрывоустойчивости... (проект)

Частота превышения $R_{рзш}$ избыточного давления во фронте ударной волны $\Delta P_{ф}$ для различных зданий

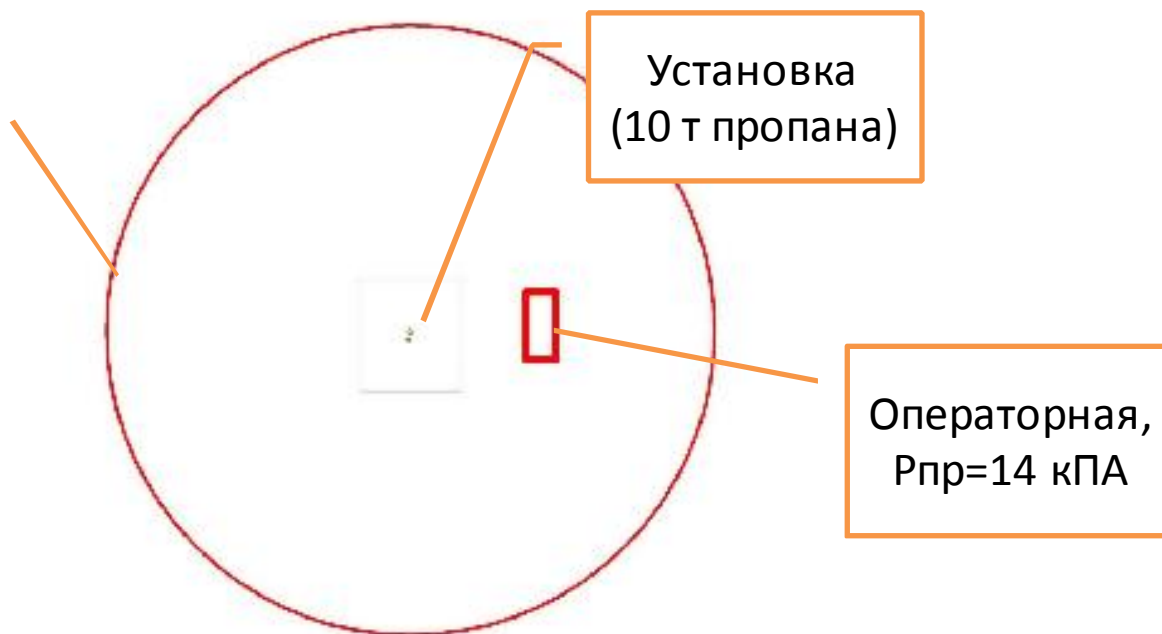


**- Всегда ли проведение
количественной оценки риска
приводят к уменьшению
безопасных расстояний?**

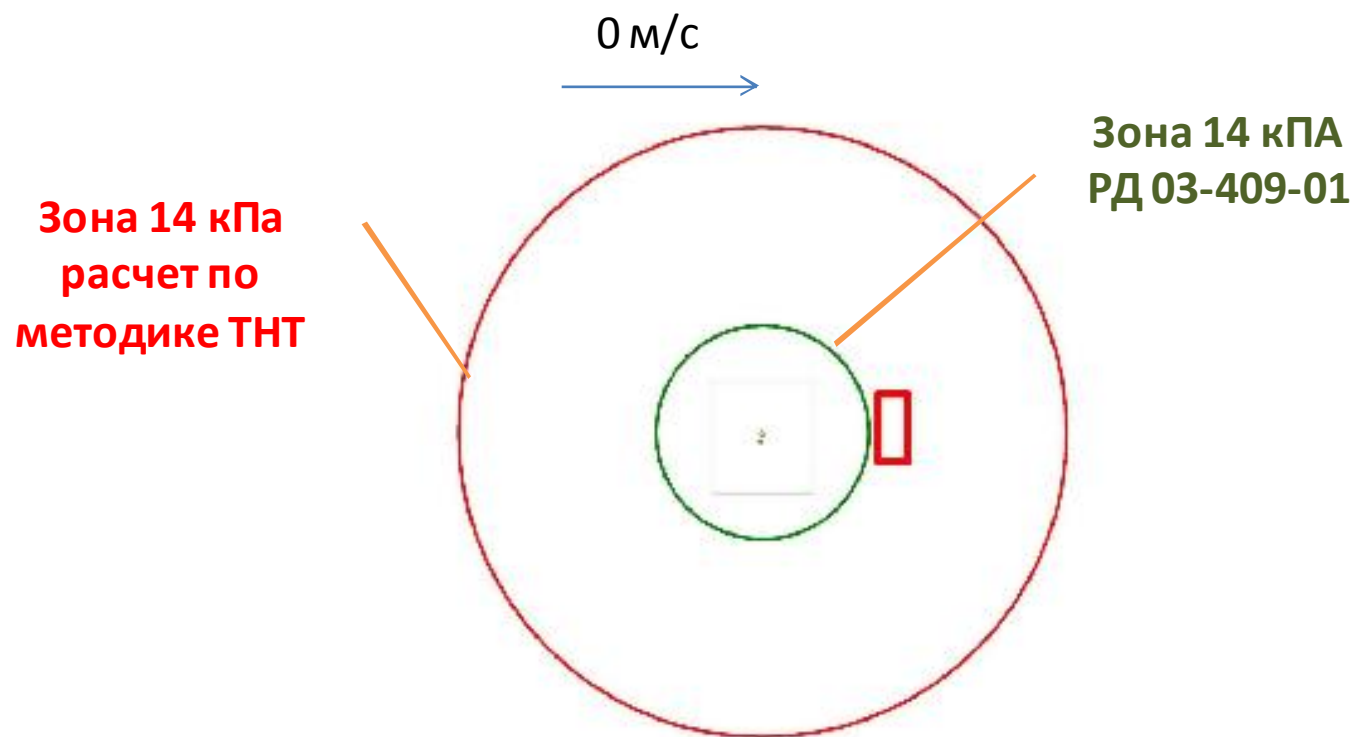
**- Как влияют исходные данные и
выбор критериев безопасности?**

Методика тротилового эквивалента (операторная в зоне разрушений)

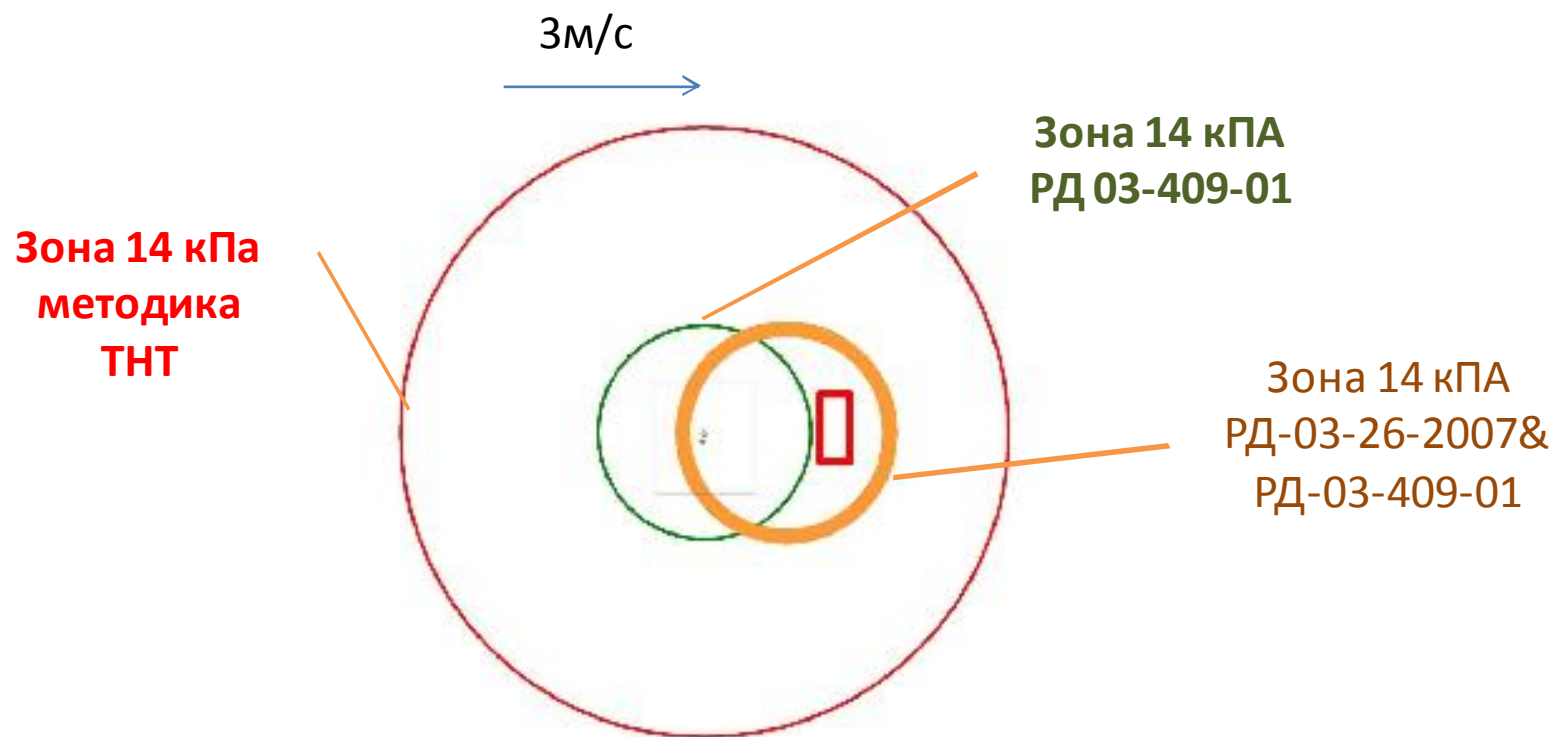
**Зона 14 кПа
расчет по
методике ТНТ**



РД 03-409-01 без учета дрейфа ТВС (операторная вне зоны разрушений)

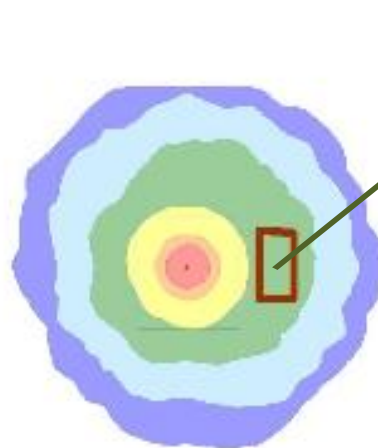


Учет дрейфа (РД 03-26-2007) (операторная в зоне разрушений)



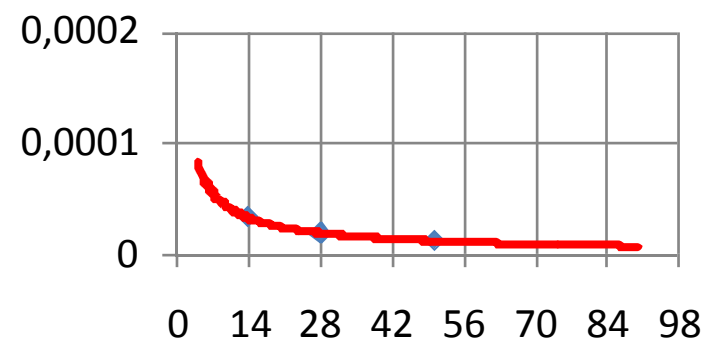
Риск взрыва (ФНП ОПВБ) (одна установка)

соответствие критерию допустимого риска

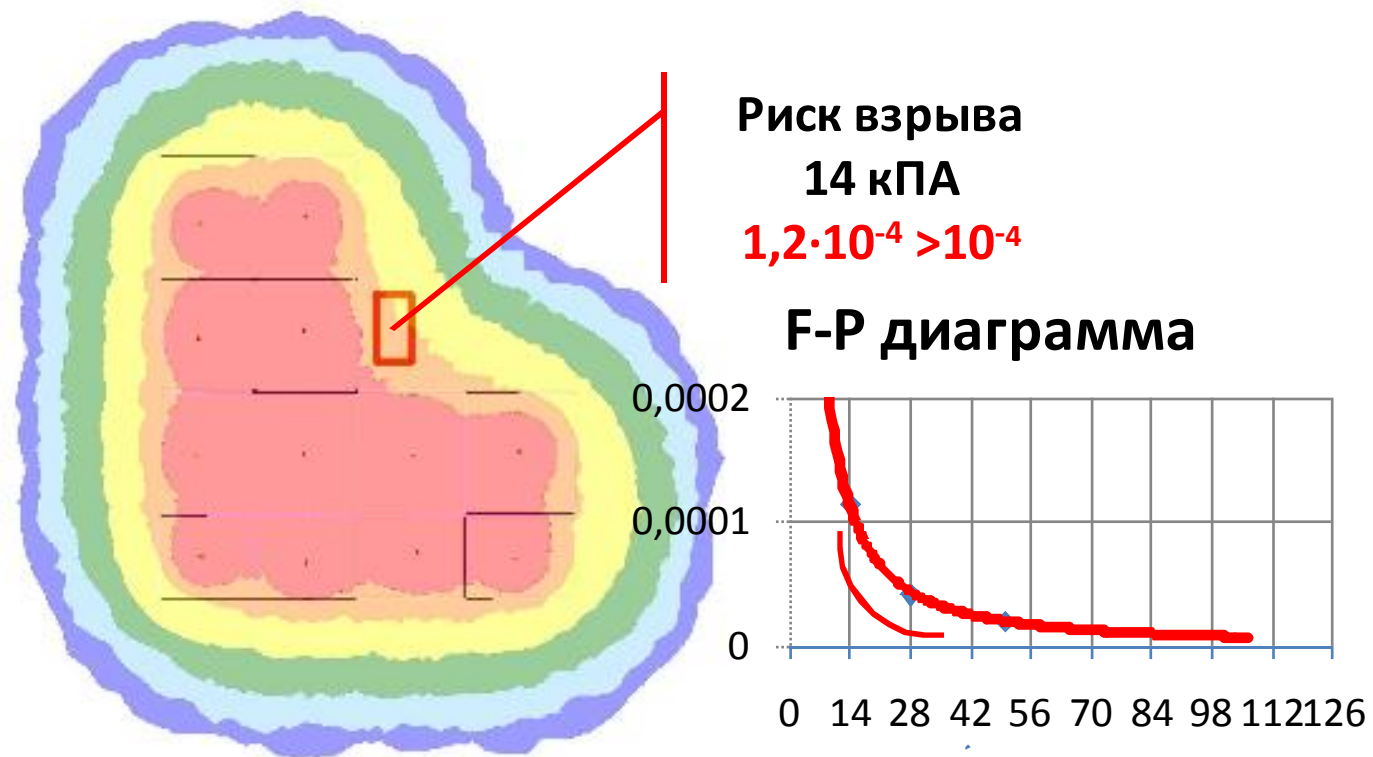


Риск
взрыва
14 кПА
 $4 \cdot 10^{-5} < 10^{-4}$

F-P диаграмма



Риск взрыва (ФНП ОПВБ) (с учетом соседних установок) не соответствие критерию допустимого риска





О проектах документов Ростехнадзора

- **ФНП «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (проект 2014 г.)**

исключение ряда требований (минимация энергопотенциала, время срабатывания запорной арматуры...), позволяющих проектировщику обосновывать необходимые параметры в проектной документации на основе анализа риска

в части анализа риска уточнены редакции приложений 1-3:

- *проведения анализа опасностей технологических процессов (приложение 1),*
- *расчет времени испарения при определении категорий технологических блоков (приложение 2)*
- *использования оценки риска взрыва для обоснования взрывоустойчивости зданий и сооружений (приложение 3).*



Предложения ЗАО НТЦ ПБ и ООО «Сибур Холдинг»

Актуализировать ОПВБ в части методологии анализа риска взрыва для обоснования взрывоустойчивости зданий и сооружений ОПО, в том числе в части:

- более четкого толкования **понятия «взрывоустойчивость»**, учитывающего возможность применения вероятностных критериев безопасности и устойчивости зданий к ударной волне;
- **учета частот реализации аварийных ситуаций** оценки и вероятности возникновения и развития взрыва,
- установления **детерминированных и вероятностных критериев взрывоустойчивости зданий и сооружений;**
- ограничения применение **методики тротилового эквивалента** твердыми, жидкими опасными веществами (нестабильные химические соединений, взрывчатые вещества);
- уточнения **расчета времени испарения жидкости** для формирования облака ТВС в приложении 2 ОПВБ (формула 15).

Срок - декабрь 2014 г.



Время испарения (формула 15 приложения 2 ФНП ОПВБ)

Изложить формулу (15) и ее описание следующим образом:

«Время испарения (время контакта жидкости с поверхностью пролива, принимаемое в расчет) $\tau_{и}$ принимается максимальному значению характерному времени формирования взрывоопасного облака (времени достижения максимальной массы во взрывоопасных пределах) или характерного времени формирования облака для кипящих жидкостей (это величина полагается равной утроенному времени выравнивания скоростей кипения и испарения за счет действия ветра) по формуле:

$$\tau_{и} = \max \left(1, 0, 5 \text{ИПТР} / U_{\text{ветра}} ; \left(\frac{3(T_0 - T_k)}{r \sqrt{\pi}} \varepsilon \frac{F_n}{F_{\text{ж}}} \frac{1}{m_u} \right)^2 \right), \quad (15) \text{ »}$$

далее по тексту



Руководство безопасности (проект)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА РИСКА АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ И НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДОВ

Утв. приказом Ростехнадзора №500 от 07.11.2014
(в развитие РД-13.020.00-КТН-148-11 утв. ОАО «АК «Транснефть»
17.10.2011, согл. Ростехнадзором)

Учет факторов риска, влияющих на аварийность, объемы утечки, эффективность действий АВС при ликвидации разливов нефти, при расчете удельных и интегральных показателей риска аварий на МН/МНПП, в т.ч.:

Частоты аварии (ав./год, ав./км/год), гибели людей (1/год) и др.

Возможные и ожидаемые величины массы утечек и потерь нефти (т, т/год, т/км/год)

Индивидуального, социального и других показателей риска на линейных и площадочных объектах;

- **численное моделирование** аварийного нестационарного истечения сжимаемой жидкости из дефектного отверстия протяженного трубопровода с учетом действий по локализации и ликвидации аварийного разлива нефти, нефтепродукта;
- **оценка последствий аварийных разливов** нефти, нефтепродуктов на ЛЧ МН (МНПП) и площадочных объектах МН (МНПП);
- **ранжирование участков и составляющих** анализируемого МН (МНПП) по показателям риска с учетом среднестатистического (фонового) уровня аварийности на МН (МНПП).



Критерии степени опасности аварий на линейной части МН (МНПП)

Сравнительная степень опасности аварии на участке ЛЧ МН (МНПП)	Значение рассчитанного показателя риска аварии R
«Малая»	Менее $0,5 \cdot R_{5\text{лет}}$
«Средняя»	$(0,5-5,0) \cdot R_{5\text{лет}}$
«Высокая»	$(5-50) \cdot R_{5\text{лет}}$
«Чрезвычайно высокая»	Более $50 \cdot R_{5\text{лет}}$

$R_{5\text{лет}}$ - среднегодовое (фоновое) значение показателя риска аварии за последний 5-летний период рассмотрения на анализируемых участках МН (МНПП).



Сравнительная степень опасности аварии на участке ЛЧ МН (МНПП)	Значение рассчитанного показателя риска аварии R
«Малая»	Менее $R_{\min} + 0,3 \cdot (R_{\max} - R_{\min})$
«Средняя»	$R_{\min} + (0,3 \div 0,8) \cdot (R_{\max} - R_{\min})$
«Высокая»	$R_{\min} + (0,8 \div 0,97) \cdot (R_{\max} - R_{\min})$
«Чрезвычайно высокая»	Более $R_{\min} + 0,97 \cdot (R_{\max} - R_{\min})$



Дополнительные разработки методических документов по анализу риска в 2014 г.

Документ (Руководство по безопасности)	Аннотация
Методические рекомендации по разработке обоснования безопасности опасных производственных объектов	Необходима в связи с вопросами, связанными с введением новой процедуры обоснования безопасности. - Газпромнефть
Методика анализа риска аварий опасных производственных объектов <u>морского</u> нефтегазового комплекса	Документ отсутствует. КОР ОПО нефтегазодобычи на шельфе (плавучие буровые установки, стационарные платформы, подводные трубопроводы). - Газпромнефть
Методика анализа риска аварий на <u>сухопутных</u> объектах нефтегазодобычи и промысловых трубопроводов	КОР ОПО нефтегазодобычи (участок ведения буровых работ, фонд скважин, участки подготовки и сбора нефти и газа, площадки насосных и компрессорных станций, система промысловых (межпромысловых) трубопроводов)- Лукойл
Проект ФНИП?/РБ «Общие правила безопасности...»,	Методика, устанавливающая критерии допустимого риска аварий на ОПО нефтегазового комплекса – Газпромнефть



Достоинства и ограничения количественной оценки риска (КОР)

«Риск-анализ – наука о допущениях»!

Достоинство :

- выявление «слабых мест» математическими средствами;
- сравнение различных опасностей по единым показателям
- наглядность результатов.

Ограничения /недостатки :

- Большой объем необходимой информации и расчетов
- Существенная зависимость результатов расчета от достоверности исходных данных и допущений -
- Возможность «подгонки расчетов» под результат»

На практике КОР:

- «вероятностный анализ последствий» (ВАП), при котором не анализируются события и факторы, предшествующие разгерметизации оборудования и выбросу вещества, в т.ч. «человеческий фактор»; - для этого нужны методы «**деревьев отказов**», но на практике применяют **HAZOP** и иные качественные методы анализа.
- Экспертная оценка**, основанная на допущениях моделей и расчетах показателей риска.

Наиболее эффективен для сравнительного анализа мер безопасности:

- На стадии проектирования, размещения объекта, устройств;
- При сравнении и обосновании технических решений, мер защиты;
- При оценке последствий аварий с выбросом опасных веществ.



Анализ опасностей технологических процессов методами HAZID/HAZOP

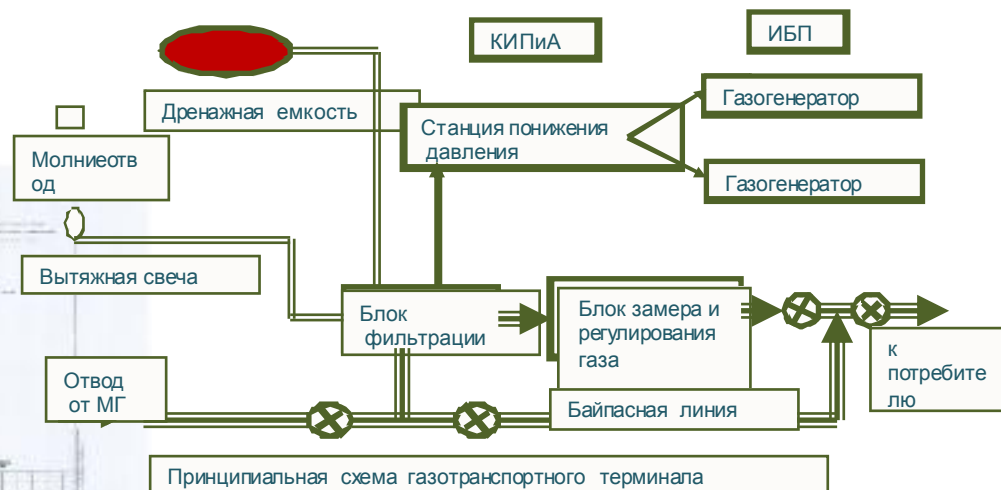
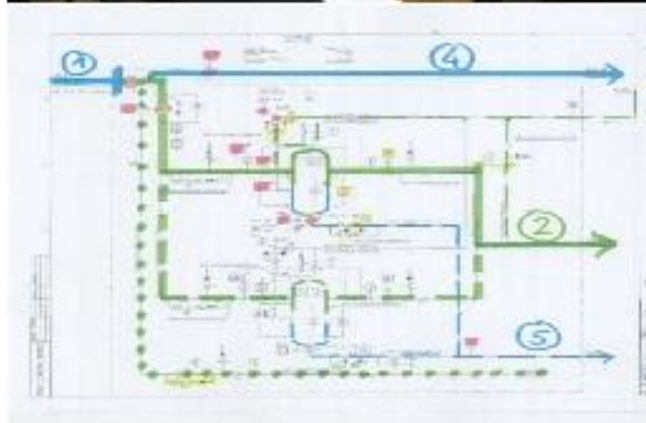
п.114 ФНП «Правила ... для магистральных трубопроводов», Приложение 1 ФНП ОПВБ (2013)

ЗАО НТЦ ПБ руководил 11 сессиями HAZID/HAZOP: объектов газоснабжения проекта Сахалин-2 (2007-2009 гг.), объектов УПН, КС, МТ, ШФЛУ, ОЗХ (2010-2013)

EP 95-0312. HAZID, EP 95-0313. HAZOP (HSE Manual. Shell International Exploration & Production B.V.)
РД 03-418-01, ГОСТ Р 51901.1-02, ГОСТ Р 51901.11-2005, ГОСТ Р 51344-99, документы ТНК-ВР.



**«Мозговой штурм» опасностей отклонений
в техпроцессе с участием
группы 5-10 специалистов от экспертной, проектной,
эксплуатирующей организаций, заказчика – www.safety.ru**





Проект ФНП ОПВБ-2014. Приложение 1

...«Анализ опасностей технологических процессов – методология качественного анализа опасностей, применяемая группой специалистов с целью исследования факторов риска, опасностей отклонений технологических параметров от регламентных и оценки мер по предупреждению аварий»

Основные методы:

- **метод идентификации опасностей (предварительный анализ опасностей) - *HAZID* ;**
- **анализ опасности и работоспособности (АОР) - *HAZOP*.**

Более подробно изложено в проекте РБ «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (2014 г.)



Фрагменты Рабочей таблицы HAZOP

(EP 95-0313 HAZOP. HSE Manual. Shell International Exploration & Production B.V.)

РАБОЧИЙ ЛИСТ HAZOP

Название проекта: Газотранспортный терминал г.Южно-Сахалинска
Название компании: СЭИК, НИПИгазпереработка, ЗАО НТЦ ПБ
Дата совещания: 6/05/2008
Лидер исследований: Лисанов М.В.

ТАБЛИЦА 1. Часть системы: Система фильтрации и сепарации газа
Чертежи: 5300-C-10-08-D-3101-00.

**на практике более
«простой» HAZOP часто
сложнее KOP!**

**HAZOP решает
задачи экспертизы !**

№ пп	Управляющее слово	Отклонение	Причины	Последствия	Защитные мероприятия	Рекомендации	Приоритет R
1	НЕТ	Нет потока газа	Разрыв трубопровода. Закрит кран на отводе от МГ. Закрит входной коллектор Терминала	Прекращение подачи газа потребителю. Аварийное отключение газогенераторов энергоснабжения Терминала. Экономические потери.	Система обнаружения утечки в трубопроводе и действия по отсечению аварийного участка МГ (~30 км). Использование аварийного источника бесперебойного питания (ИБП). Блокировка кранов Терминала в открытом состоянии.	Проанализировать вопрос об эффективности системы обнаружения утечек в системе Терминала при использовании линии байпаса и отсечении Терминала от МГ.	2
4	ОБРАТНО	Обратный поток газа	Открытие линии сброса давления с фильтра до закрытия клапанов на выходном потоке	Разрушение фильтра	Переключение на второй резервный фильтр	Проанализировать проектные решения по последствиям и возможности повышенной защиты фильтра при обратном потоке.	2



Отличие HAZOP от экспертизы/оценки соответствия

ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

определение соответствия объектов экспертизы промышленной безопасности ... предъявляемым к ним требованиям промышленной безопасности (116-ФЗ) (условия, запреты и др. обязательные требования, содержащиеся в ФЗ, НПА, ФНиП).

- ❑ **детальность** исследования проблем безопасности, в том числе не отраженных в требованиях безопасности, нормах, стандартах;
- ❑ **оперативность** - «живое» участие **группы специалистов** различного профиля в одном месте в течение 4-5 дней;
- ❑ **формализация** процедуры (*разделение на узлы, применение ключевых слов, заполнение рабочих таблиц*);
- ❑ **документирование** обсуждения, результатов, что облегчает:
 - проверку результатов,
 - повтор HAZOP (при необходимости) для улучшения проекта;
 - выявление несоответствия проекта нормам (*т.е. выполнение задач экспертизы «по умолчанию»*);
 - разработку эксплуатационной документации (*инструкций, техрегламента, ПЛАС...*).



Барьеры безопасности и методы анализа риска

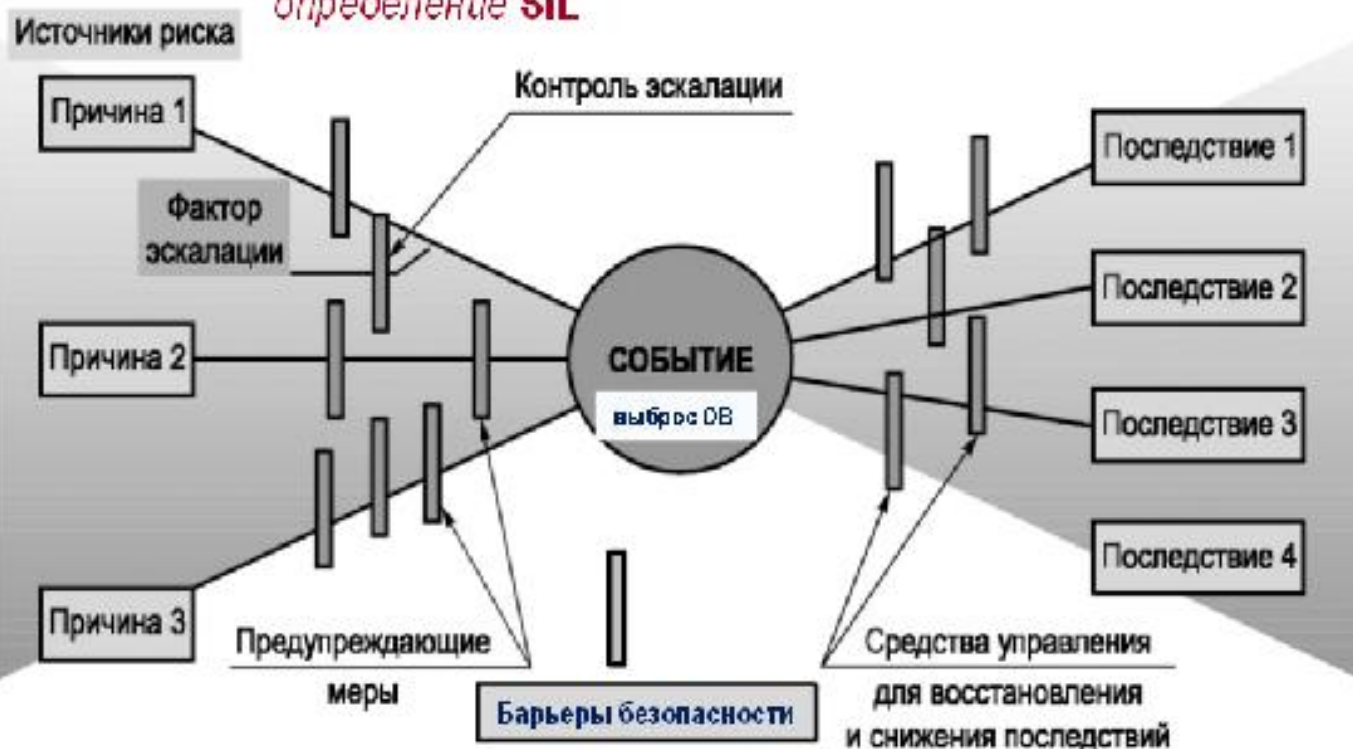
АНАЛИЗ ПРИЧИН

HAZOP, «дерево отказов»

АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ

«дерево событий» КОР

определение SIL



ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска.



О количественных критериях приемлемого (допустимого) риска в требованиях промышленной безопасности

РД 03-418-01

«Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов»:

«2.7. ПРИЕМЛЕМЫЙ РИСК аварии — риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических соображений. Риск эксплуатации объекта является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск.

4.2.6. ...критерии приемлемого риска могут задаваться нормативной документацией, определяться на этапе планирования анализа риска и (или) в процессе получения результатов анализа.»

РД-03-14-2005 (п.31) требует представить в декларации промышленной безопасности:

«...2) анализ рассчитанных показателей риска со среднестатистическими показателями риска техногенных происшествий или критериями приемлемого риска...».



Критерии допустимого пожарного риска. Фоновый риск

123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

Статья 93. Нормативное значение пожарного риска производственных объектов

... Величина индивидуального пожарного риска:

в зданиях, сооружениях, строениях и на территориях производственных объектов не должна превышать

..... 10^{-4} ... 10^{-6} в год.

... для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи

объекта, не должна превышать 10^{-8} ... 10^{-6} в год.

Величина социального пожарного риска воздействия опасных факторов пожара ... для людей, ...

.....не должна превышать 10^{-7} в год (... 10^{-5}).

Среднестатистический (фоновый) риск гибели людей при техногенных происшествиях в России

Наименование	Значение, год ⁻¹
в нефтедобывающей промышленности	$1 \cdot 10^{-4}$
на объектах газодобычи	$3,4 \cdot 10^{-5}$
при добычи полезных ископаемых	$2,7 \cdot 10^{-4}$
в нефтепереработке	$7 \cdot 10^{-5}$
в хим. и нефтепромышленности	$2,6 \cdot 10^{-5}$
в зданиях при пожарах	$1,0 \cdot 10^{-4}$
в результате авиакатастроф	$4,3 \cdot 10^{-7}$
в дорожно-транспортных происшествиях	$2,2 \cdot 10^{-5}$

Возможность применения других программ, моделей, методик анализа риска аварий

РД-04-14-2005 при разработке Декларации промышленной безопасности :

разработчики декларации могут применять любые обоснованные модели и методы расчета; для обоснования применяемых моделей и методов расчета следует:

- указать организацию, разработавшую их,
- принятые допущения, предположения,
- значения основных исходных данных,
- литературные ссылки на используемые материалы;

ФНП «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»:

10.5. Для обоснования иных моделей, методов расчета и компьютерных программ следует:

- указать организацию, разработавшую их,
- принятые модели расчета, значения основных исходных данных,
- литературные ссылки на используемые материалы, в том числе сведения о верификации (сертификации) компьютерных программ, сравнении с другими моделями и фактическими данными по расследованию аварий и экспериментам,
- данные о практическом использовании методик и компьютерных программ для других аналогичных объектов.

РБ «Методика...газохимии» (2013) – →НТС Ростехнадзора



Предложения по развитию ДПБ и методологии анализа риска

1. Разработка системы сбора и анализа **данных по инцидентам и авариям** на ОПО в соответствии с требованиями ст. 9 ФЗ-116 с созданием соответствующих единых **информационных систем и баз данных**.
2. Разработка:
 - **методик оценки риска для продуктопроводов СУГ и магистральных газопроводов,**
 - **компьютерных программ, в т.ч. с использованием методов численного моделирования (CFD),**
 - **методических рекомендаций по проведению HAZID/HAZOP и определению надежности ПАЗ (уровня SIL по ГОСТ Р МЭК 61508/1511).**
3. Устранение **разночтений в расчетных методиках Ростехнадзора и МЧС России** в целях исключения **возможных противоречий** при обосновании промышленной и пожарной безопасности и СТУ (например, при оценке минимальных безопасных расстояний).
4. Уточнение порядка декларирования при проектировании, реконструкции и техпервооружении ОПО



Спасибо за внимание!

Лисанов Михаил Вячеславович

тел./факс: 8-495-620-47-50

risk@safety.ru

www.safety.ru, www.riskprom.ru