



**О зарубежных методиках и программах
оценки риска аварий
About foreign techniques and computer
programs of risk assessment**

Семинар ПБ , 21.05.2012

Лисанов Михаил Вячеславович,

д.т.н.

директор Центра анализа риска

ЗАО НТЦ ПБ ГК «Промышленная безопасность»

Mikhail LISANOV,

Dr. Sci. Tech.

The Director of Risk Analysis Center

STC “Industrial Safety” CJSC

Tel/fax (495) 620-47-50

e-mail: risk@safety.ru

www.safety.ru, www.riskprom.ru

Перспективные направления совершенствования расчетных методик:

- Уточнение допущений, формул «интегральных» аналитических моделей, критериев поражения, разрушения (РД-03-26-2007, РД 03-409-01, методик МЧС РФ, TNO, PHAST, ...);
- «Численное моделирование», основанное на численном решении уравнений, описывающих распространение опасных в-в;
- «полевые» модели методик МЧС оценки пожарного риска в помещениях (приказ №382),
- методы CFD (*Computational fluid dynamics*) FLACS, AutoReaGas, KFX, FLUENT, ANSYS ...

Основные уравнения «прямого численного» моделирования выброса и рассеяния

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0;$$

Сохранение массы

$$\frac{\partial (\rho Y_k)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho Y_k \mathbf{u}) = \mathfrak{S}_k - \nabla \cdot \mathbf{I}_k;$$

Сохранение отдельных
компонент

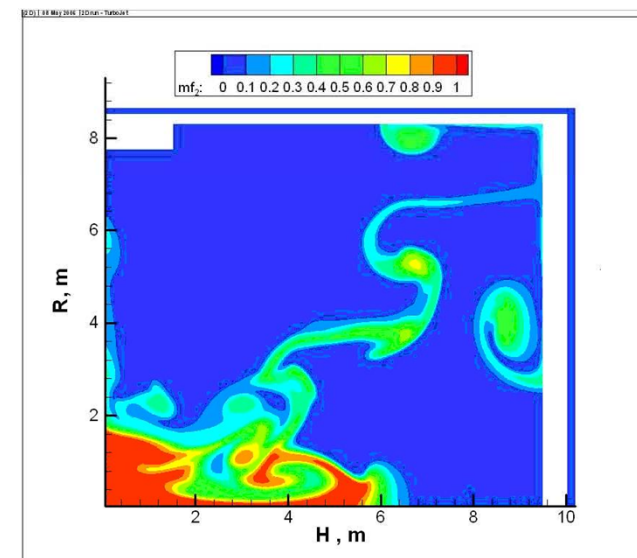
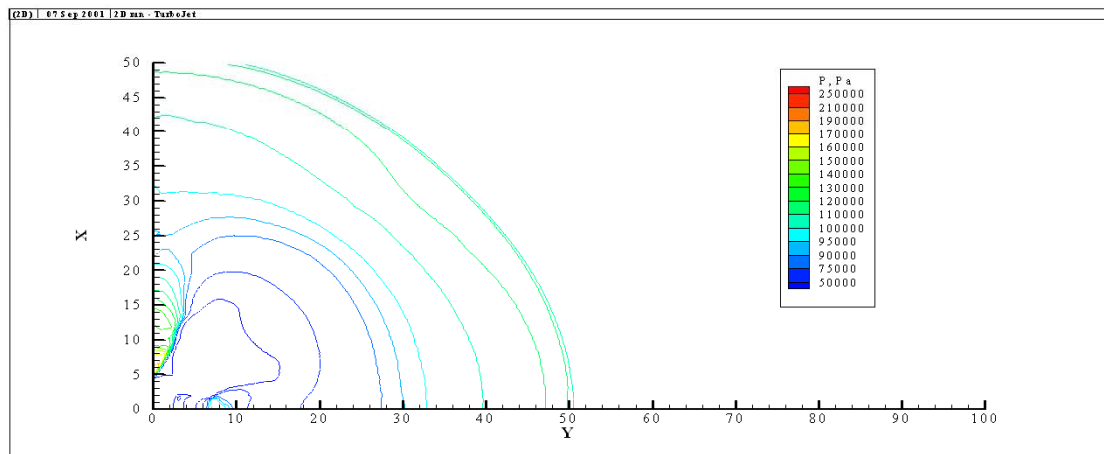
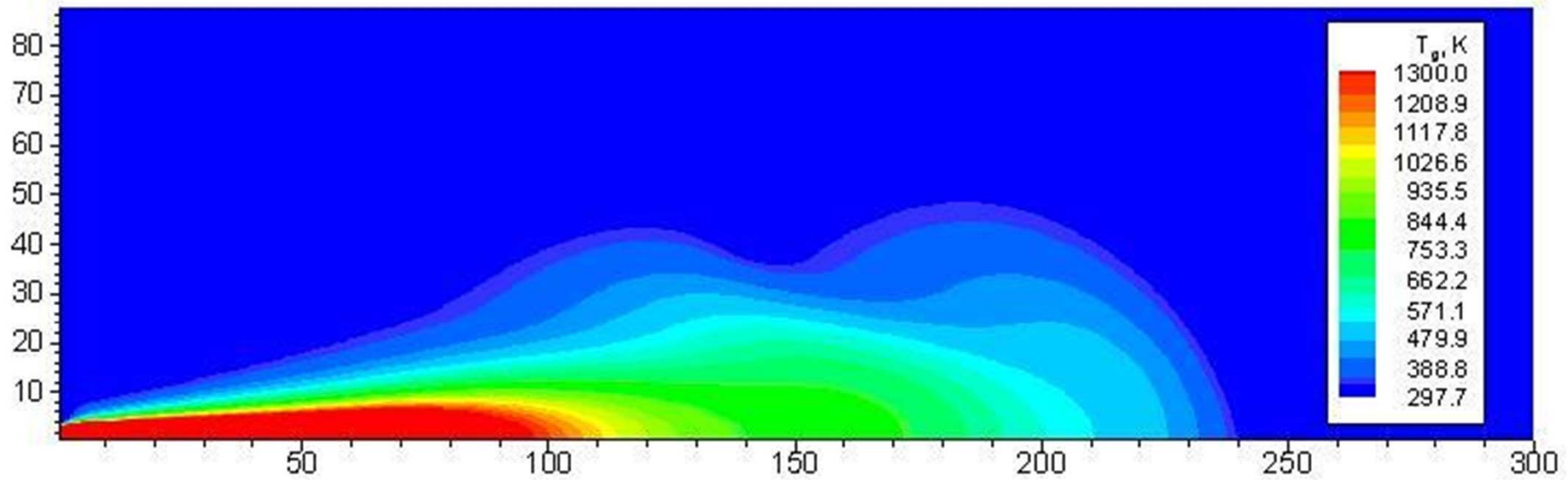
$$\frac{\partial (\rho \mathbf{u})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u} \otimes \mathbf{u}) = -\nabla p + \nabla \cdot \boldsymbol{\tau}_l + \mathbf{g};$$

Сохранение импульса

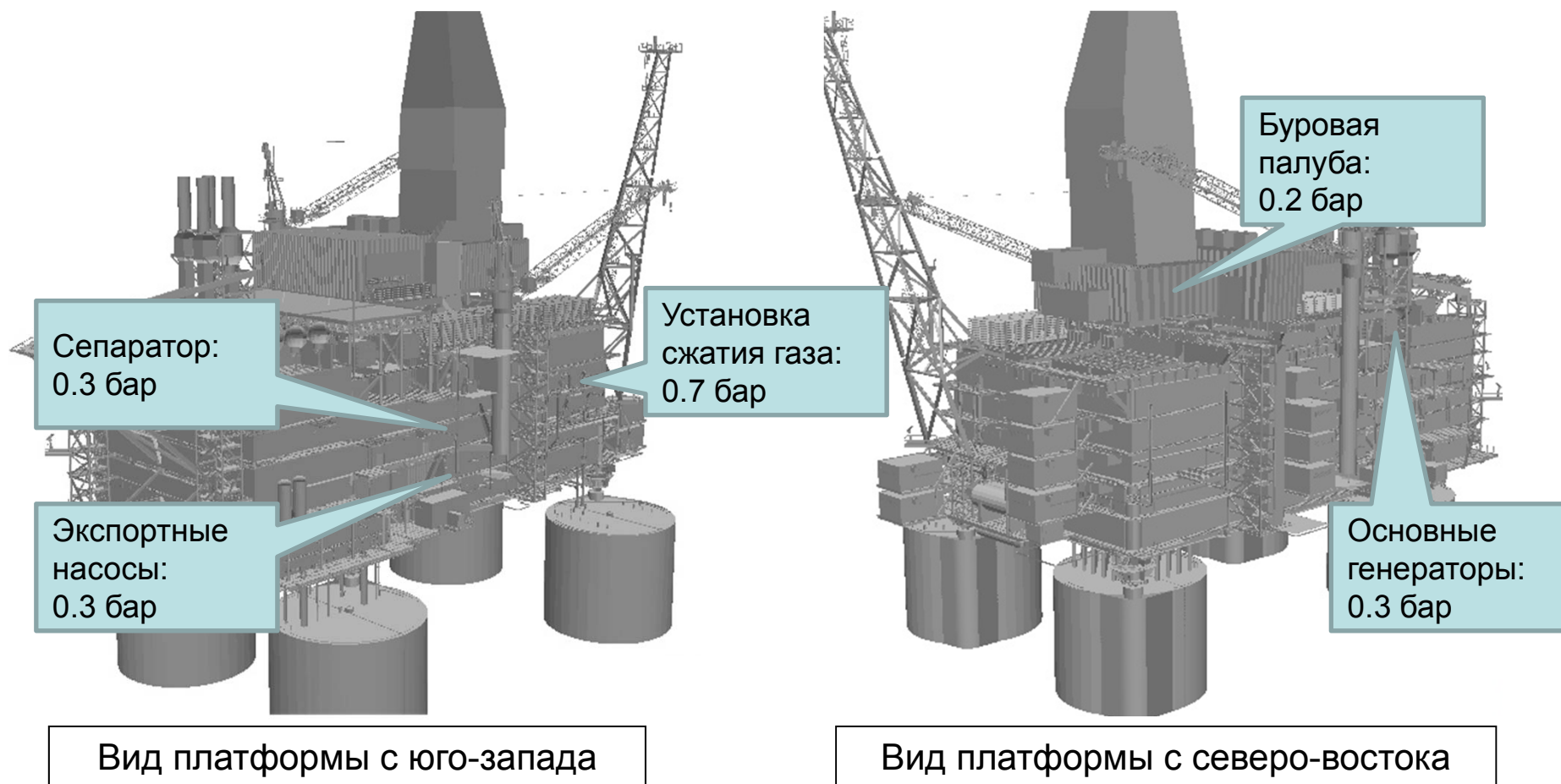
$$\frac{\partial (\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho E \mathbf{u}) = \mathfrak{J} - \nabla \cdot \mathbf{I}_q - \nabla \cdot (p \mathbf{u}) + \nabla \cdot (\boldsymbol{\tau}_l \cdot \mathbf{u}).$$

Сохранение энергии

Численное моделирование (ЗАО НТЦ ПБ)



Результаты базового расчета взрывных нагрузок нефтегазодобывающей платформы*



* - По материалам проектной документации платформы - рассчитано с учетом требований NORSOK Z-013, использованием FLACS и ExploRAM.

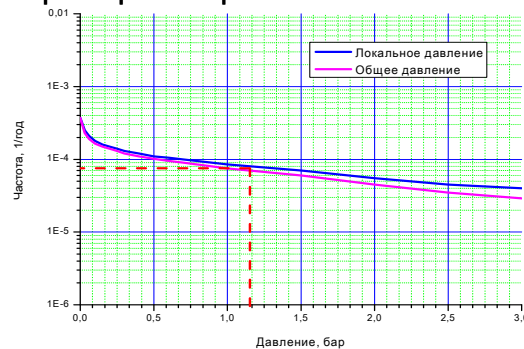


Зарубежный опыт оценки взрывных нагрузок:

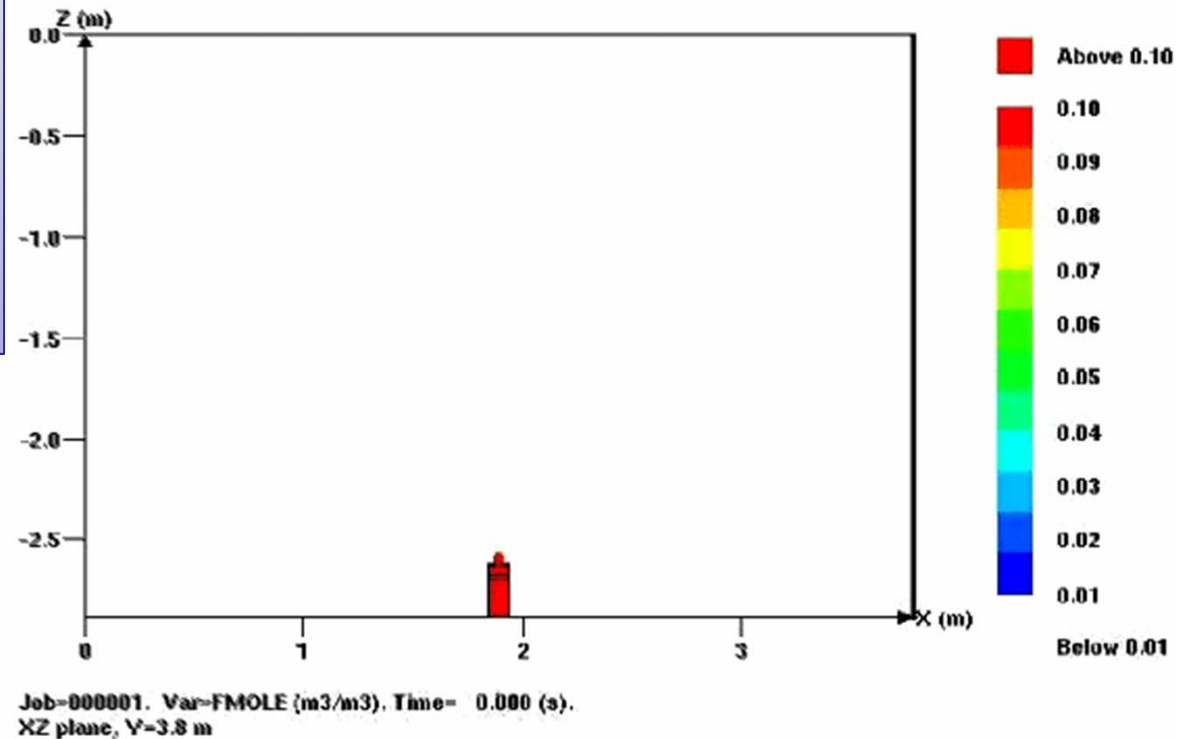
Использование программного комплекса FLACS (Flame Acceleration Simulator)

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

* - на примере выброса газа



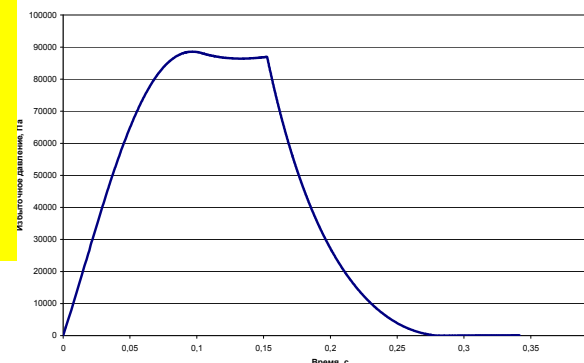
Выброс газа



Результаты сравнительных расчетов избыточного давления в зоне манифольда морской платформы

Размер облака ТВС	Избыточное давление, рассчитанное по FLACS/ExploRAM, бар	Избыточное давление, рассчитанное по МГСТУ/СТО РД Газпром 39-1.10.-084-2003, бар
объем облака 103,1 м ³ (7,2x3,6x5,5 м)	0,147	0,075
объем облака 466,8 м ³ (14,5x7,2x5,5 м)	1,447	0,250
объем облака 1147,8 м ³ (22,9x11,4x5,5 м)	12,38 ?	0,899

Зарубежные программы часто являются «черным ящиком», использование которого может привести к неверным результатам



РД-03-14-2005 «Порядок оформления декларации промышленной безопасности...

- **п.42 ...«результаты анализа риска должны быть обоснованы и оформлены таким образом, чтобы расчеты и выводы ...могли быть проверены и повторены квалифицированными специалистами, которые не участвовали при первоначальном анализе;**
- **....для обоснования применяемых моделей и методов расчета следует указать организацию, разработавшую их, принятые допущения, предположения, значения основных исходных данных, литературные ссылки на используемые материалы».**

Предложения по внедрению FLACS в практику оценки риска аварий на ОПО

1. Провести **верификацию** комплекса FLACS в целях обоснования его применения, включающую:
 - **анализ моделей, методик и возможностей** (пределы применимости) FLACS;
 - **сравнение** расчетов, выполненных по FLACS, с данными **экспериментов и происшедших аварий**, а также с результатами, полученными по российским нормативным методическим документам и программе ТОКСИ+.
2. Разработать **систему верификации/сертификации** программных средств по оценке риска.
3. Составить **перечень (реестр)** методик и программ, рекомендуемых Ростехнадзором для количественного анализа риска *(например, при актуализации приложения VII «Перечень методических материалов... РД 03-357-00).*

Сравнение результатов расчета зон поражения при выбросе СПГ по ТОКСИ+ и DNV Phast

Пример 1 Струйный выброс сжиженного метана

Давление: 60,8 бар изб.
Температура: минус 10,2°C
Диаметр отверстия: 20 мм



MANAGING RISK

Характеристика	Расчет по DNV*	Расчет по документам РФ	Методика
Протяженность зоны НКПВ, м	76	63	[3]
Зона излучения 9,5 кВт/м ²	60	66	[1]

- Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [1]
- РД 03-409-01 [2]
- РД-03-26-2007 [3]

Пример 2 Выброс и взрыв метана

Характеристика	Результат расчета по методике DNV	Расчет по документам РФ ¹	Методика
Зона изб. давления 0,3 атм	33	49	[2]
Зона изб. давления 0,2 атм	55	62	[2]
Зона изб. давления 0,14 атм	82	81	[2]

Пример 3 Пожар пролива смеси углеводородного горючего вещества диаметром 28 м

Характеристика	Расчет по DNV	Расчет по документам РФ	Методика
Зона излучения 9,5 кВт/м ²	32 ¹	46	[1]

Отличие в расчетах по российским методикам и DNV - 20-30%

