



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ

# Расчетная методика оценки последствий крупномасштабных аварий на производствах водорода с применением CFD кодов

*Д. А. Мастюк, Е. В. Безгодков, Д. Ф. Ганеева,  
К. С. Кутузова, Ю. А. Томилов*

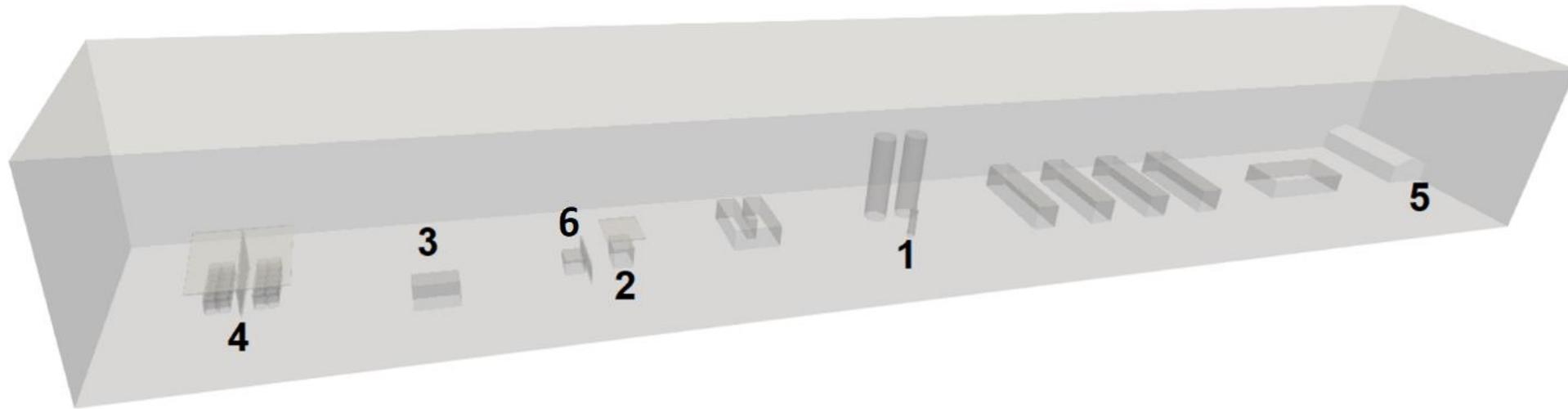
Актуальной задачей является обеспечение безопасности при возникновении аварийной утечки водорода, поскольку, возможно образование облака горючей смеси, взрыв которого с высокой вероятностью приведет к значительным повреждениям.



# Пример площадки по производству водорода



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ



1 – буферный ресивер водорода, 2 – буферное хранилище водорода,  
3 – мобильное хранилище водорода, 4 – стационарное хранилище,  
5 – здание персонала, 6 – разделяющая стена

# Цель и задачи данного исследования



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ

**Цель:** отработка расчетной методики нацеленной на моделирование крупномасштабных аварий на объектах производства, хранения и использования водорода

## *Задачи:*

- Исследование динамики распространения водорода при разрыве сосудов высокого давления,
- Оценка последствий детонации водород-воздушного облака в наихудшем сценарии.
- Оценка последствий детонации водорода после истечения из сосудов высокого давления,
- Сравнение результатов CFD моделирования с инженерными методиками, представленными в руководстве по безопасности ГОСТ,

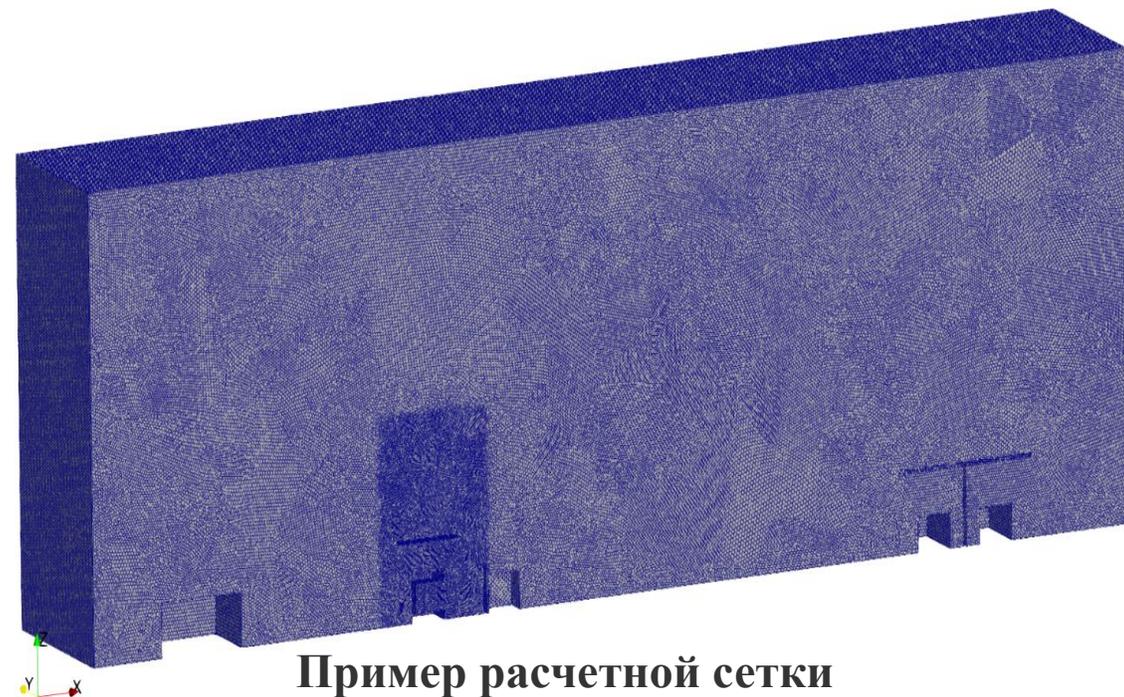
# Оценка последствий разгерметизации сосудов



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ

## Рассмотренные сценарии

Номер расчета	Объект выброса водорода	Объем баллонов, м <sup>3</sup>	Начальное давление, МПа	Направление распространения истечения водорода
1	мобильное хранилище	5,8	39,2	По направлению баллонов
2	буферное хранилище водорода	5,55		Разделяющая стена
3				Здание диспетчерской

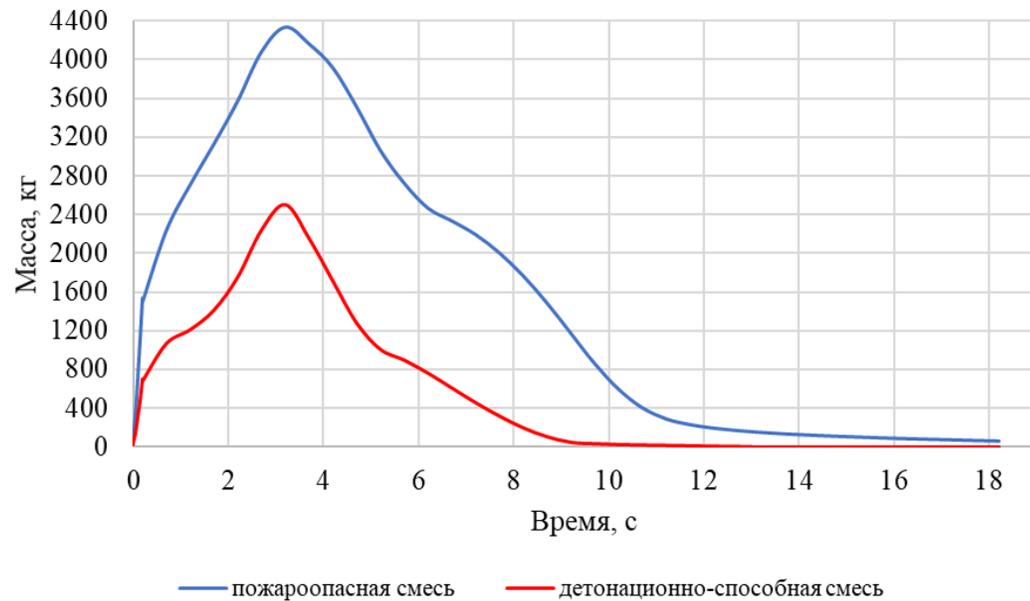


Пример расчетной сетки

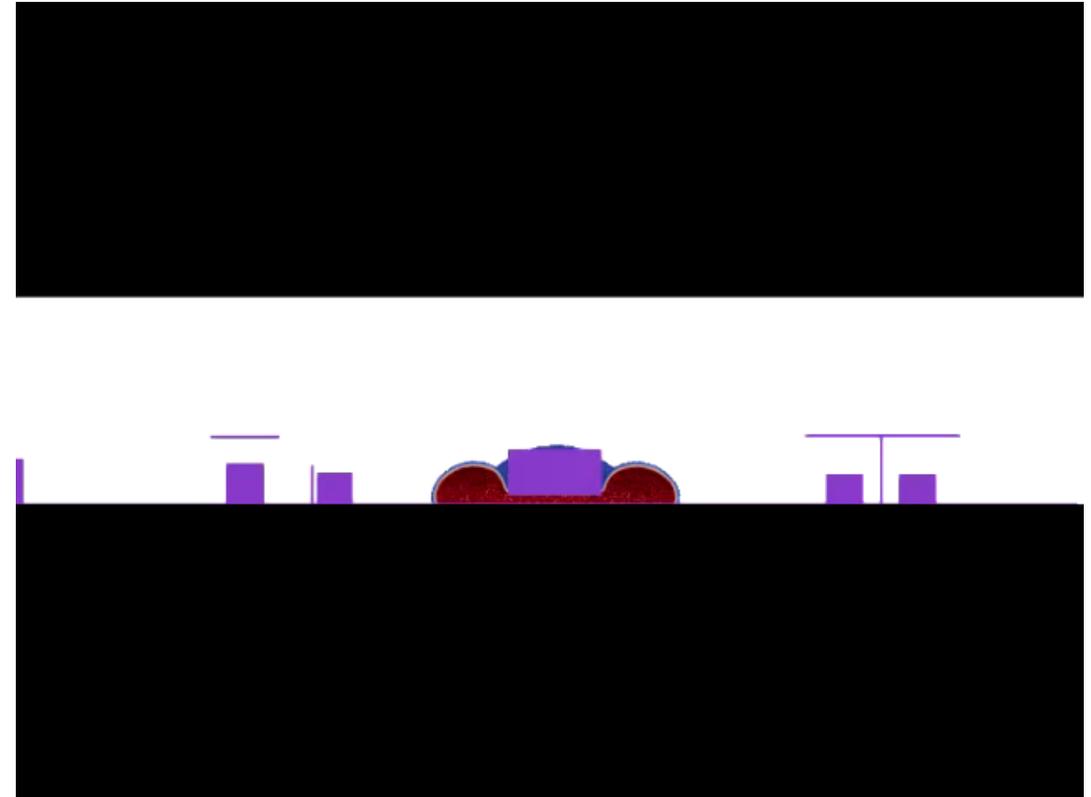
# Истечение из мобильного хранилища



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ



Зависимость массы пожароопасной и детонационно способной смеси во времени

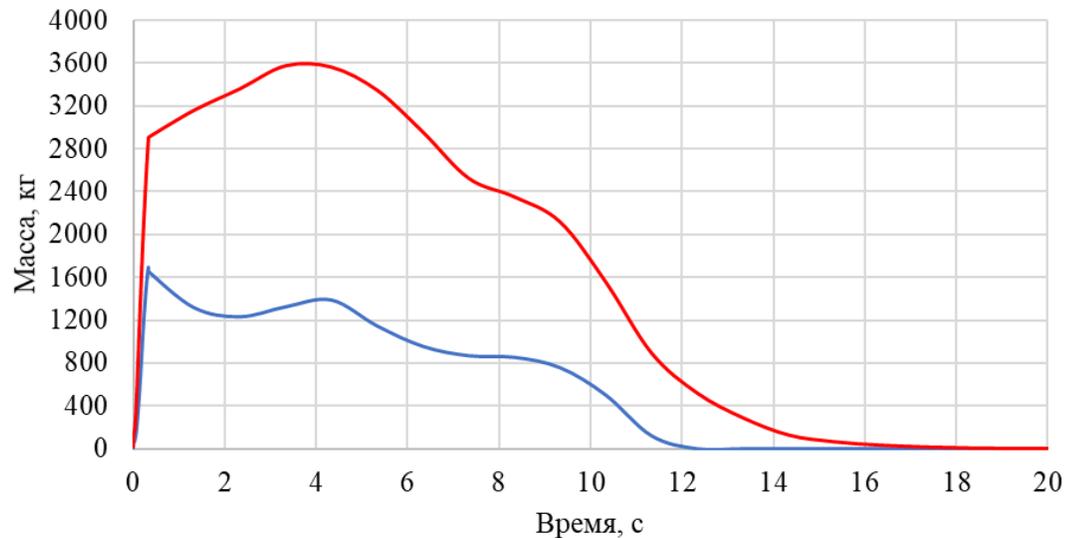


Визуализация распространения пожароопасной смеси

# Истечение из буферного ресивера в сторону разделяющей стены

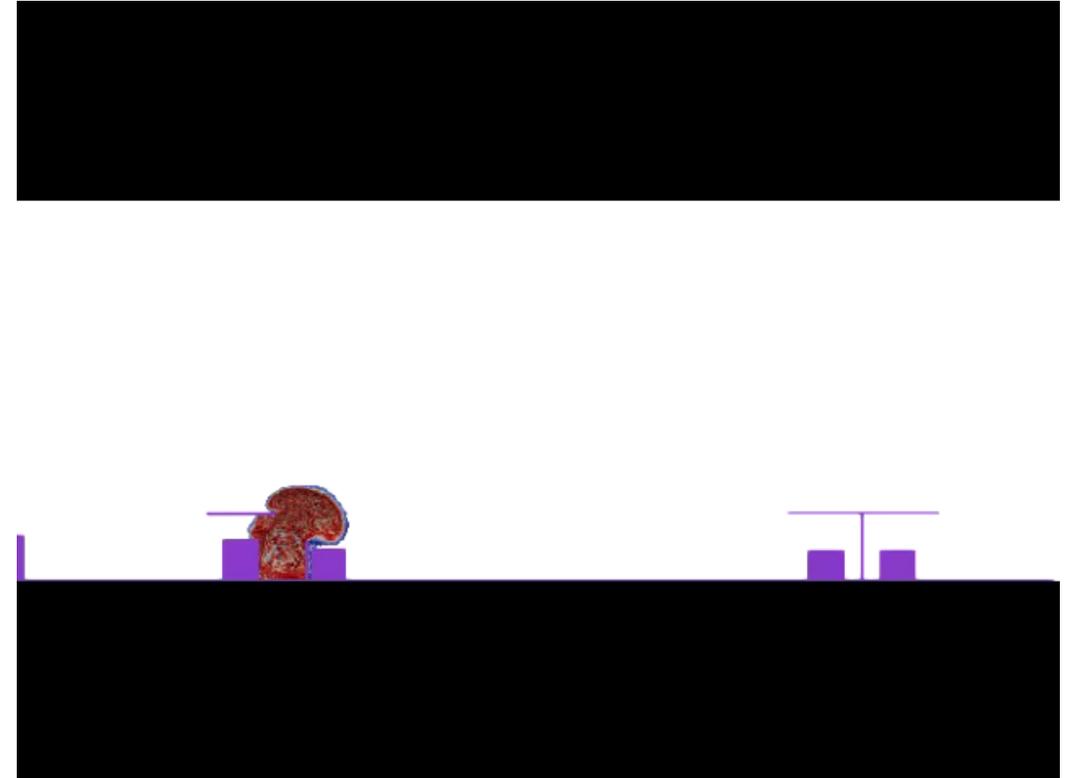


РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ



— пожароопасная смесь — детонационно-способная смесь

Зависимость массы пожароопасной и детонационно способной смеси во времени

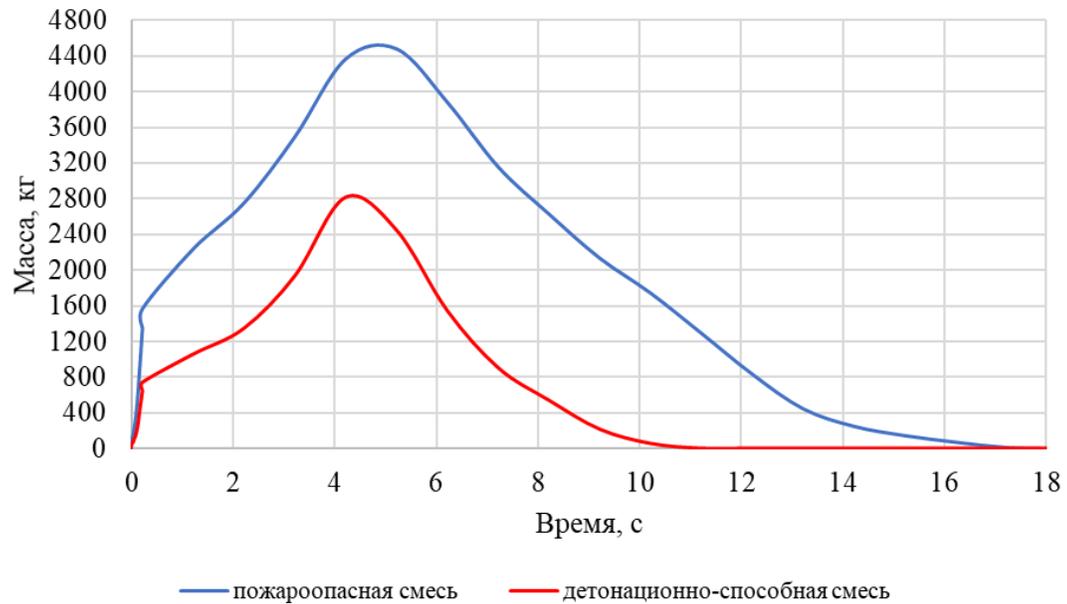


Визуализация распространения пожароопасной смеси

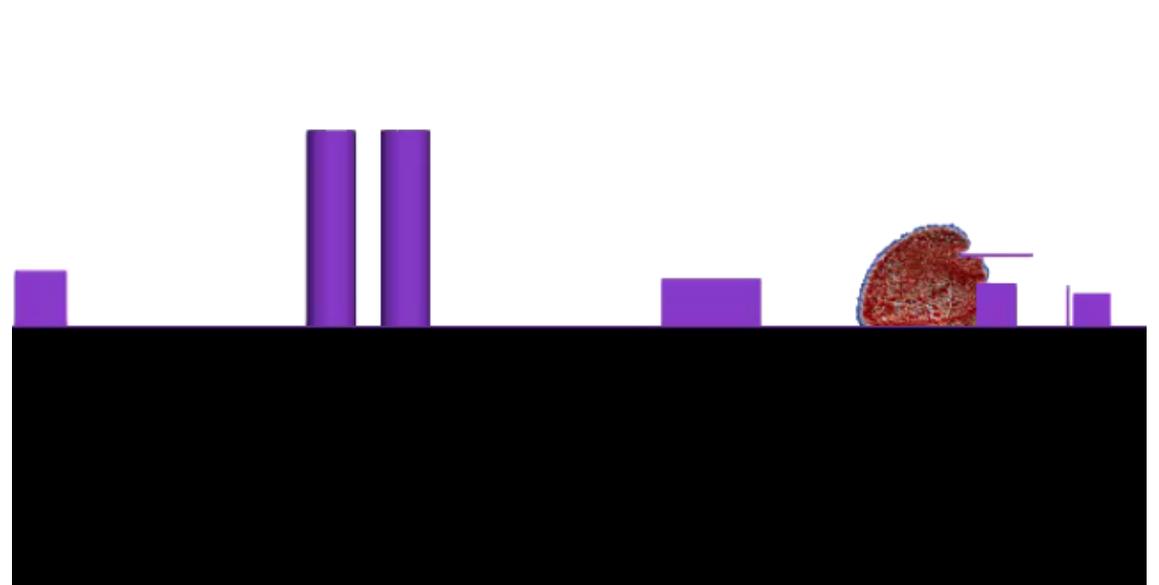
# Истечение из буферного ресивера в сторону здания диспетчерской



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ



Зависимость массы пожароопасной и детонационно способной смеси во времени

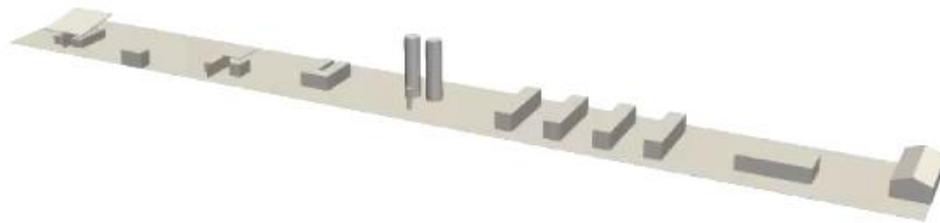


Визуализация распространения пожароопасной смеси

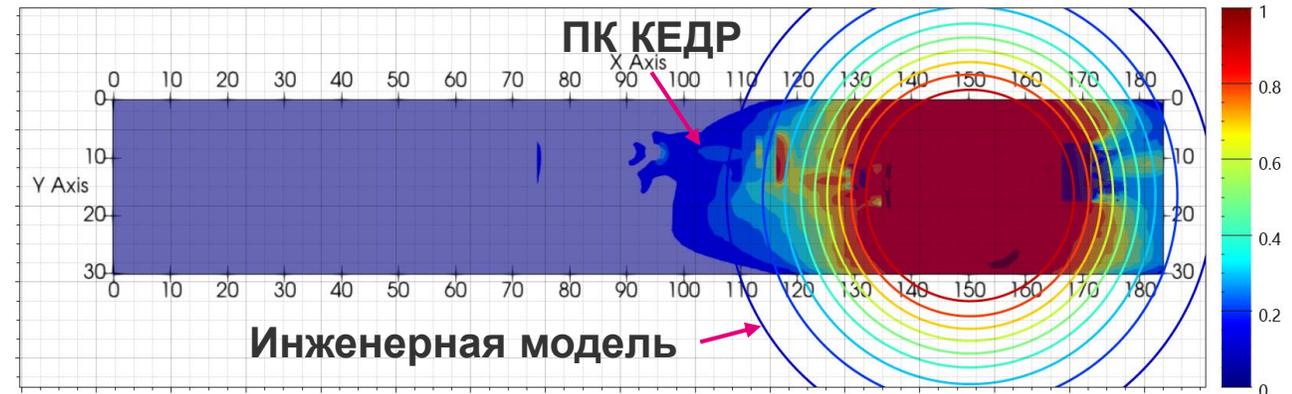
# Моделирование распространения детонационной волны по равномерно распределенной смеси



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ



Распространение ударной волны в следствии детонации водорода

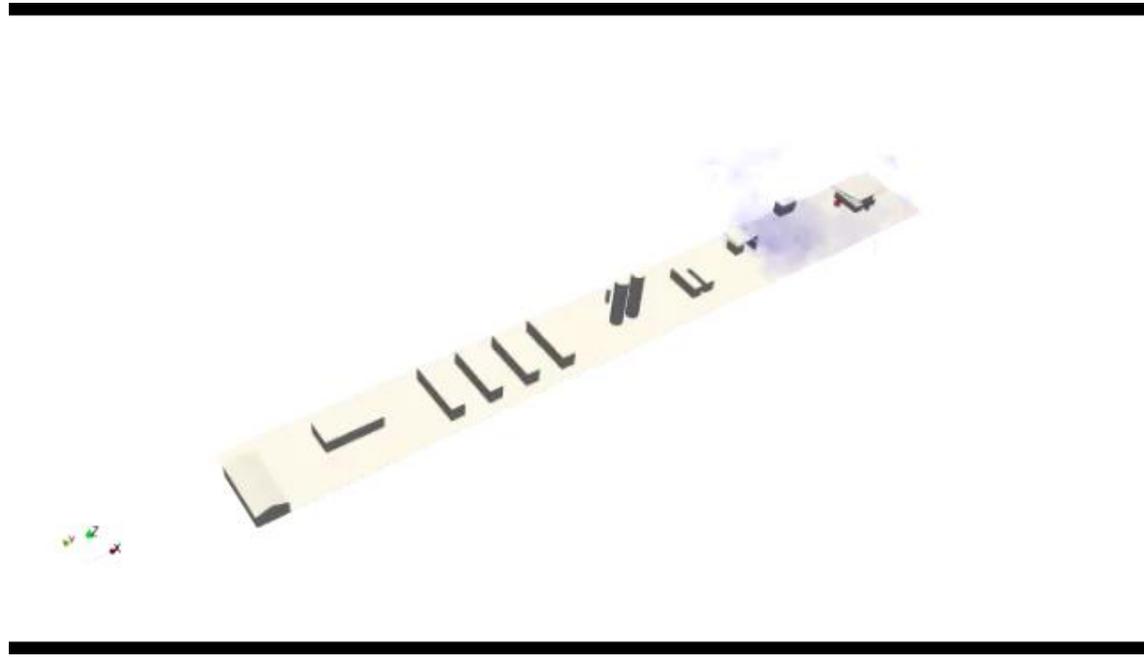


Сравнение вероятности разрыва барабанных перепонки по ПК КЕДР и инженерной методике

# Моделирование распространения детонационной волны по не равномерно распределенной смеси



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ

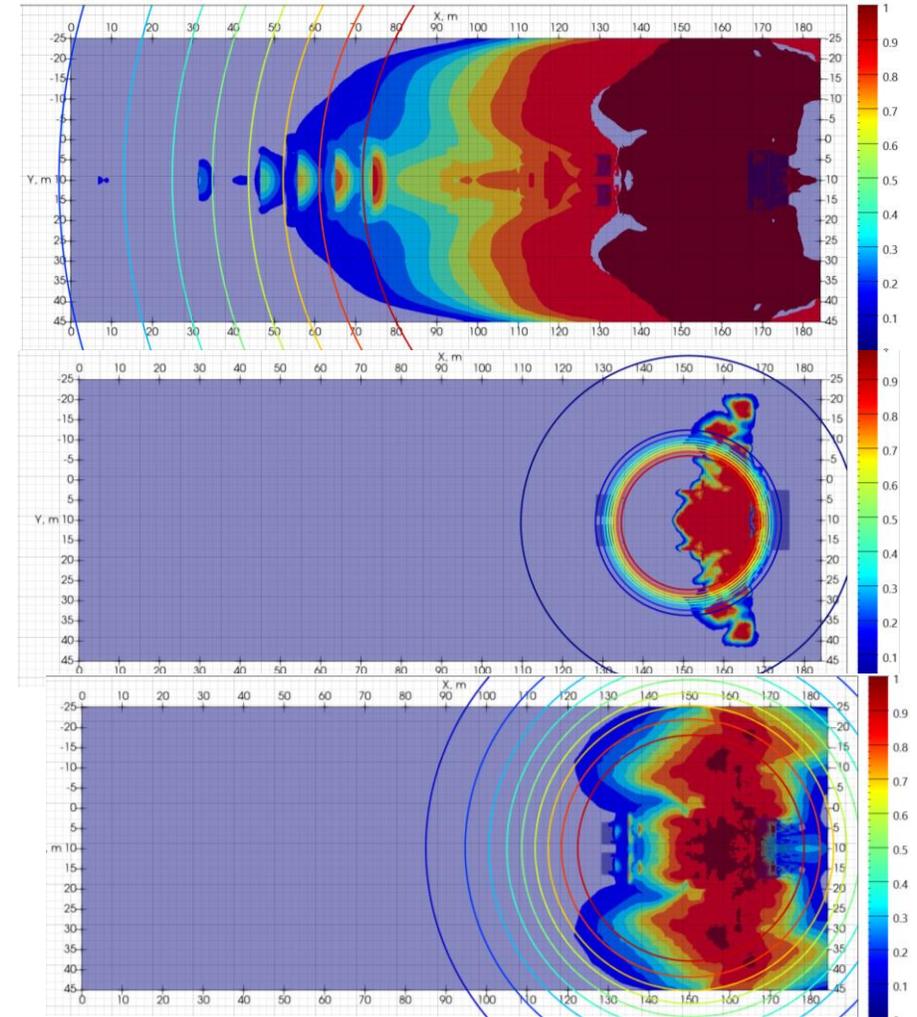


Разрушение  
стен зданий

Отброс  
людей  
давлением

Распространение ударной волны в следствии детонации  
водорода

Разрыв  
барабанных  
перепонок



Сравнение полей вероятности по ПК КЕДР и инженерной методике

## Заключение



В ходе проведения серии расчетов по моделированию крупномасштабных аварий на примере площадки по производству водорода.

Произведено моделирование распространения водорода при разгерметизации сосудов высокого давления.

Моделирование детонации равномерно распределенной водород-воздушной смеси.

Моделирование детонации по расчетному распределению водород-воздушной смеси.

Расчет с применением CFD подхода показал что инженерные методики в некоторых режимах аварии не являются консервативными.

**Спасибо за  
внимание!**

**Мастюк Дмитрий Александрович**

