



Особенности моделирования и оценки последствий аварийных выбросов сжиженных углеводородных газов

Сумской Сергей Иванович

*«АНО «Агентство исследований промышленных
рисков»*

www.safety.fromru.com

www.safety.ru

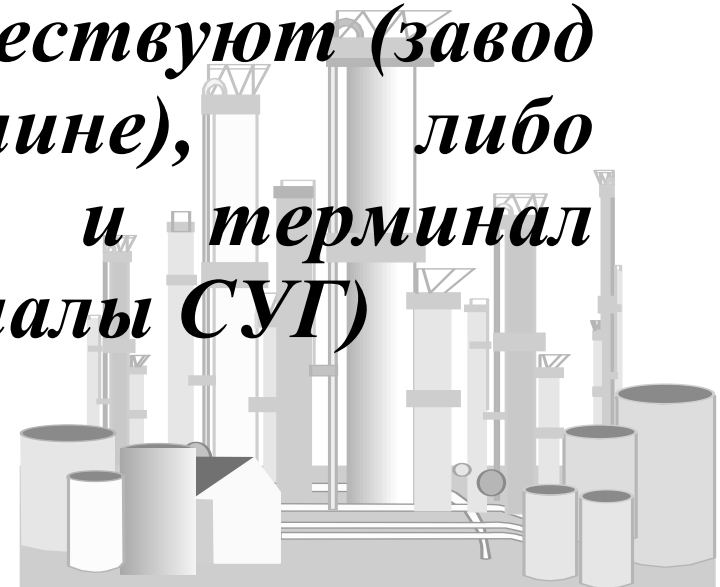
risk@safety.ru

(495) 620-4750



Введение

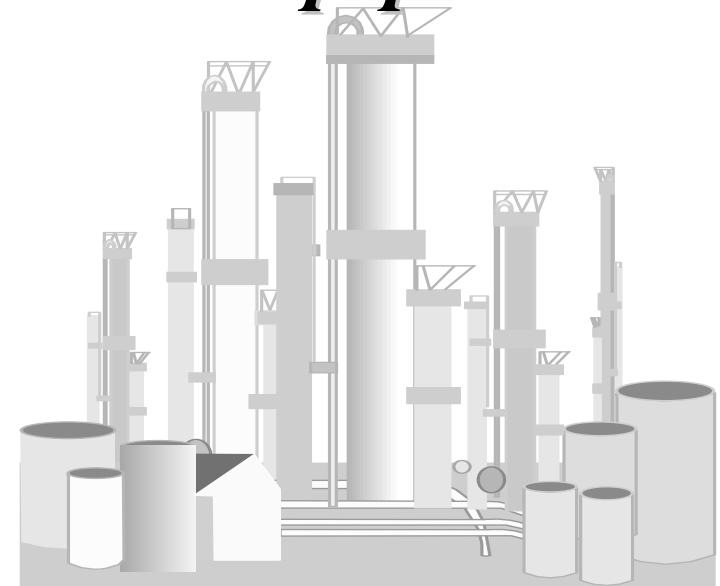
- *Рост мощности производств*
- *Большие объемы, большие перекачки*
 - *$N * 10000 \text{ т}$, $K * 1000 \text{ т/ч}$*
- ***⇒ изотермические условия***
- *Объекты либо уже существуют (завод СПГ на Сахалине), либо проектируются (завод и терминал СПГ Штокман, терминалы СУГ)*





Изотермические условия хранения

- *Низкая температура (-42 С пропан, -163 С метан)*
- *Большие объемы*
- *Низкие давления (около атмосферного давления)*





Особенности выброса изотермического продукта

- *Малая доля вскипания из-за перегрева (ок. 1%, от гидростатического столба)*
- *Интенсивное кипение при проливе (вплоть до испарения всей жидкости)*
- *Интенсивное испарение (особенно для метана)*
- *Существенная роль теплообмена с атмосферой при дрейфе (особенно для метана)*





Анализ последствий «изотермических» выбросов по имеющимся фактам

- *Разрушения изотермических хранилищ аммиака (3-4 случая, задокументированы слабо, аммиак)*
- *Эксперименты с интенсивными выбросами (выше 100 кг/с – единственный эксперимент + Чайна Лейк)*

Вывод: информация крайне скудна

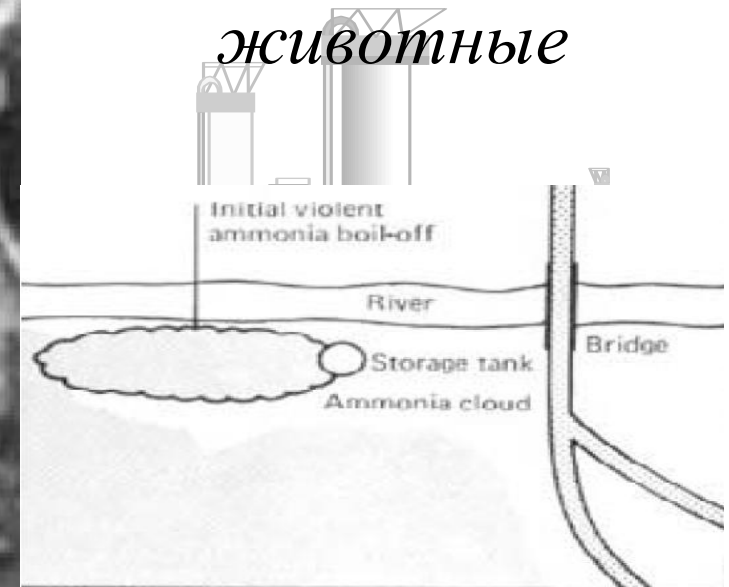




Пример аварии на изотермическом хранилище



*1970 г., г. Блэр
160 т за 2 часа
2 км погибли
все
животные*





Пример аварии на изотермическом хранилище

*1970 г., г. Блэр
160 т за 2 часа
2 км погибли
все
животные*

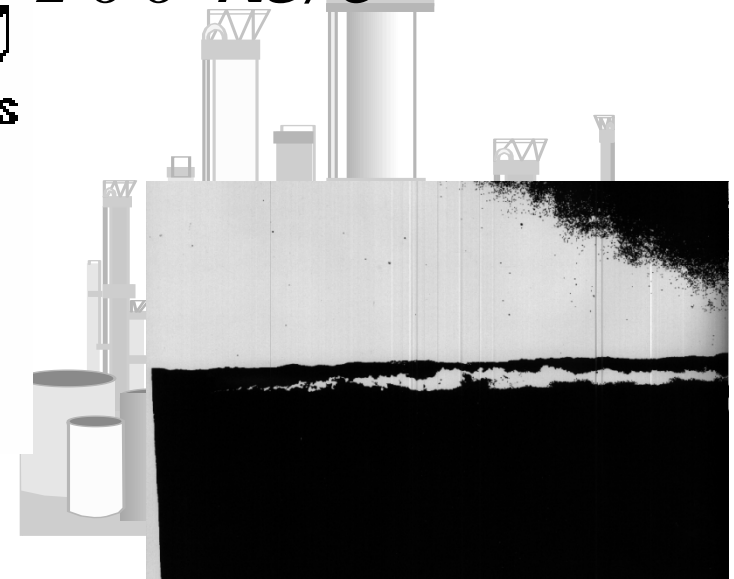
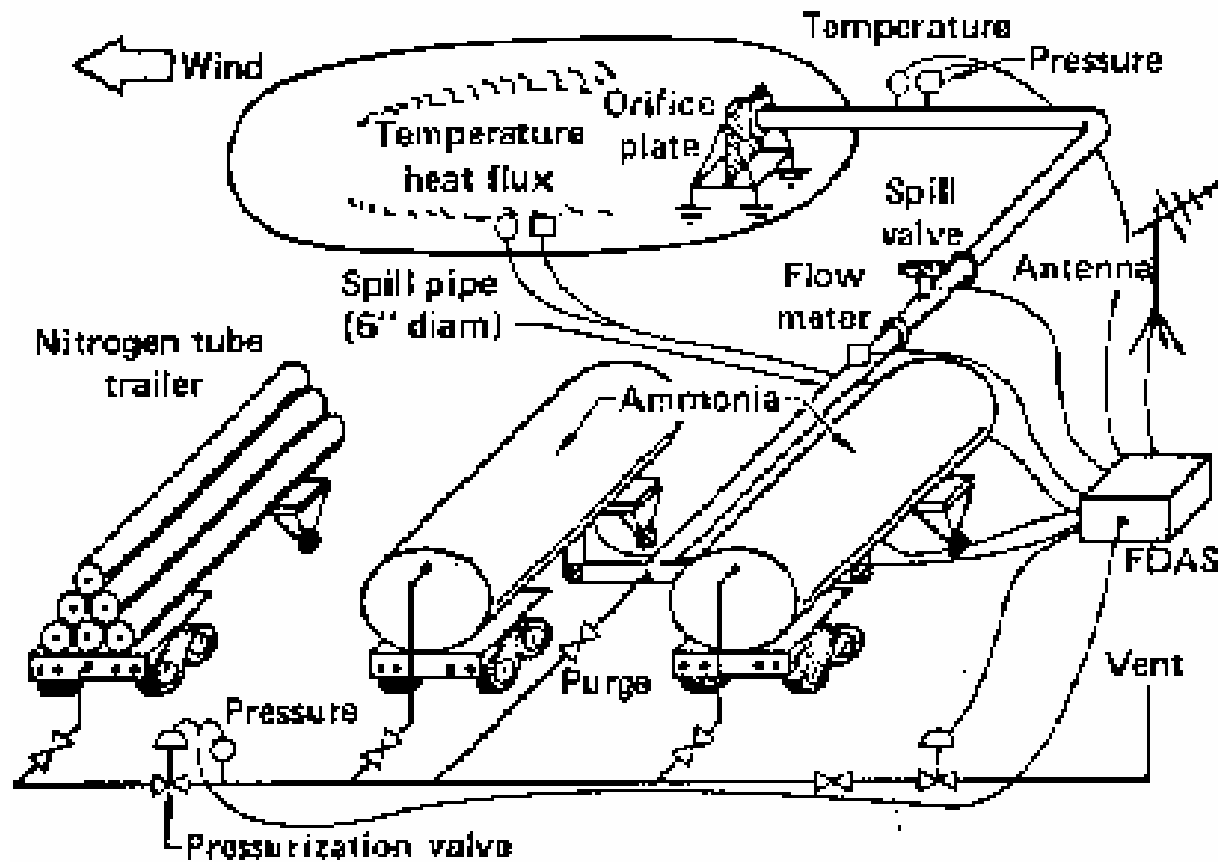




Интенсивные выбросы

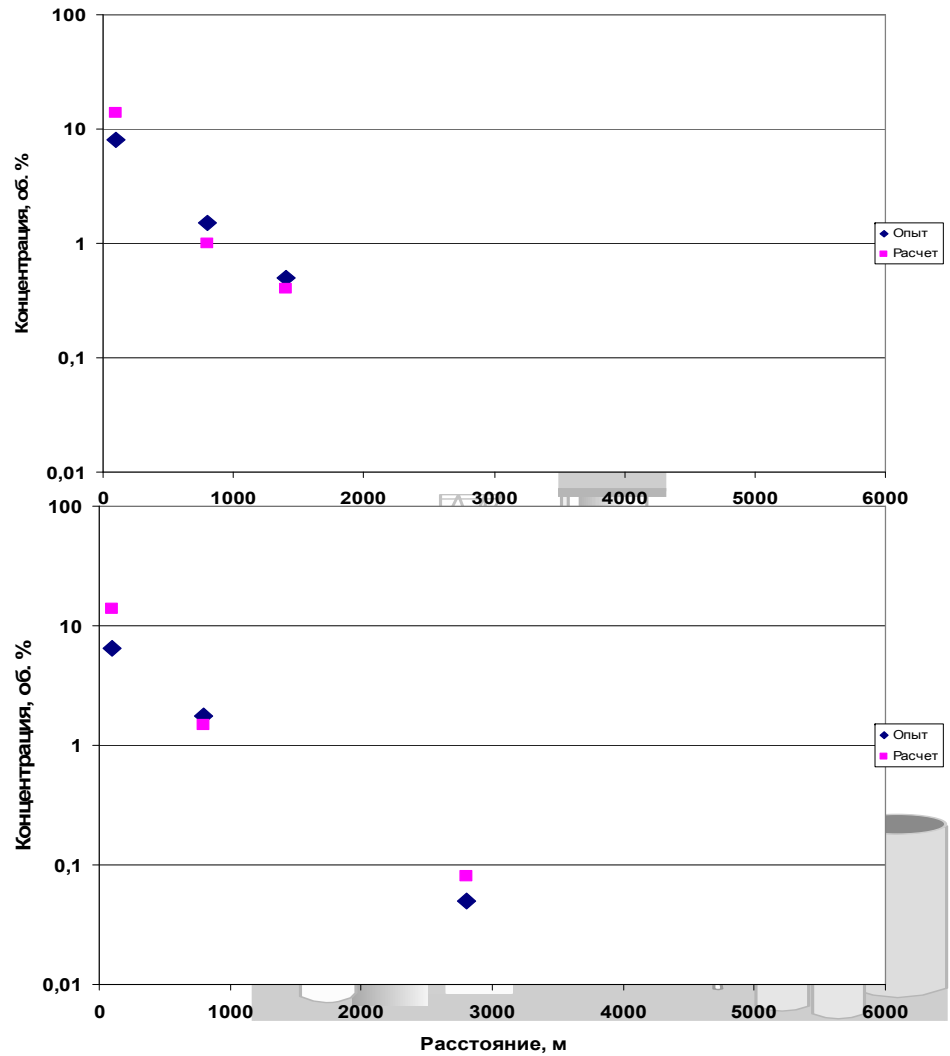
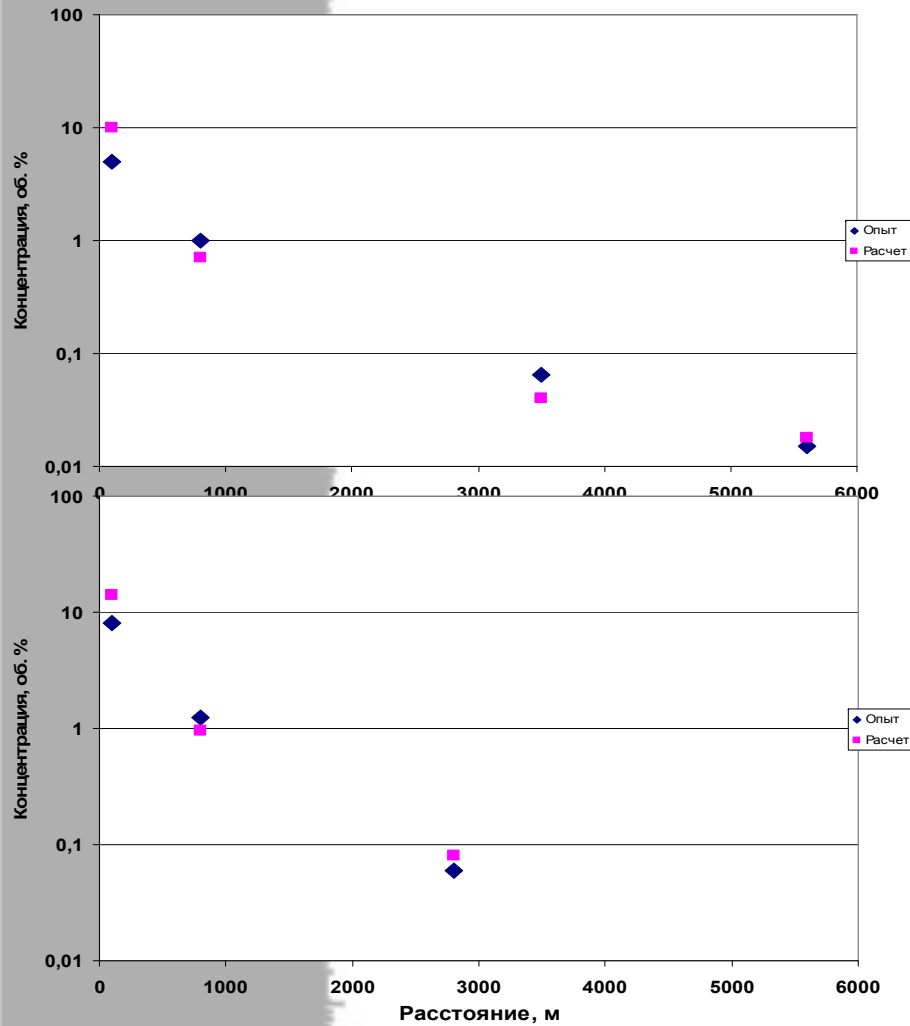
Выброс до 40 т аммиака.

Расходы - до 100 кг/с





Интенсивные выбросы

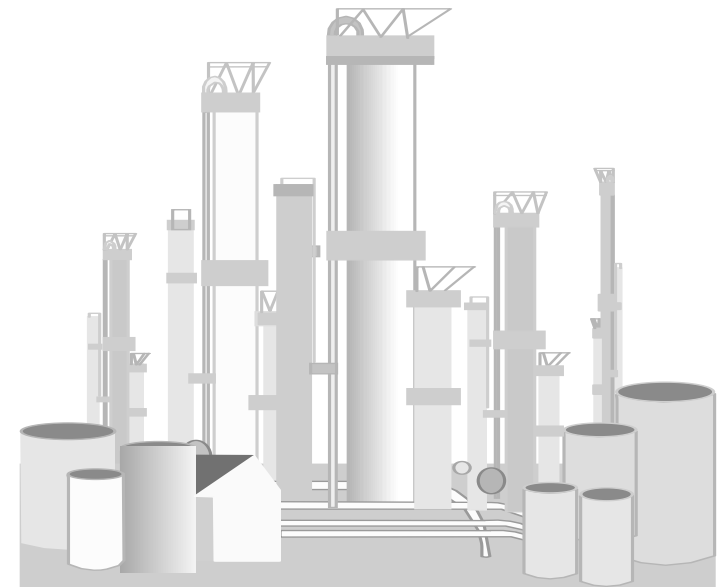




Анализ последствий «изотермических» выбросов по имеющимся фактам

Выводы

- *Имеющиеся данные ограничены*
- *Зоны поражения в $N * 100 - N * 1000$ м*
- *Нужны расчеты*





Примеры оценок (метан)

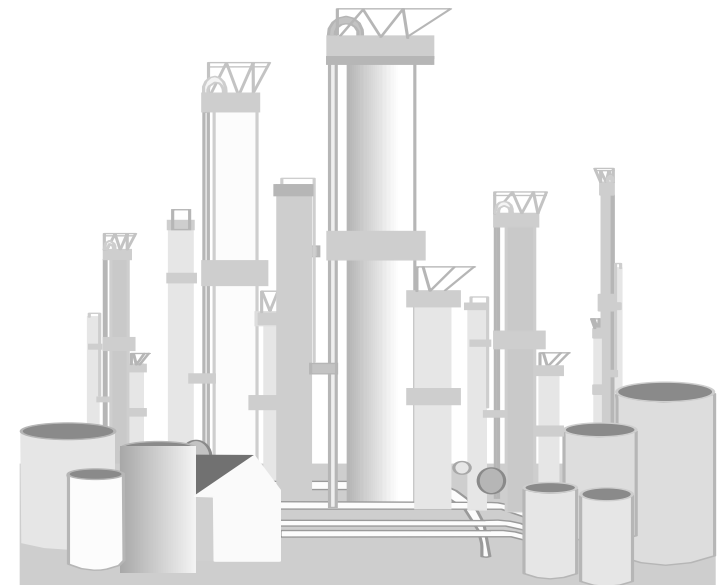
метан

100000 м³ изотермический резервуар

обвалование 100000 м²

$T_{\text{возд}} = 20 \text{ C}$

Ветер 1-10 м/с , F...A





Примеры оценок (метан)

1 Ф

Зона НКПВ/2:

- $X=-1205--3095$

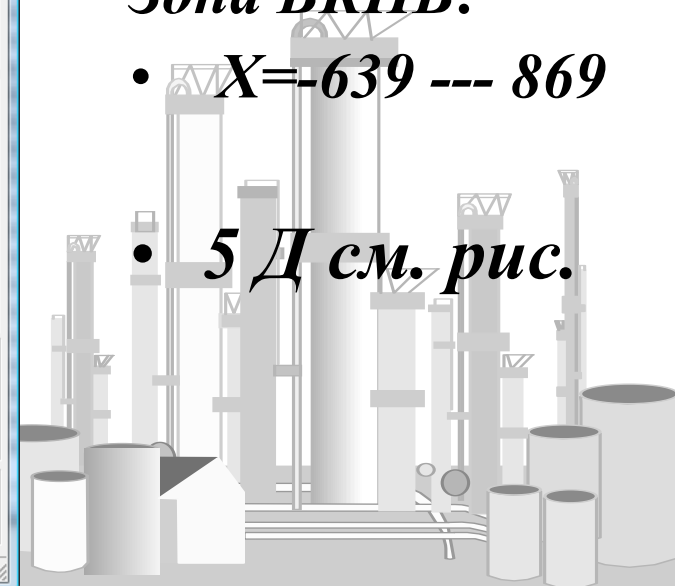
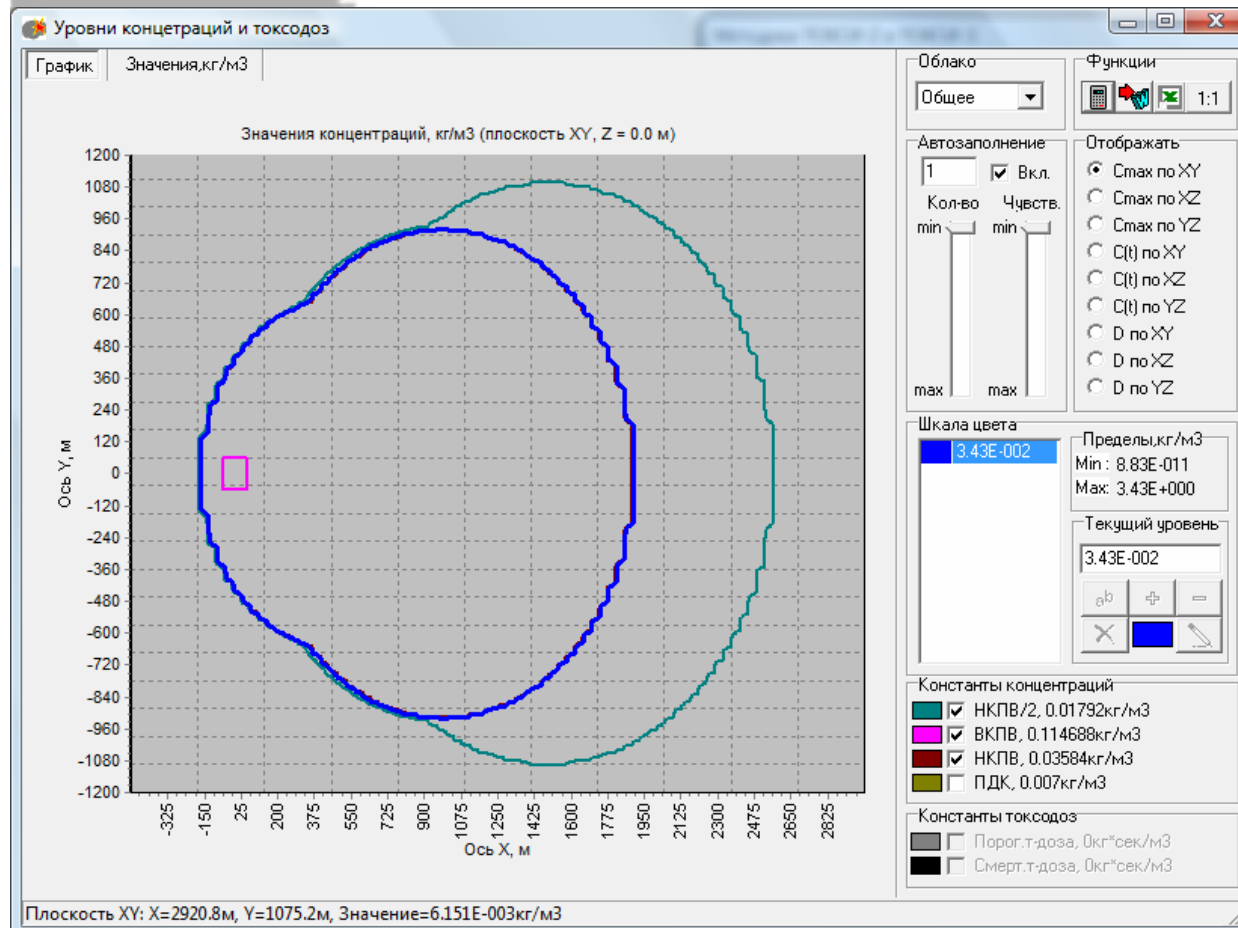
Зона НКПВ:

- $X=-1098--2037$

Зона ВКПВ:

- $X=-639 --- 869$

- *5 Д см. рис.*





Примеры оценок (пропан)

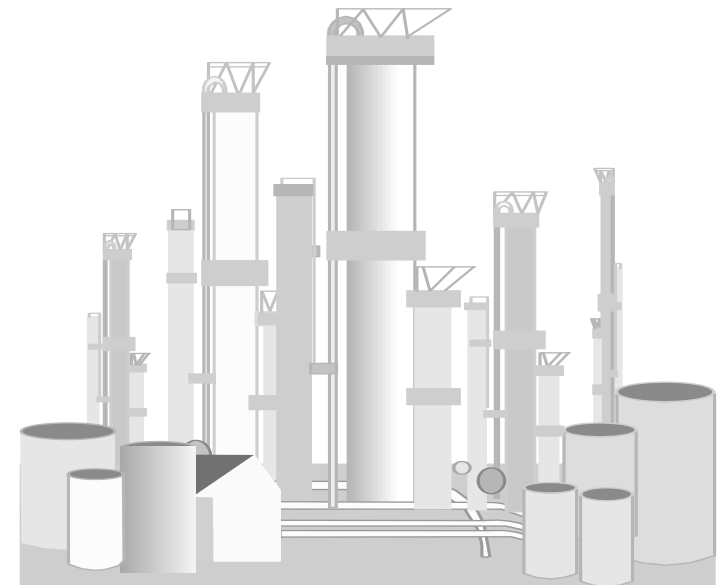
пропан

20000 м³ изотермический резервуар

обвалование 100000 м²

$T_{\text{возд}} = 20 \text{ C}$

Ветер 1-10 м/с , F...A





Примеры оценок (пропан)

5 Д

Зона НКПВ/2:

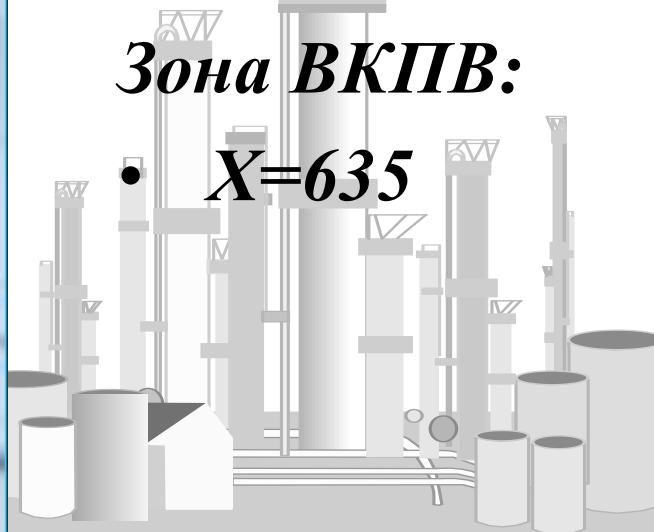
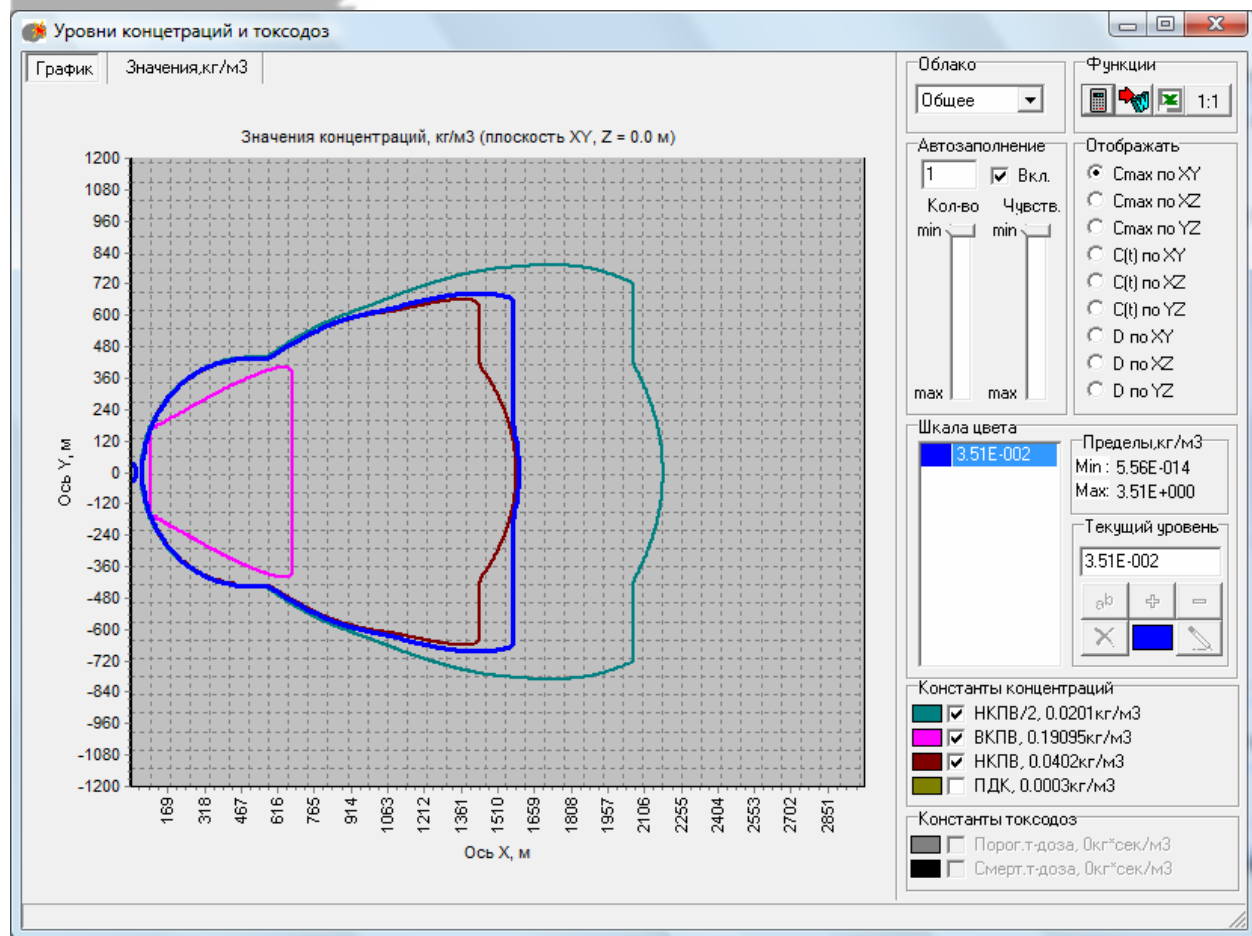
- $X=2174$

Зона НКПВ:

- $X=1587$

Зона ВКПВ:

- $X=635$





Примеры оценок

Выводы

Зоны «непривычны» для восприятия

***Необходимо тщательный и аккуратный
подход***

***Результаты имеют определенные
особенности***





Примеры оценок

Выводы (по расчетам)

Зоны «непривычны» для восприятия

*Необходимо тщательный и аккуратный
подход*

*Процесс рассеяния имеет определенные
особенности*

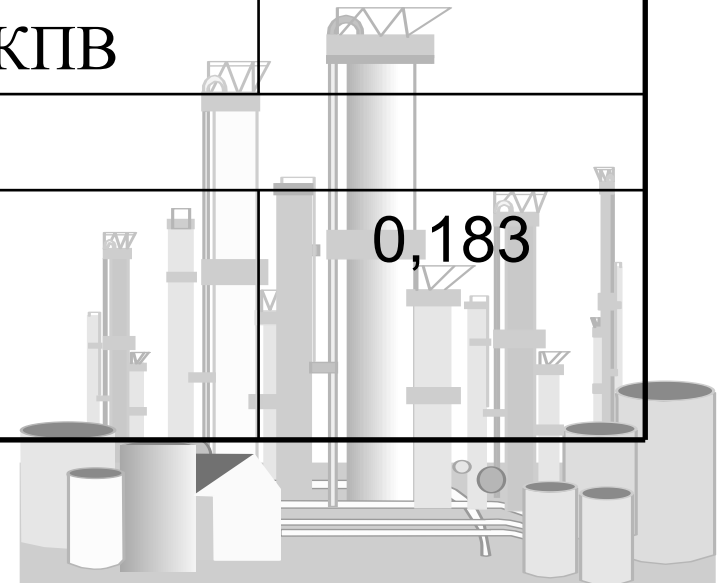




Особенность рассеяния метана

На примере струйного выброса (7,5 кг/с)

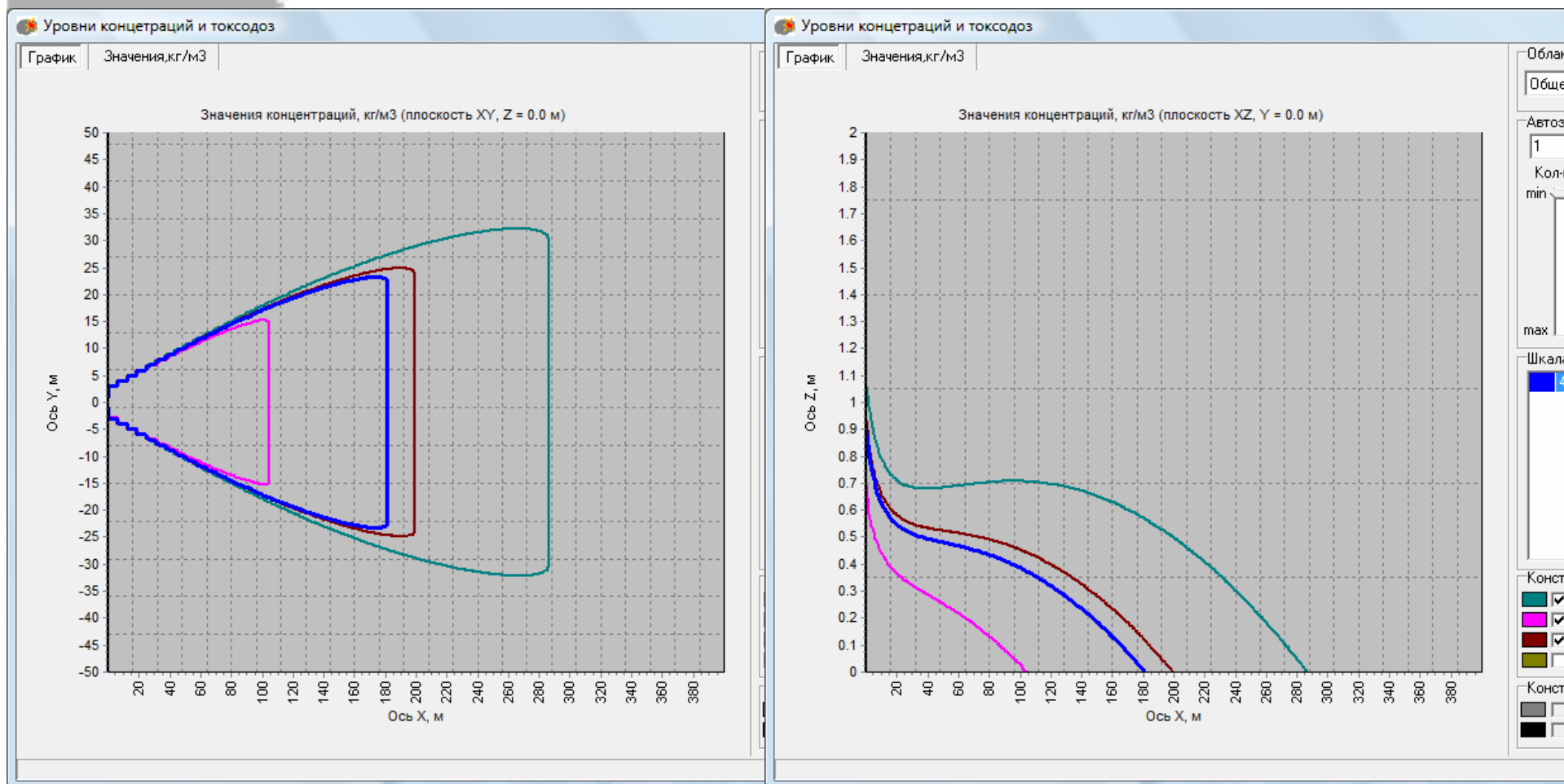
Расход, кг/с	Масса т	Длина , м	Ширин а, м	Высота, м	Масса, т
		ВКПВ/НКПВ/0,5 НКПВ			
5 Д					
7,5	ок. 26	115/	30/	0,38/	0,183
		200/	48/	0,72/	
		288	70	1,11	





Особенность рассеяния метана

На примере струйного выброса (7,5 кг/с)





Выбор модели



ТОКСИ

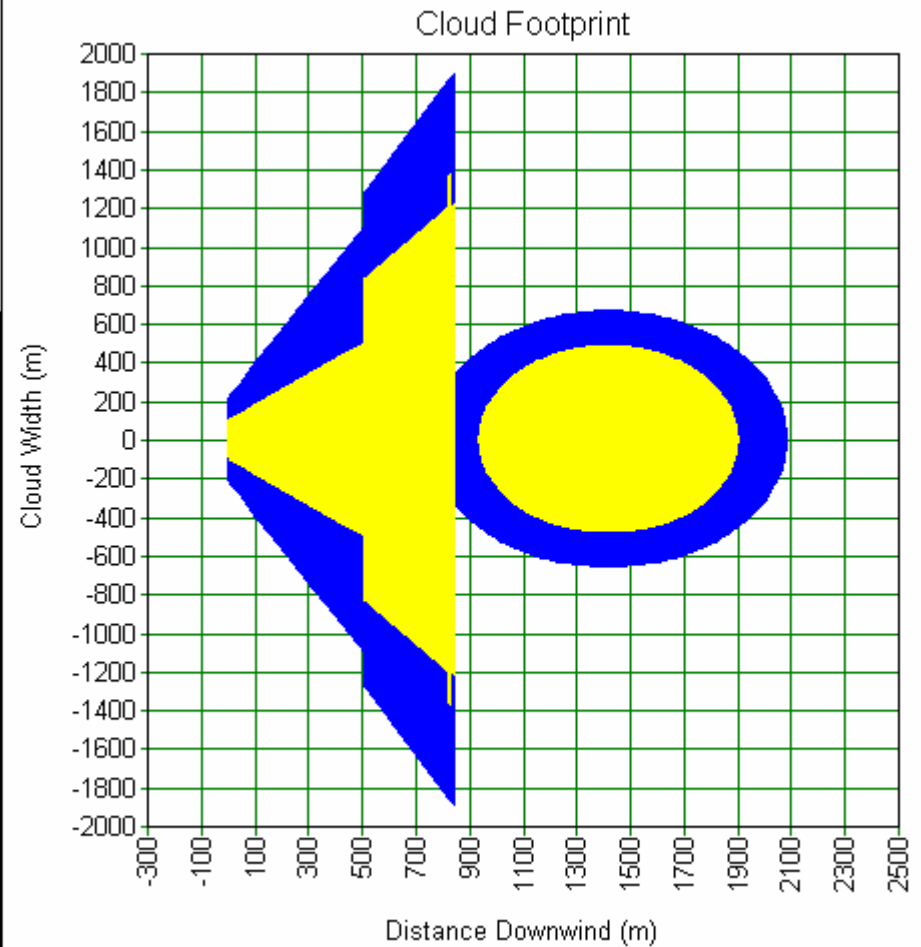
PHAST

Всемирный банк

HEGADAS

Study Folder: LNG
Audit No: 631
Model: Vessel/Pipe Source
Weather: Category 1/F
Material: METHANE
Averaging Time: Flammable(18,75 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 1141 s

 3,30483e+006m2 @ 0,022fraction
 1,84387e+006m2 @ 0,044fraction





Выводы

Проблема оценки зон в рассматриваемой ситуации является сложной задачей и поэтому должна проводиться с использованием максимально достоверных методов.

