



**СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТОВ
АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ, ПО
МЕТОДИКАМ, ВХОДЯЩИМ В ПРОГРАММНЫЕ
КОМПЛЕКСЫ ТОКСИ+ И PHAST DNV**

Ефремов Кирилл Владимирович

ЗАО НТЦ ПБ

Группы компаний «Промышленная безопасность»

Москва

safety.ru

riskprom.ru

Программный комплекс ТОКСИ+Risk

Программный комплекс ТОКСИ+Risk

Файл Вид Авария План Сервис О программе

Новый проект (с выбором сит. плана) Ctrl+L
 Открыть... Ctrl+O
 Сохранить...
 Сохранить как...
 Недавно используемые
 Выход


Площадные объекты
 Открытая площадка
 Цвет Постоянно находятся 25
 Рискующих 74
 Коэф-т присутствия 0.23
 Персонал статичная группа

Линейные объекты
 Трубопровод
 добавить вершину- ЛК
 завершить- ПК мыши
 Задание точки выброса ЛК мыши
 Направление ветра:

толщи	наименование	види
1	ТОКСИ 3: Аммиак LC(9 кг*с/м3) M(ГФ)=1000 кг, M(ЖФ)=30 кг, быстрый расчет	<input checked="" type="checkbox"/>
2	ТОКСИ 3: Аммиак РС(0.9 кг*с/м3) M(ГФ)=1000 кг, M(ЖФ)=30 кг, быстрый расчет	<input checked="" type="checkbox"/>
3	ТОКСИ 3: Аммиак Сопс(НКПВ/2) M(ГФ)=1000 кг, M(ЖФ)=30 кг, быстрый расчет	<input checked="" type="checkbox"/>
4	ТОКСИ 3: Аммиак Сопс(НКПВ) M(ГФ)=1000 кг, M(ЖФ)=30 кг, быстрый расчет	<input checked="" type="checkbox"/>
5	ТОКСИ 3: кг, M(ЖФ)	<input checked="" type="checkbox"/>
6	ТОКСИ 3:	<input checked="" type="checkbox"/>

Толщина 1 Отобразить

Отобразить все Скрыть все Удалить все

О программе
 Программа расчёта последствий аварий на опасных производственных объектах

 Версия 4.1
 сборка 1
 (с) НТЦ "Промышленная безопасность", 2001-2010 гг.
www.safety.ru

5191 м

Коттеджи

Р:\Марухленко\ТОКСИ+Risk 4.sh4 [1407 м ; 1326 м] [492 ; 463] id_node = 0 загрузка успешно зав

Список модулей, реализованных в программном комплексе ТОКСИ+

✓ РД-03-26–2007. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ (утв. Приказом Ростехнадзора № 859 от 14.12.07)

✓ РД 03-409-01. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (с изменениями и дополнениями). Утверждена постановлением Госгортехнадзора России №25 от 26.06.2001.

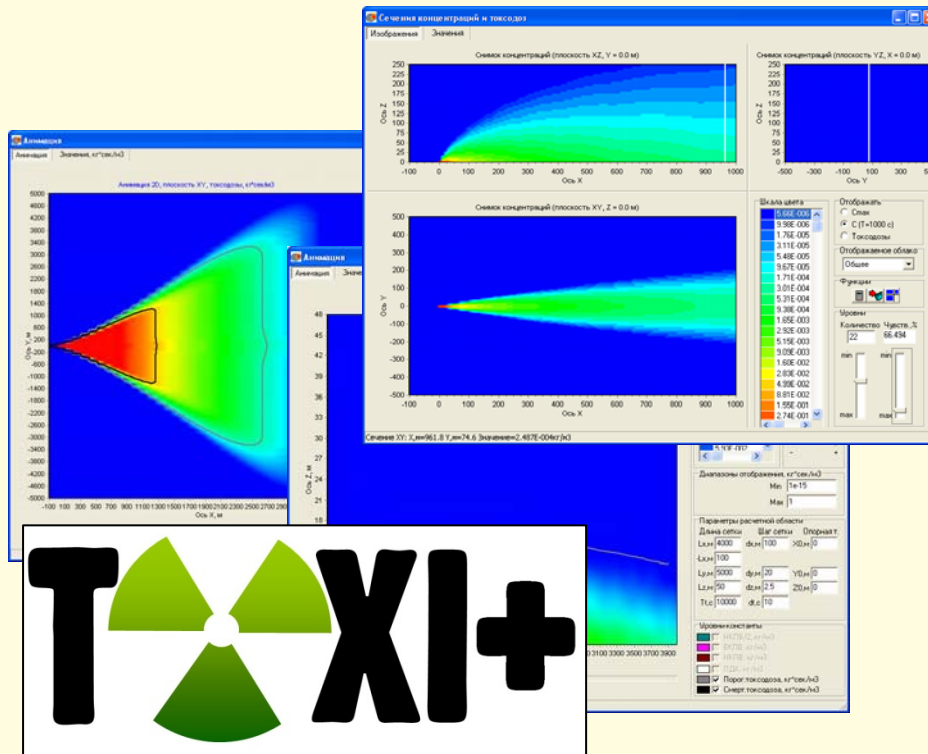
✓ ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Утвержден Госстандартом России от 01.01.1998

✓ ПБ 03-591-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации факельных систем

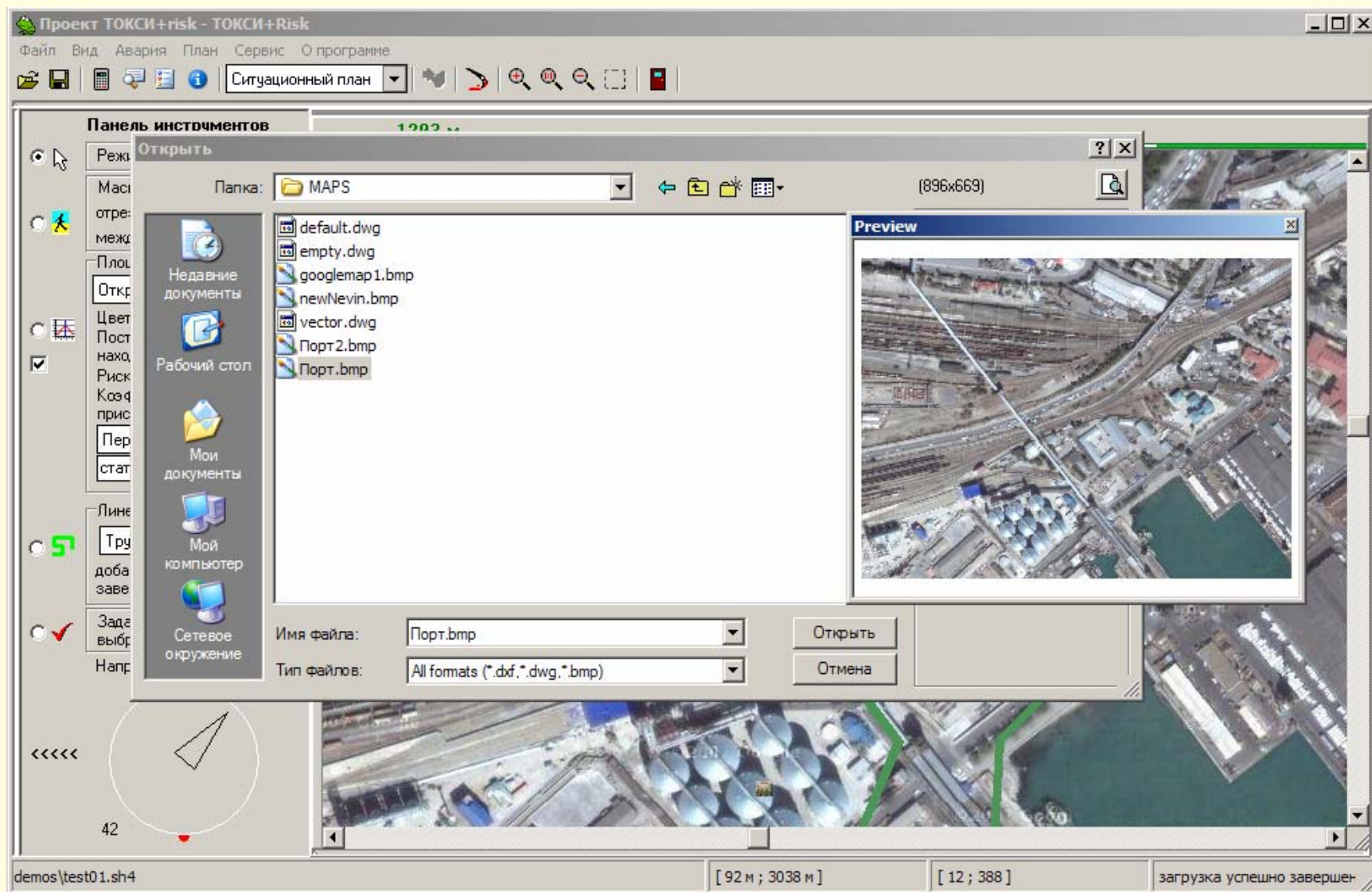
✓ ОНД-86 Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий

✓ Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. приказом МЧС 10.07.09 №404)

✓ Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различного класса функциональной пожарной опасности (утв. Приказом МЧС 30.06.09 № 382)



Импорт графической подложки



ТОКСИ+RISK Управляющая оболочка. Объекты на ситуационном плане

Проект ТОКСИ+risk - ТОКСИ+Risk

Файл Вид Авария План Сервис О программе

Ситуационный план

Панель инструментов

Режим не задан

Масштабирование
отрезка = 5000 м
между ЛК и ПК мыши

Площадные объекты
Открытая площадка

Цвет
Постоянно находятся 25
Рискующих 74
Кэф-т присутствия 0.23

Персонал
статичная группа

Линейные объекты
Трубопровод
добавить вершину- ЛК
завершить- ПК мыши

Задание точки выброса ЛК мыши
Направление ветра:
42

Панель управления

Слой Параметры пересечений Поле риска

Население и персонал Изолинии 3.3 Изолинии 4.0 Трубопровод Помещения

id	цвет	толщи	наименование	постоя	риск	видим	к-т при
1	Blue	4	хранилище хлора	5	50	✓	0.23
2	Red	4	хранилище аммиака	7	60	✓	0.23
3	Black	4	хранилище пропана	10	40	✓	0.23
6	Blue	4	администрация	40	100	✓	0.23
7	Orange	4	персонал	100	150	✓	0.23
8	Blue	4	рабочие	30	80	✓	0.23
9	Blue	4	КПП	3	40	✓	0.23

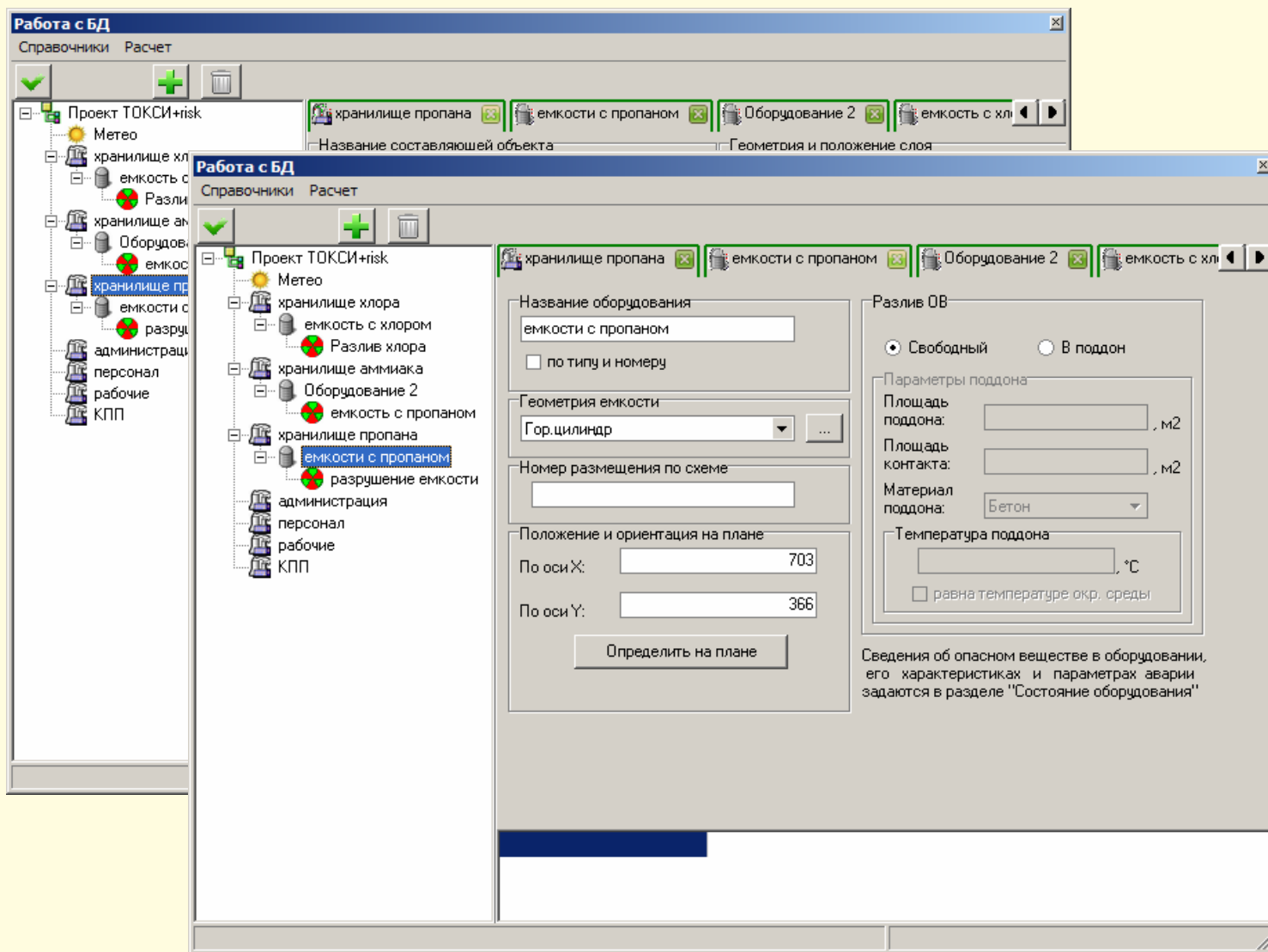
3 хранилище пропана
Толщина 4
Постоянно находятся 10
Рискующих Кэф-т присутствия 0.23

Отобразить на плане

Отобразить все Скрыть все Удалить все

867 м

P:\Марухленко\СБОРКА 80\dem7.sh4 [2183 м ; 3003 м] [279 ; 383]



Задание размещения и основных характеристик оборудования

Открытие метеоданных

Папка: DB

- meteo2.csv
- meteo.csv
- Nevinnomisski07-08.csv

Имя файла: meteo2.csv
Тип файлов: Real meteo data

Открыть
Отмена

Метео

- хранилище хлора
- хранилище аммиака
- хранилище пропана
- администрация
- персонал
- рабочие
- КПП

Загрузить метеоданные

Задать метеопараметры вручную...

Размытие направлений

Скорость ветра	Направление	Стратификация	T, град. С	Вероятность
2 м/с	22 градусов	D	5 град. С	2,96E-002
2 м/с	22 градусов	F	1 град. С	2,96E-002
2 м/с	22 градусов	F	3 град. С	2,96E-002
2 м/с	45 градусов	□	4 град. С	7,41E-003
2 м/с	45 градусов	D	4 град. С	7,41E-003
2 м/с	45 градусов	F	1 град. С	7,41E-003
2 м/с	45 градусов	F	3 град. С	7,41E-003

0%

Группировка метеособытий

Границы промежутка по скорости ветра
от 1 до 3 шаг 1

Границы промежутка по температуре
от 1 до 9 шаг 1

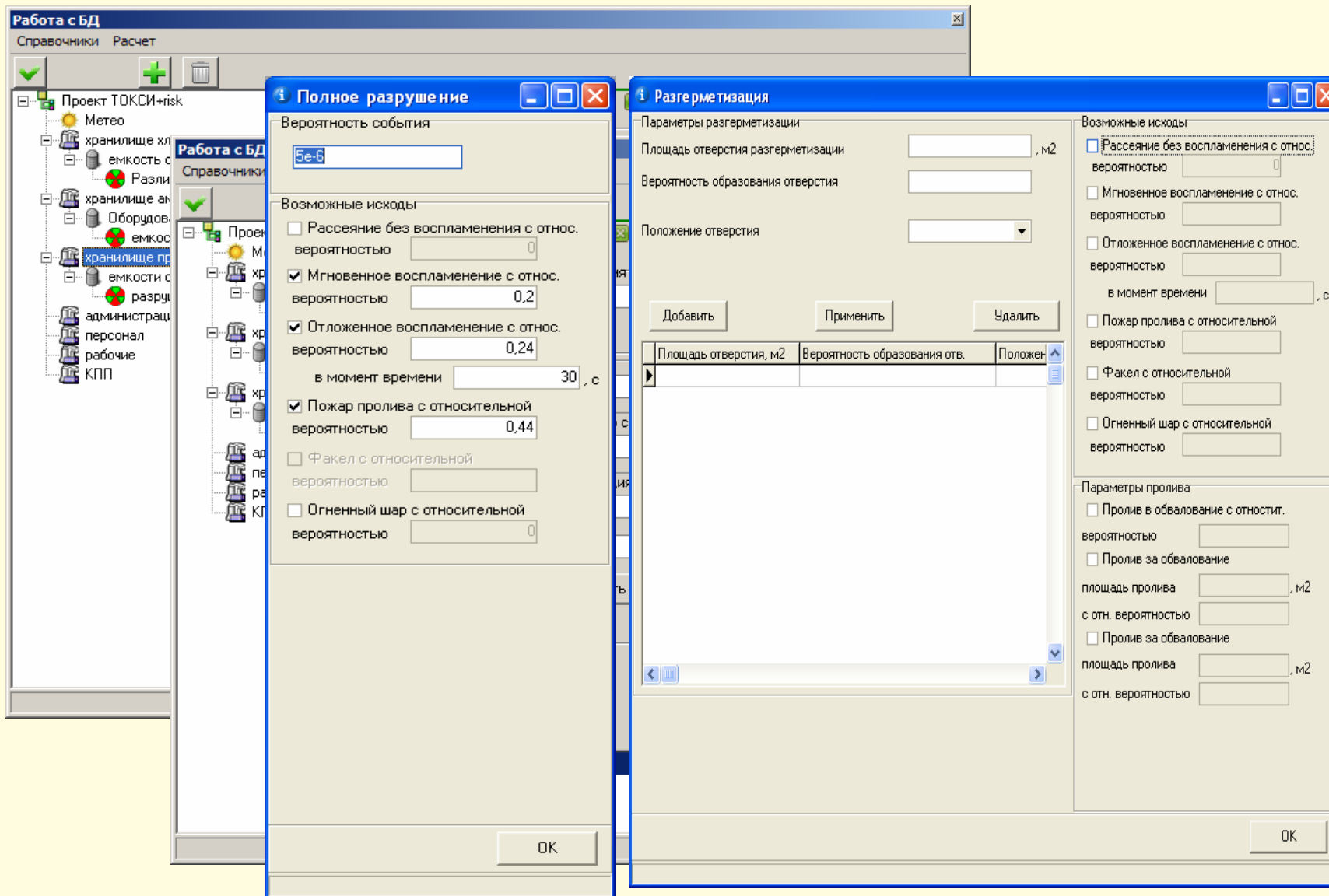
Границы промежутка по направлению ветра
от 0 до 338 шаг

Всего строк метеонаблюдений в БД проекта 40

Преобразовать

Группировка метеостатистики

Задание метеостатистики региона



Задание типов и вероятностей инициирующих событий

Анализ рисков

Параметры рассчитываемых сценариев

Расчетная методика	Составляющая объекта	Оборудование
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище хлора	емкость с хлором
РД-03-26-2007	хранилище аммиака	Оборудование 2
РД-03-26-2007	хранилище аммиака	Оборудование 2
РД-03-26-2007	хранилище аммиака	Оборудование 2
РД-03-26-2007	хранилище аммиака	Оборудование 2
РД-03-26-2007	хранилище аммиака	Оборудование 2
РД-03-26-2007	хранилище аммиака	Оборудование 2
РД-03-26-2007	хранилище аммиака	Оборудование 2

Кол-во расчетов


	Выполнено	Осталось
Всего расчетов	64	88
РД 03-26-2007	64	80
Пожар	0	2
ТВС	0	6
Огненный шар	0	0
Факел	0	0

Параметры отображения таблицы

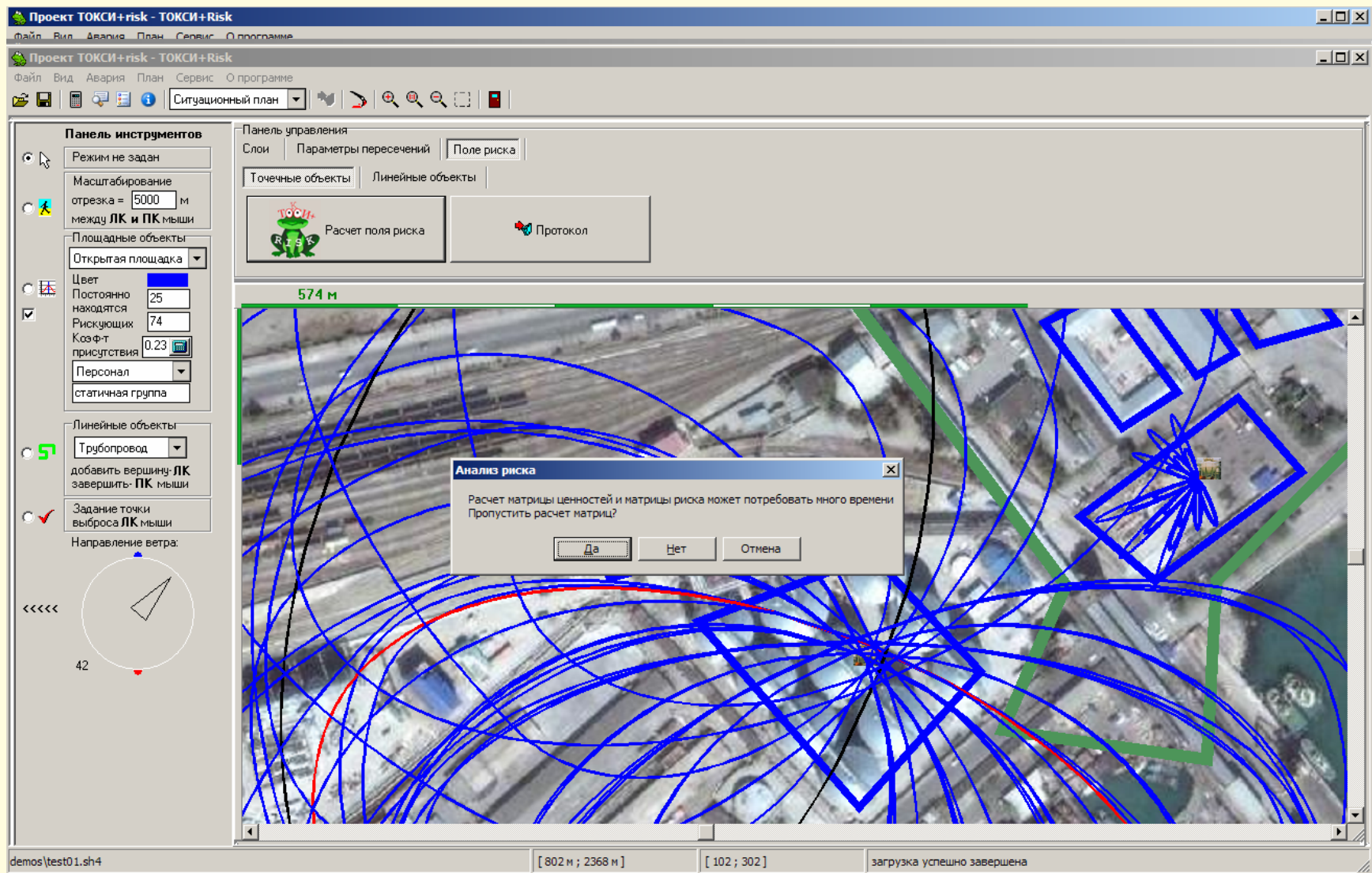
- Тип и положение оборудования
- Параметры метеоусловий
- Параметры разгерметизации
- Параметры обвалования
- Параметры состояния оборудования
- Параметры расчета по РД 03-26-2007

Длительность расчета: 00:00:20
 Оставшееся время: 01:33:10

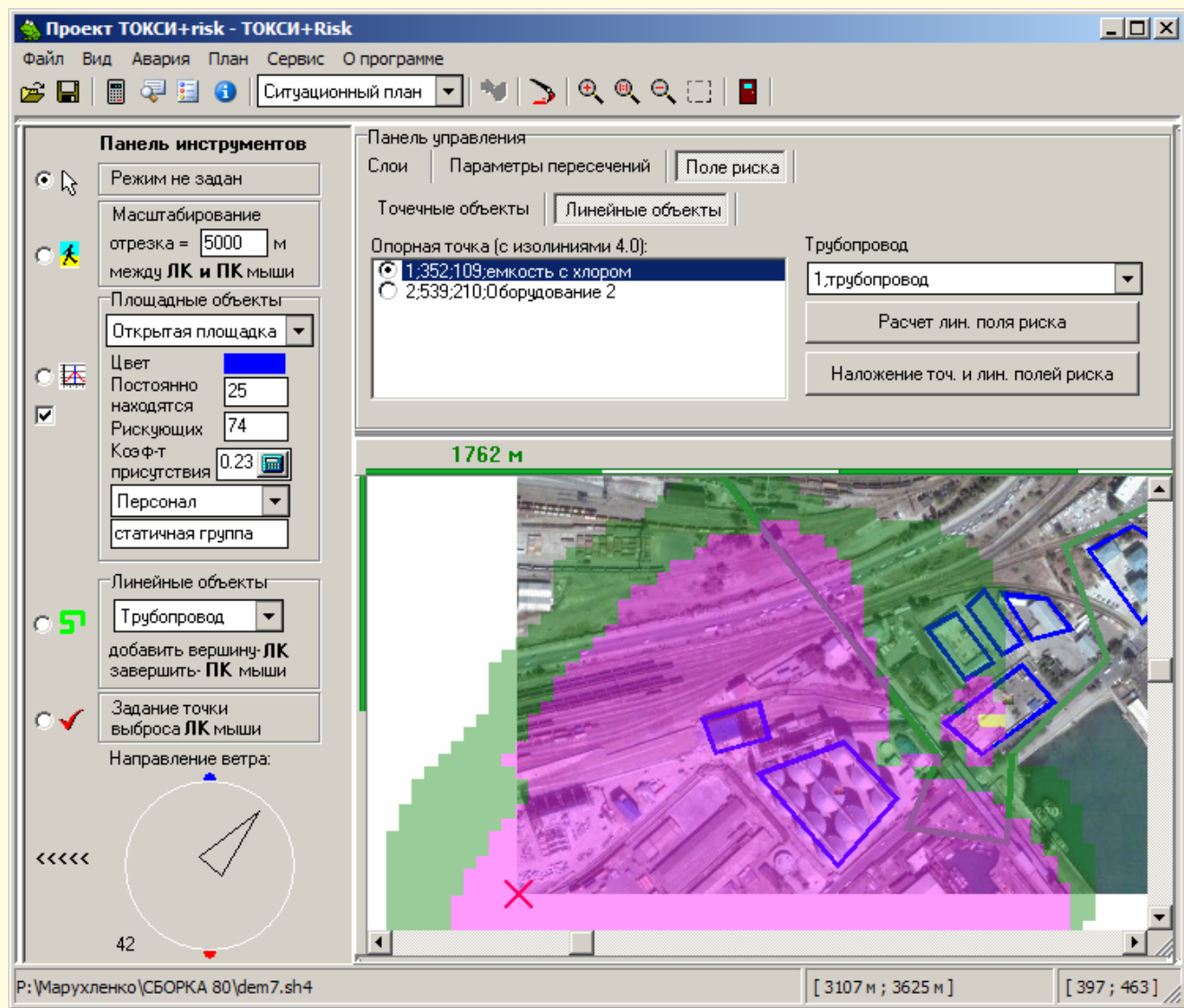
цветом выделены рассчитанные ранее изолинии

 Начать расчет

Сводная таблица расчетов



Расчет потенциального поля риска точечных источников аварии



Задание параметров расчета поля риска линейных источников (трубопровода)



Протокол модуля
«Анализ риска»



21 октября 2009

Детализация по слоям

№ п/п	Имя слоя	Число объектов	Периметр	Вероятное число пострадавших	Коллективный риск чел./год	Индивидуальный риск 1/год
1.	крановоды и слесари	50	5	5	1.055E-005	2.133E-007
2.	крановоды вышка	60	7	7	3.202E-006	2.321E-007
3.	администрация	100	40	40	4.856E-008	2.111E-009
4.	персонал	150	100	100	1.495E-008	4.333E-010
5.	работники	30	30	30	2.044E-009	1.111E-010
6.	КПП	40	3	3	2.750E-006	2.999E-007
7.	опора	30	17	17	3.333E-009	1.061E-010

Примечание: число пострадавших в слое приведено к ближайшему целому (в большую сторону), в связи с этим сумма слоев (всего пострадавших) может превосходить реальное количество пострадавших в FN-диаграмме

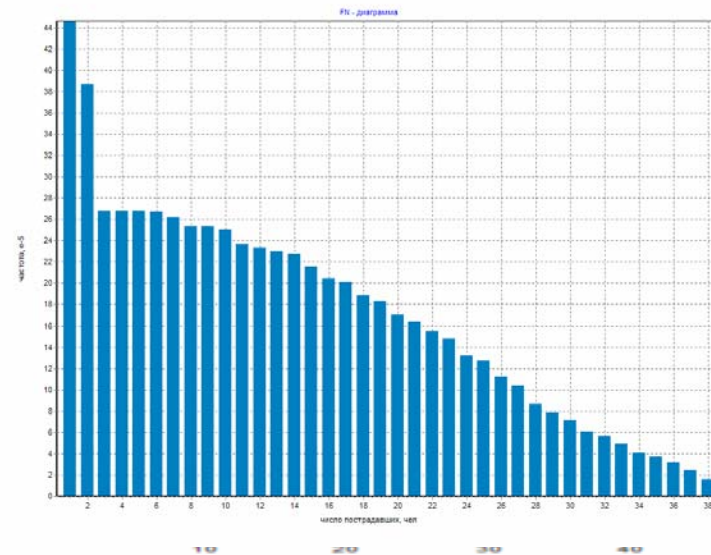
коллективный риск равен:	1.687E-005 чел./год
индивидуальный риск равен:	3.308E-008 1/год

Ситуационный план аварийной ситуации¹:
(обновление плана с учетом изменения легенды не произведено)

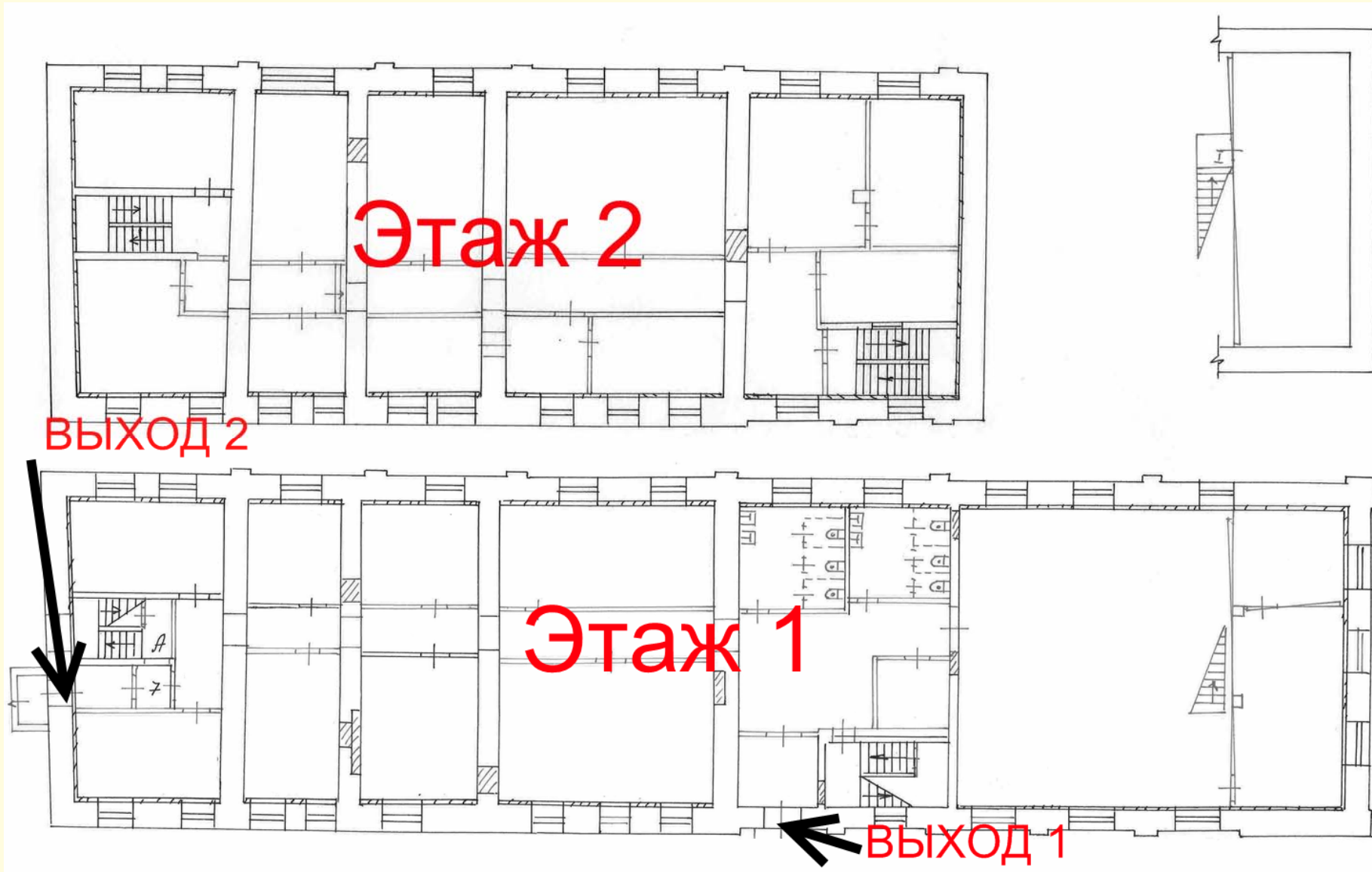


3.333E-009 - 1.137E-008	1.137E-008 - 1.720E-007	1.720E-007 - 4.371E-007	4.371E-007 - 8.067E-007
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

¹ Ситуационный план представлен в виде изображения в файле на компьютере



Выходной протокол модуля анализа риска



Расчет величин пожарного риска в зданиях

Программный комплекс ТОКСИ-Risk

Файл Вид Авария План О программе

Ситуационный план

Панель инструментов

Режим не задан

Масштабирование
отрезка = 5000 м
между ЛК и ПК мышью

Площадные объекты
Открытая площадка

Цвет
Постоянно находится
25
Рискушек
74
Коэф-т присутствия
0.23

Персонал
статичная группа

Линейные объекты
Трубопровод

добавить вершину ЛК
завершить ПК мышью

Задание точки выброса ЛК мышью

Направление ветра

Параметры эвакуации
Задание вершин
вход
Задание ребер (ПК на узлах)
Задание маршрутов

Панель управления

Слой Оценка числа пострадавших Поле риска

Население и персонал (физ. лица) Изоляции 3.3 Изоляции 4.0 Трубопровод Помещения Пути эвакуации в помещениях

Узлы Участки Маршруты движения Протокол расчета

Номер	Кол-во людей	Тип узла	x	y	Описание
32	4	вход	554	138	
33	3	вход	695	140	
34	5	вход	695	140	
35	6	вход	563	347	
37	0	выход	-16	181	
38	0	выход	791	-2	
39	0	транзит	203	731	
40	0	транзит	202	697	
41	0	транзит	92	673	

Дополнительно
Количество людей
выделять
Здания научных и образовательных учреждений, научных и проектных
Время начала эвакуации, сек. 90

141 м

С:\Работа\2010-03-09\План НПЦ.sh4 [1031 м ; 201 м] [1642 ; 320] id_node = 0 загрузка успешно завершена

Расчет величин пожарного риска в зданиях

Программный комплекс ТОКСИ+Risk

файл Вид Авария План О программе

Ситуационный план

Панель инструментов

Режим не задан

Масштабирование
отрезка = 5000 м
между ЛК и ПК мыши

Площадные объекты
Открытая площадка

Цвет
Постоянно находятся
Рискующих 74
Козф-т присутствия 0.23

Персонал
статичная группа

Линейные объекты
Трубопровод

добавить вершину-ЛК
завершить-ПК мыши

Задание точки выброса ЛК мыши

Направление ветра:

Параметры эвакуации

Задание вершин
вход

Задание ребер (ЛК на узлах)

Задание маршрутов

Панель управления

Слои Оценка числа пострадавших Поле риска

Население и персонал (физ.лица) Изолинии 3.3 Изолинии 4.0 Трубопровод Помещения Пути эвакуации в помещениях

Узлы Участки Маршруты движения Протокол расчета

№ п/п	Δ	длина	ширина	тип	начало уз	конец	Наименование
1	2	2		горизонтальный путь	11	39	
2	1	0.9		дверной проем	40	39	
3	4.5	1		лестница вниз	40	41	
4	4.5	1		лестница вниз	41	42	
5	2	2		горизонтальный путь	26	43	
6	1	0.9		дверной проем	43	44	
7	3	1		дверной проем	44	37	
8	5	2		горизонтальный путь	13	45	
9	1	0.9		горизонтальный путь	46	45	

Дополнительно

лестница вниз

Ширина 1

Длина 4.5

подсветить

181 м

C:\Работа\2010-03-09\План НТЦ, sh4

[-131 м ; 206 м] [-208 ; 327] id_node = 0 загрузка успешно завершена

Проект ТОКСИ+risk - ТОКСИ+Risk

Файл Вид Авария План Сервис О программе

Ситуационный план

Панель инструм

Режим не задан

Масштабирование
отрезка = 5000
между ЛК и ПК

Площадные объек
Производ, помеще

Цвет
Постоянно находятся 25
Рискующих 74
Козф-т присутствия 0.23

Персонал
статичная группа

Линейные объек
Трубопровод
добавить вершину
завершить ПК мыш

Задание точки выброса ЛК мыш
Направление ветр

42

Запись параметров в БД проекта

Дополнительные характеристики сценария

t0 28 начальная температура воздуха в помещении, °C
h(пл) 0 высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения, м
E 50 начальная освещенность, лк
Alpha 0.3 коэф-циент отражения предметов
Lpr 20 предельная дальность видимости, м

горение жидкости с установившейся скоростью

Характеристики горячей поверхности

Резинотехн. изделия; резина, изделия из нее

Здания I-II ст. огнест.; мебель+бытовые изделия
Здания I-II ст. огнест.; мебель+ткани
Здания III-IV ст. огнест.; мебель+бытовые изделия
Здания III-IV ст. огнест.; мебель+ткани
Здания I ст. огнест.; мебель+ткани (0.75+0.25)
Здания III ст. огнест.; мебель+ткани (0.75+0.25)
Кабинет; мебель+бумага (0.75+0.25)
Помещение, облицованное панелями; панели ДВП

v 0.0104 пламени, м/с
Fi 0.3 коэф-циент теплопотерь
Eta 0.85 коэф-циент полноты горения
LO2 2.99 удельный расход кислорода, кг/кг
Q 36 низшая теплота сгорания материала, МДж/кг
Dm 850 дымообразующая способность горящего материала, Нг м2/кг

Результаты расчета:

низшая теплота сгорания материала, МДж/кг

вещество	значение
Бумага разрыленная	13.4
Волокно штапельное разрыленное	13.8
Древесина в изделиях (влажность 8...10%)	13.8
Древесина в штабелях (пиломатериалы, высотой слоя 4..8 м, при плотности укладки 0.2..0.3 и влажности 12..14%.	16.6
Карболиговые изделия	24.9
Каучук натуральный	42.3
Каучук синтетический	40.2
Книги на стеллажах	13.4
Органическое стекло	
Пенополиурета	
Пенополиуретан	
Полипропилен (в изделиях)	
Полистирол	
Полиэтилен (в изделиях)	
Резинотехнические изделия	
Толуол	
Торф в караванах (влажность 40%)	
Хлопок разрыленный	

Результаты расчета:

вещество	значение
линейная скорость распространения пламени, м/мин	
коэф-циенты полноты горения	
линейная скорость распространения пламени, м/мин	
низшая теплота сгорания материала, МДж/кг	
скорость выгорания, кг*м ² *с ⁻¹	
удельный расход кислорода, кг/кг	
дымообразующая способность в-в, Нг м2 кг-1	
удельный выход HCl, кг/кг	
удельный выход CO2, кг/кг	
Деревооб-ие предприятия: лесопильные цехи (IV,V степень огнестойкости)	0.083
Деревооб-ие предприятия: помещения других цехов	0.0166
Деревооб-ие предприятия: производство фанеры	0.025
Жилые дома	0.013
Кабельные сооружения (горения кабелей)	0.0183
Коридоры и галереи	0.083
Объекты транспорта: гаражи, трамвайные и троллейбусные депо	0.0016
Объекты транспорта: ремонтные залы ангаров	0.025
Пенополиуретан	0.015
Предприятия текстильной пром-ти: волокнистые материалы во взрыленном состоянии	0.133
Предприятия текстильной пром-ти: помещения текстильного производства	0.0166
Предприятия текстильной пром-ти: помещения текстильного производства, при наличии на конструк-циях слоя пыли	0.033
Сгораемые конструкции крыш и чердаков	0.033

Рассчет времени блокировки эвакуационных путей

demos\test01.sh4 [6102 м ; 1802 м] [779 ; 230]

Расчет величин пожарного риска на производственных объектах

Расчет величин пожарного риска в зданиях

Развернутый протокол расчета показателей пожарного риска для производственного помещения

Протокол
ТОКСИ+Risk
10 марта 2010

Выход 2

При анализе пожароопасных сценариев их развития для «Выход 2» определено время до блокирования эвакуационных путей $t_{\text{Б}}$, составляющее 86,8 с, расчет приведен ниже:

Параметр	Значение	Единица
Удельная изобарная теплоемкость газа (C_p)	0.00104512	МДж/кг·К
Коэффициент теплопотерь (ϕ)	0.25	
Коэффициент полноты горения (η)	0.05	
Низшая теплота сгорания материала (Q)	14.4	МДж/кг
Начальная температура воздуха в помещении (t_0)	38	°С
Удельная массовая скорость выгорания жидкости (ψ_*)	0.0135	кг/м ² ·с
Коэффициент отражения предметов на путях эвакуации (α)	0.3	
Начальная освещенность (E)	50	лк

Начните работу с нажатия этой кнопки

Необходимое время эвакуации для рассматриваемого помещения составляет $t_{\text{НБ}} = 69.44 \text{ с} = 1.16\text{E}+000 \text{ мин}$. Из сравнения расчетного времени эвакуации t_p с необходимым временем эвакуации $t_{\text{НБ}}$ получаем вероятность эвакуации $P_3 = 0.999$.

Условная вероятность поражения при пожаре в помещении Выход 2:

$$Q_d = (1 - P_3) \cdot (1 - D) = (1 - 0.999) \cdot (1 - 9.00\text{E}-001) = 1.00\text{E}-004.$$

Частота возникновения пожара в помещении составляет $6.84\text{E}-004 \text{ год}^{-1}$.

Величина потенциального пожарного риска в помещении «Выход 2», обусловленного пожарами, местом возникновения которых является данное помещение, составляет:

$$P = Q_{\text{П}} \cdot Q_d = 6.84\text{E}-004 \cdot 1.00\text{E}-004 = 6.84\text{E}-008 \text{ год}^{-1}.$$

$t_{\text{эф}}^{CO} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0.044}{\left(\frac{B \cdot L}{V} + 0.27 \right) \cdot Z} \right] \right\}^{1/0.16} = \text{фактор не опасен, под знаком логарифма отрицательное число, с}$

по каждому из газообразных токсичных продуктов сгорания:

$t_{\text{эф}}^{CO} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right] \right\}^{1/0.16} = \text{фактор не опасен, под знаком логарифма отрицательное число, с}$

$t_{\text{эф}}^{CO} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right] \right\}^{1/0.16} = 552.57, \text{ с}$

$t_{\text{эф}}^{CO} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right] \right\}^{1/0.16} = \text{фактор не опасен, с}$

$t_{\text{ин}} = \min(t_{\text{КП}}^T, t_{\text{КП}}^{H_2O}, t_{\text{КП}}^{CO}, t_{\text{КП}}^{T_1}, t_{\text{КП}}^{T_2}) = 86.8, \text{ с}$

Расчетное время эвакуации из помещения: 69.44 с .

Выходной протокол модуля анализа показателей риска на наружных установках

Протокол модуля
«Анализ риска»



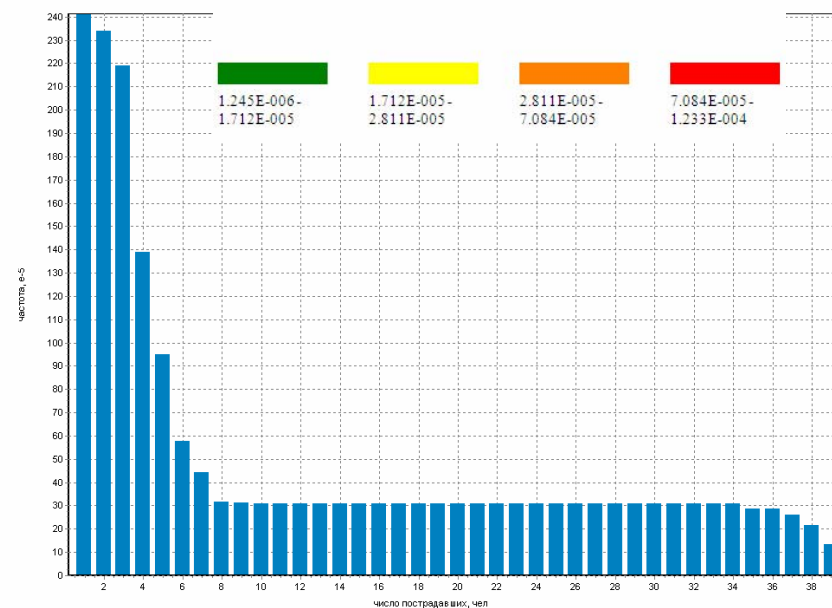
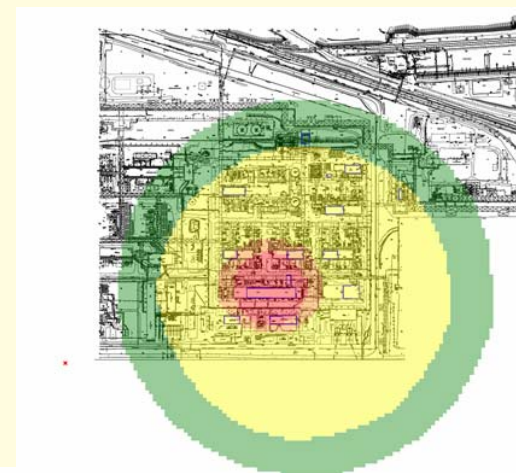
17 февраля 2010

Детализация по слоям

№ фф	Наименование слоя	Число рисков/чел.год	Персонал	Вероятное число пострадавших	Коллективный риск, чел.год	Индивидуальный риск, 1/год
1.	бытовой корпус III очереди	6	2	2	4.701E-005	7.834E-006
2.	НОВС	6	2	2	1.698E-005	2.831E-006
3.	насосная У-380	6	2	2	7.933E-005	1.322E-005
4.	операторная III очередь	30	15	15	1.224E-004	4.079E-006
5.	насосная 1У-371	6	2	2	1.852E-005	3.087E-006
6.	насосная У-331	6	2	2	1.627E-005	2.712E-006
7.	насосная У-350	6	2	2	1.514E-005	2.524E-006
8.	насосная У-331	6	2	2	1.474E-005	2.456E-006
9.	У-335	6	2	2	1.561E-005	2.602E-006
10.	У-337	6	2	2	8.947E-006	1.491E-006
11.	замерный пункт У-15	6	2	2	1.397E-005	2.328E-006
12.	насосная 2У-371	6	2	2	3.671E-005	6.118E-006
13.	насосная 3У-371	6	2	2	1.633E-005	2.721E-006
14.	статичная группа	74	25	25	6.975E-004	9.425E-006

Примечание: число пострадавших в слое приведено к ближайшему целому (в большую сторону), в связи с этим сумма жертв (всего пострадавших) может превосходить реальные потери (приведенные в FN-диаграмме)

коллективный риск равен:	1.119E-003 чел./год
индивидуальный риск равен:	6.361E-006 1/год



Авария при обращении с аммиаком

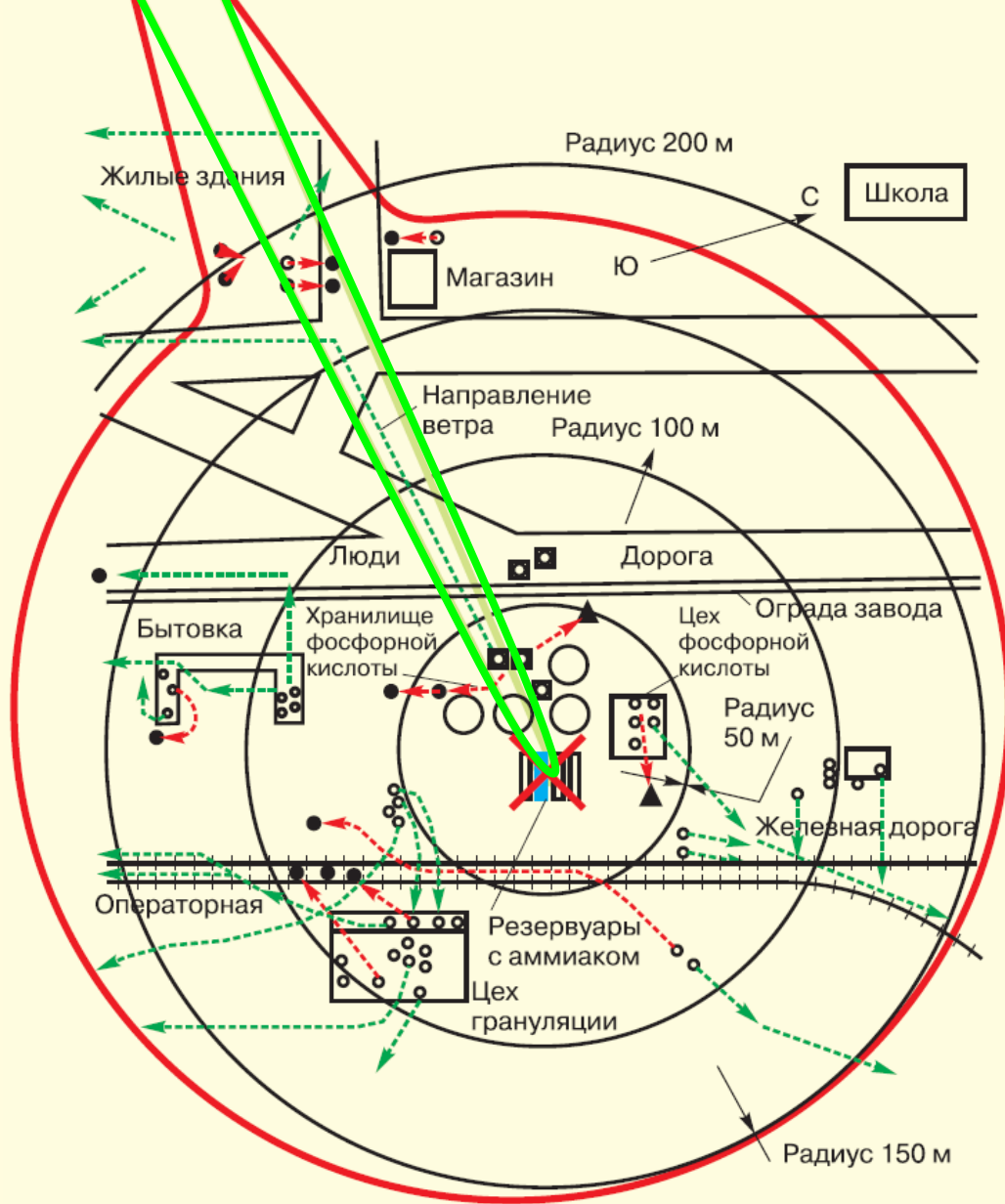
13.07.73

Потchefструм (ЮАР)

Эта авария, происшедшая на заводе по выпуску удобрений, характеризуется самым большим количеством погибших за всю историю аварий на объектах с аммиаком. Причиной аварии стало крупное разрушение горизонтального цилиндрического резервуара со сжиженным аммиаком, хранившемся под давлением при температуре 15 °С, – произошел отрыв торцевой части. Практически мгновенно в горизонтальном направлении из резервуара было выброшено **38 т аммиака**, под выброс попали близлежащие резервуары.

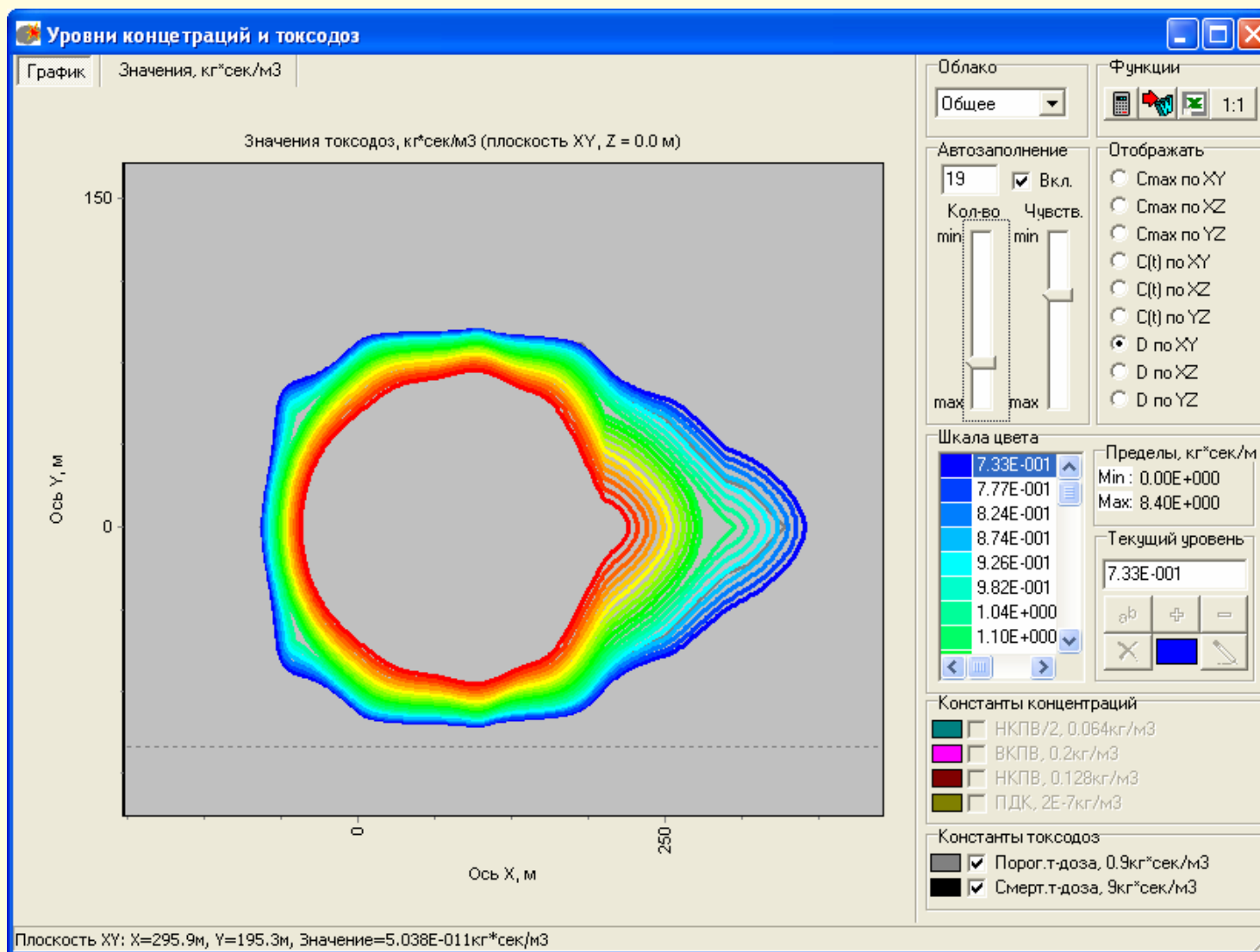
Жертв: 18 человек.

Схема расположения погибших при аварии в Потchefструме (ЮАР), 13.07.1973



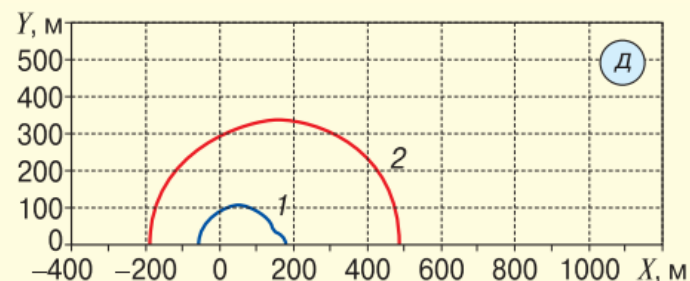
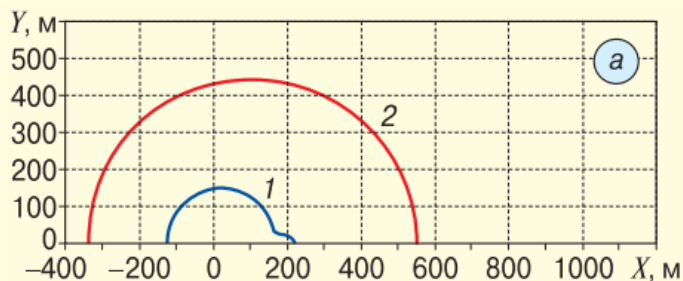
- — разрушенный резервуар
- — местоположение людей во время аварии
- ▲ — люди, найденные мертвыми
- — люди, попытавшиеся выйти из зоны поражения, но впоследствии умершие
- — Не пытались выбраться, погибли
- маршруты движения:
 - - - — ВЫЖИВШИХ
 - - - — ПОГИБШИХ
- «ТОКСИ-3»
РД-03-26-2007
- «Гауссова» модель
(без учета силы тяжести)

Размеры зон поражения на поверхности земли



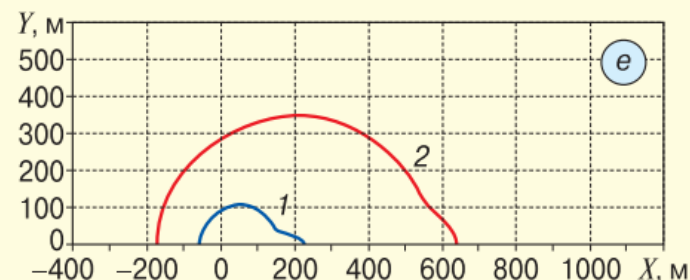
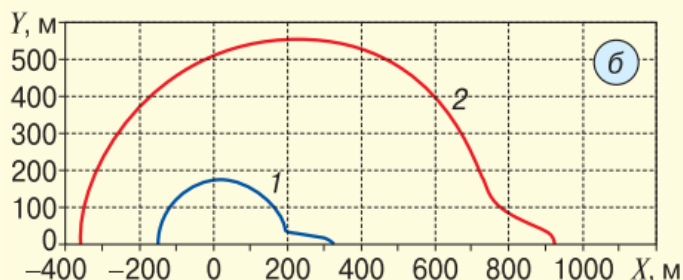
Размеры расчетных зон поражения для различных входных параметров

F,
1 м/с,
10 мин



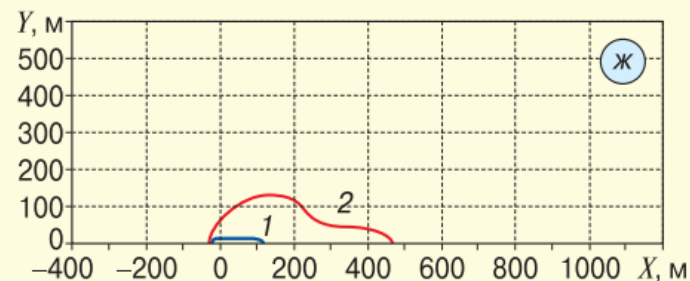
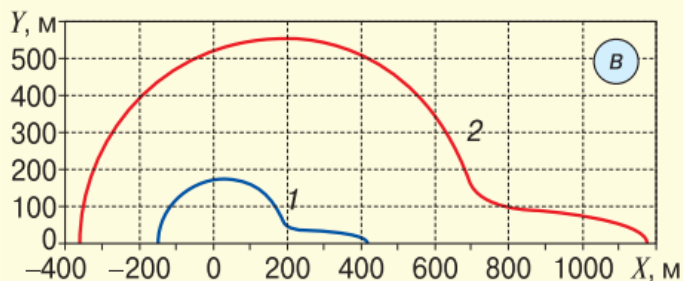
A,
1 м/с,
10 мин

F,
1 м/с,
30 мин



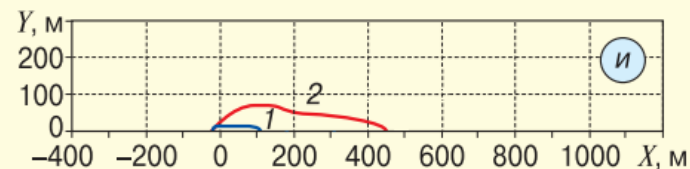
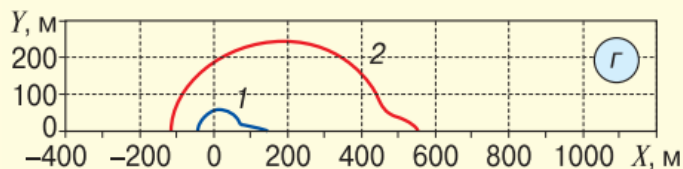
A,
1 м/с,
30 мин

F,
1 м/с,
60 мин



D,
5 м/с,
30 мин

F,
3 м/с,
30 мин



D,
10 м/с,
30 мин

— зона порогового поражения
— зона смертельного поражения

Аварии при обращении с аммиаком



Эвакуация людей при аварии с выбросом аммиака 20-30т, США, 2004



Авария при обращении с хлором 06.01.05

Грэнитвилль (США, штат Южная Каролина)

Глубокой ночью, в промзоне небольшого городка в результате столкновения двух поездов на железной дороге произошло разрушение цистерны, содержащей **82 тонны сжиженного хлора**, размер отверстия составлял около 90 см в длину и примерно 15 см в ширину; это отверстие было пробито сцепкой соседнего вагона.

Жертв: 9 человек.

Место крушения поездов



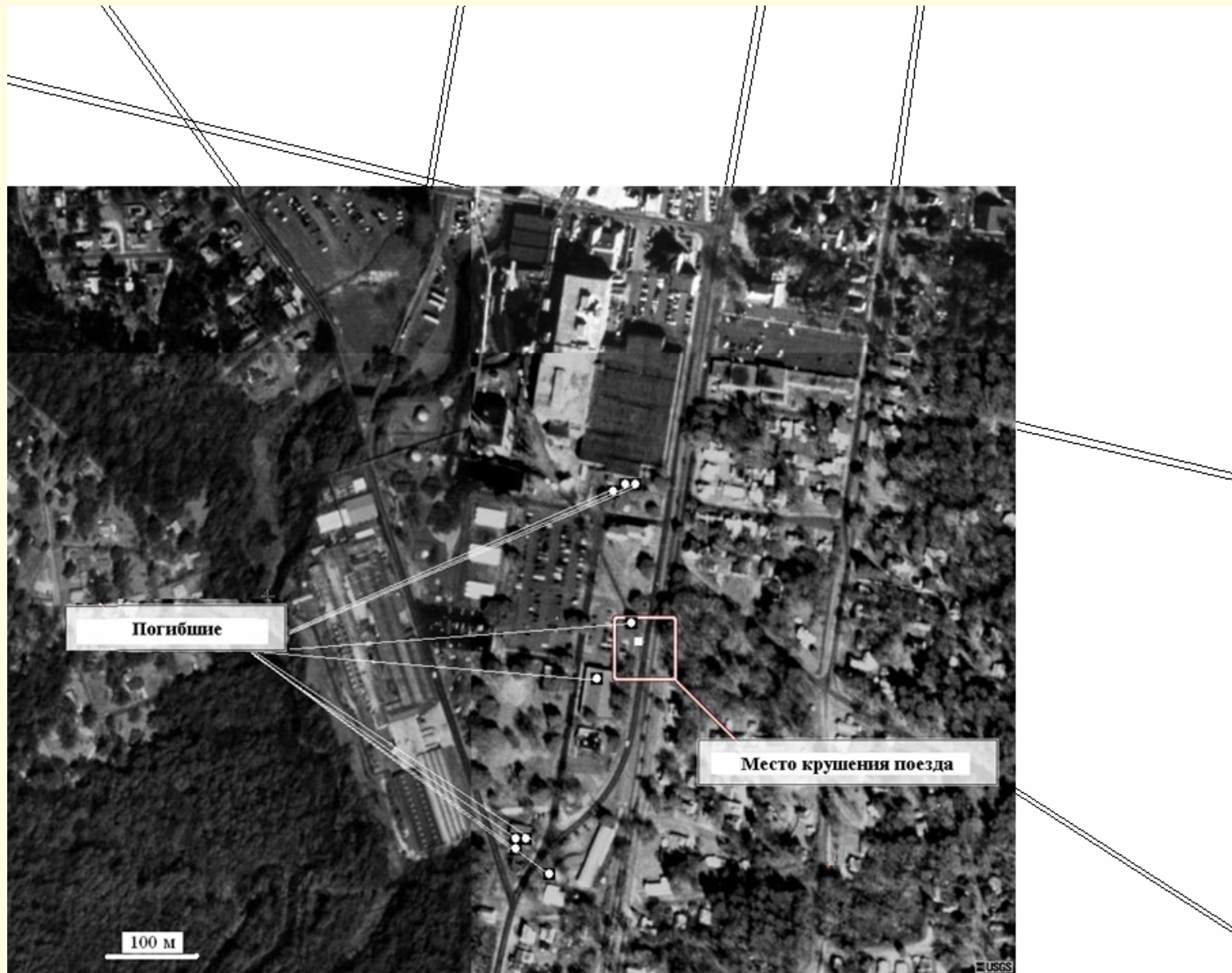
Локомотивы после столкновения



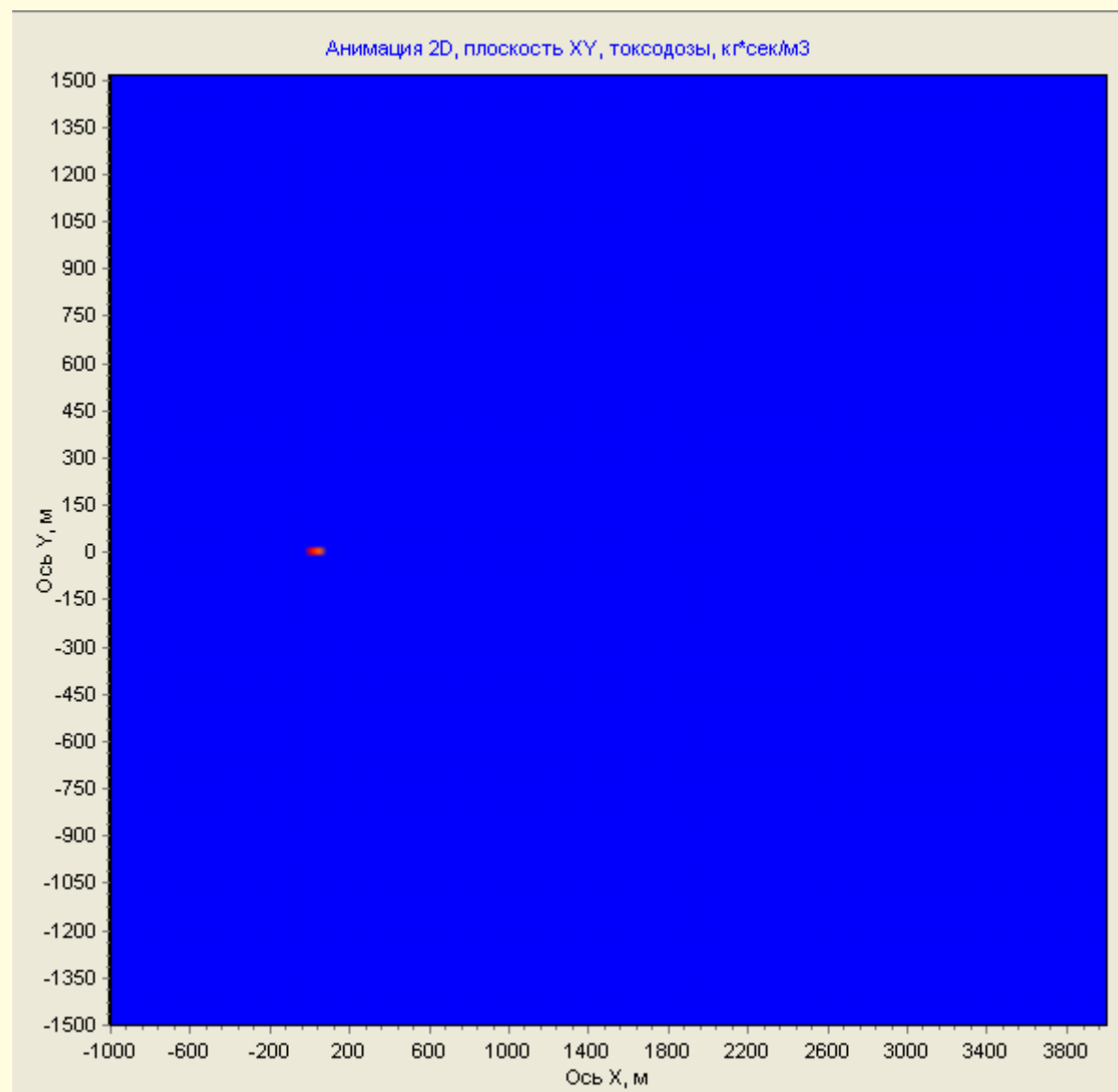
Аварийная цистерна из-под хлора (после ее перекантровки-разворота)



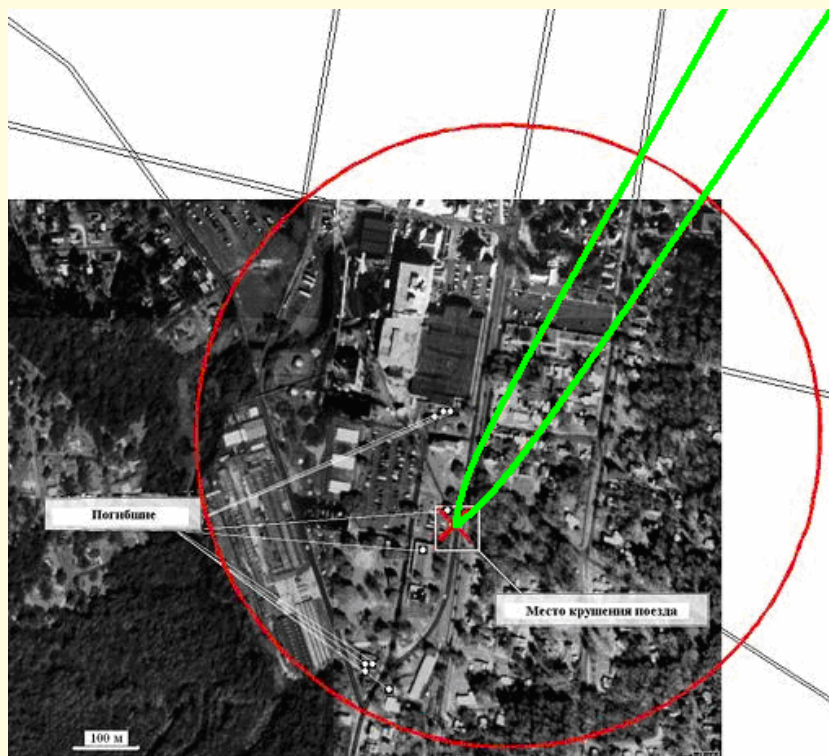
Расположение погибших при аварии в Грэнитвилле 06.01.05



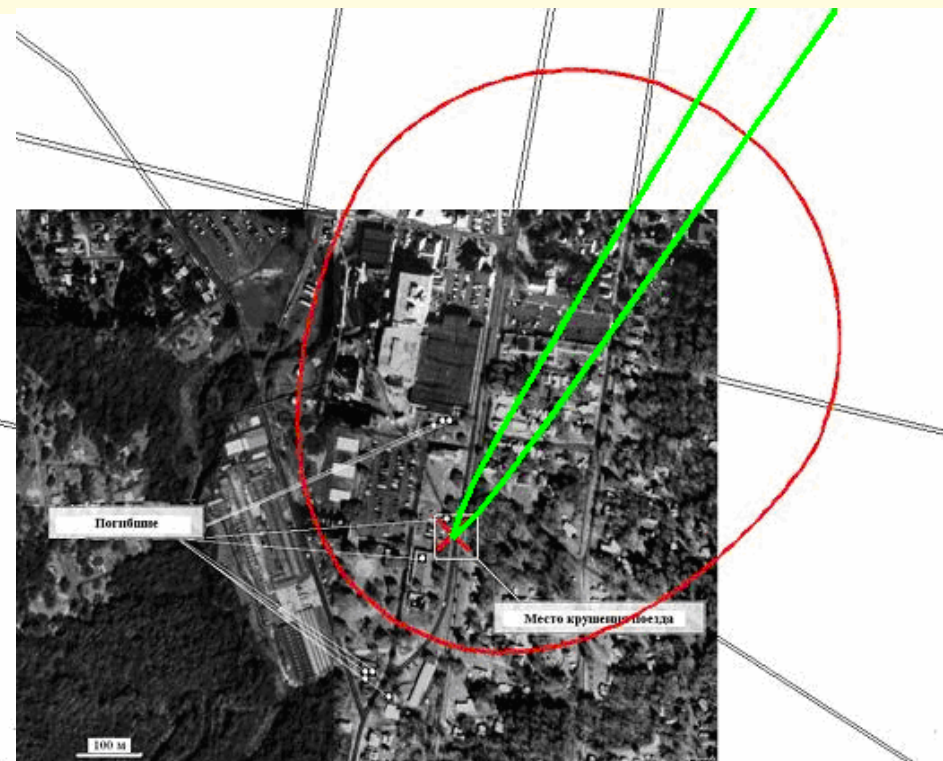
Распространение облака хлора



Расчетные зоны смертельного поражения при аварии в Грэнтвилле (США, 06.01.2005)



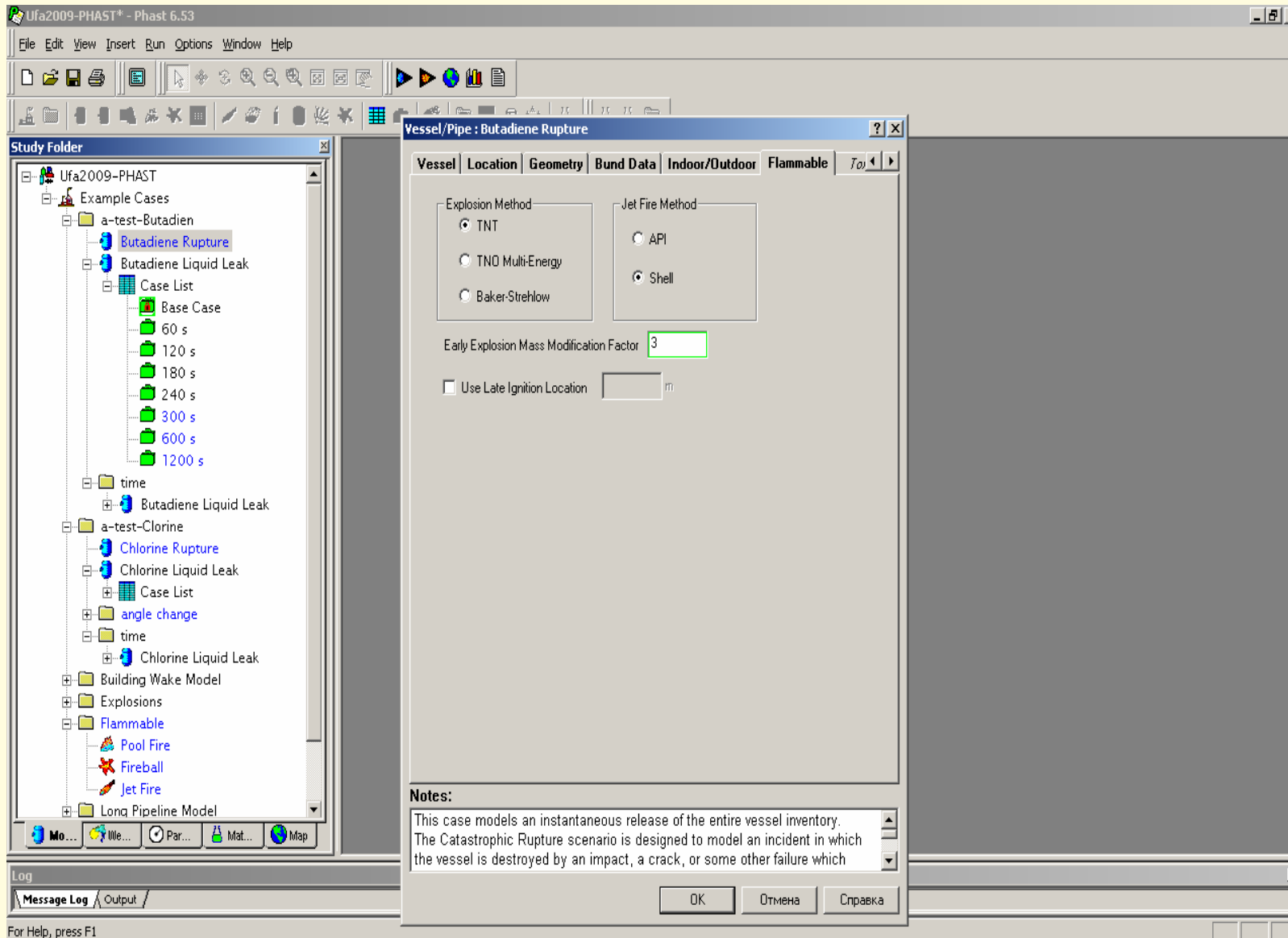
скорость ветра: 1 м/с



скорость ветра: 2 м/с

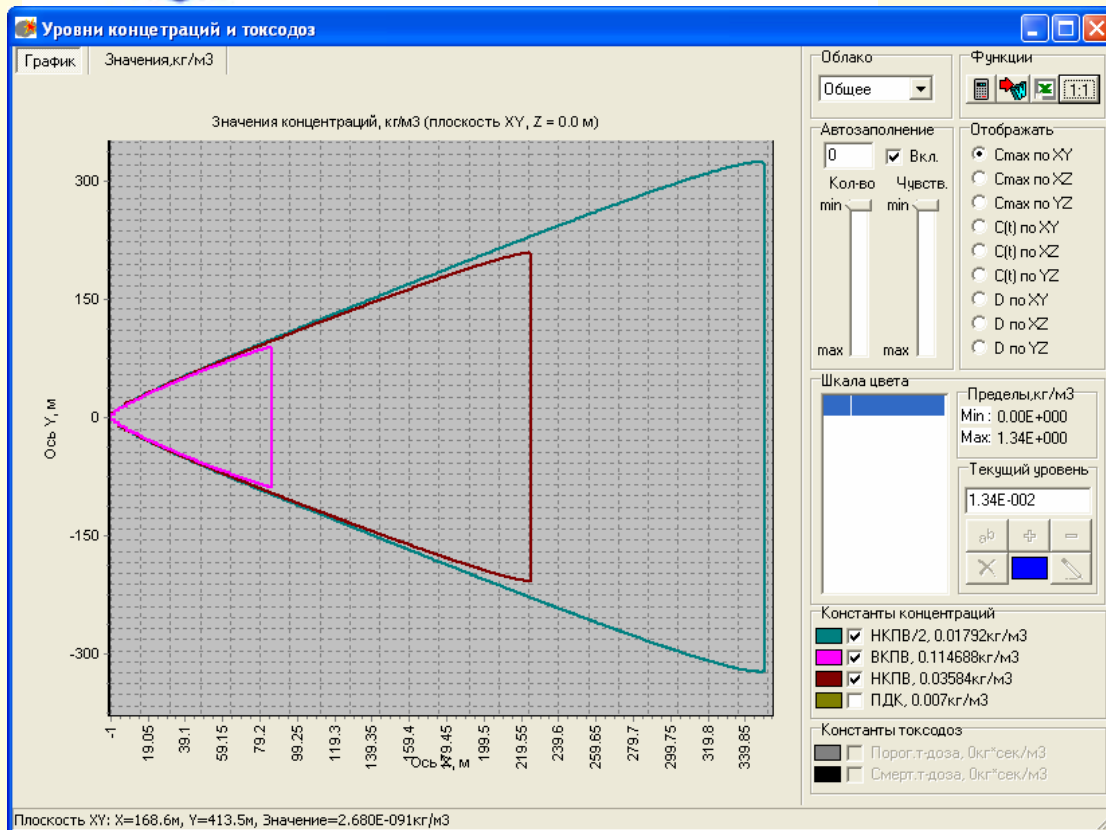
- «ТОКСИ-3»
РД-03-26-2007
- «Гауссова» модель

DNV PHAST 6.53



	ТОКСИ+ Risk	ТОКСИ+	DNV PHAST RISK	DNV PHAST
Расчеты последствий отдельных сценариев аварии:				
Оценка последствий аварийных выбросов токсичных веществ с учетом дрейфа облака	+	+	+	+
Оценка последствий аварийных выбросов горючих веществ с учетом дрейфа облака	+	+	+	+
Возможность расчетов для опасных веществ в жидкой и газовой фазе	+	+	+	+
Возможность расчетов для частичного и полного разрушения оборудования	+	+	+	+
Расчеты для газов как легче так и тяжелей воздуха	+	+	+	+
Пожар-вспышка	+	+	+	+
Факельное горение	+	+	+	+
Расчет факторов поражения ударной волной от физических взрывов	-	-	+	+
Оценка термического воздействия при пожарах пролива ЛВЖ	+	+	+	+
Оценка последствий аварий взрывов топливно-воздушных смесей	+	+	+	+
Метод расчета интенсивности теплового излучения и времени существования "огненного шара"	+	+	+	+
Расчет факторов поражения ударной волной от "огненного шара"	-	-	+	+
Оценка максимального количества опасного вещества в облаке, ограниченном концентрационными пределами воспламенения	+	+	+	+
Нанесение зон поражения на планы местности	+	+	+	+

	ТОКСИ+ Risk	ТОКСИ+	DNV PHAST RISK	DNV PHAST
Ситуационный план: поддержка растровых и векторных форматов графики (bmp, jpg, wmf, AutoCAD)	+	+	+	+
Расчет числа пострадавших	+	+	+	+
Программный подбор наиболее опасного направления ветра (с большим числом пострадавших)	+	+	-	-
Построение графиков изменения значений физических величин в ходе процесса	+	+	+	+
Возможность задания виртуальных датчиков концентраций в пространстве	+	+	+	+
Анимация процесса распространения облака газа	+	+	+	+
Расчет показателей риска:				
Построение поля потенциального риска (контуров риска)	+	-	+	-
Оценка индивидуального риска гибели людей в производственных зданиях при пожаре (расчет вероятности эвакуации)	+	-	-	-
Оценка показателей риска для наружных установок	+	-	+	-
Построение F/N кривой	+	-	+	-
Учет реальных массивов метеоданных	+	-	+	-
Экспорт результатов в формате MS Word по пользовательским шаблонам (максимально приближенном к Российским требованиям виде)	+	+	-	-



Утечка метана (утечка на входе теплообменника газа мгновенного испарения)

Давление: 71,5 бар изб.

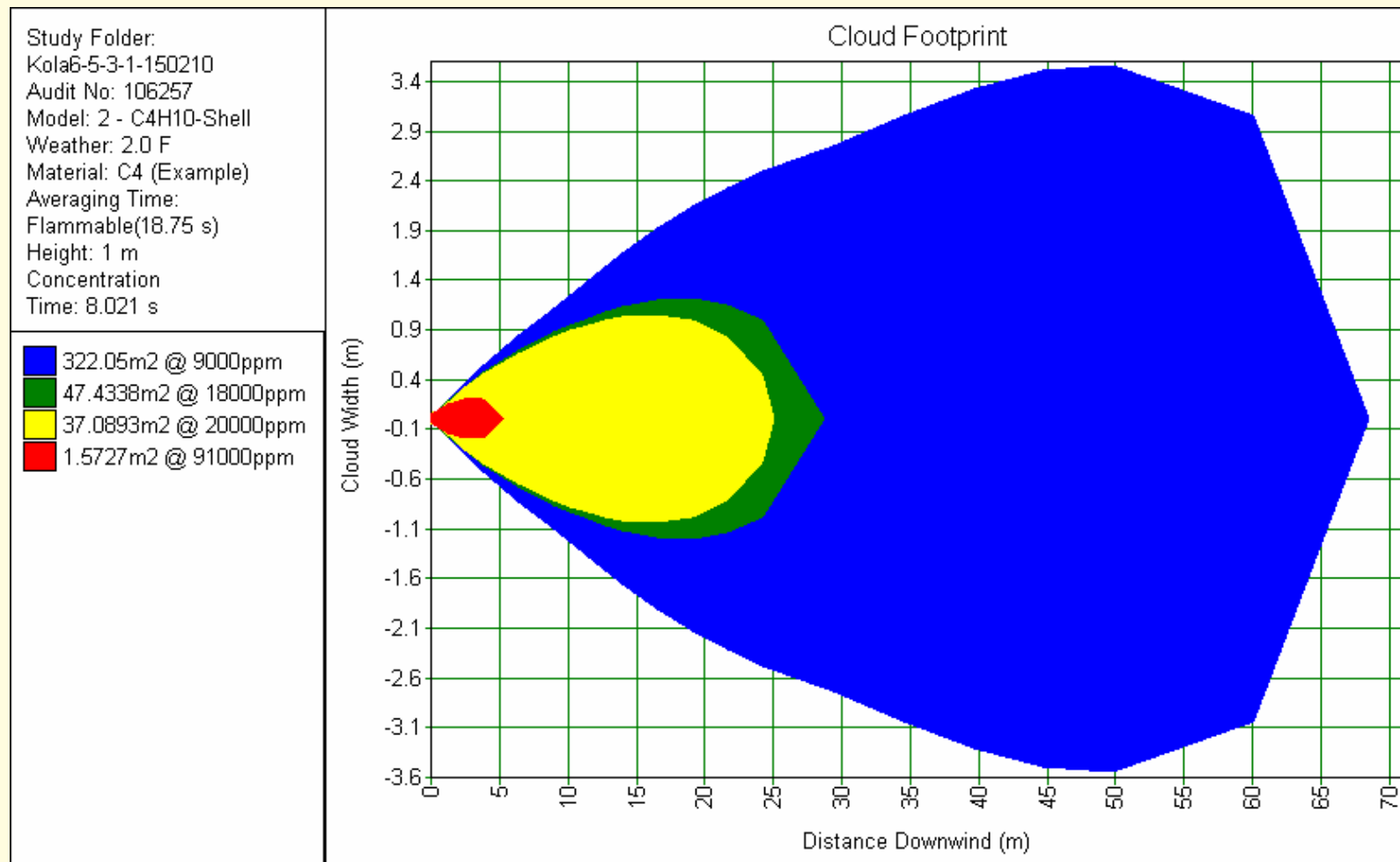
Температура: -34,2°С

Диаметр отверстия: 80 мм

Характеристика	DNV	«ТОКСИ-3»*
Зона достижения НКПВ	258	225

*РД-03-26-2007 Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ.

DNV PHAST - вид облака сверху



Спасибо за Ваше внимание!

