

Использование программного комплекса ТОКСИ+ для оценки последствий аварий и оценки риска

Агапов Александр Анатольевич

к.т.н., и.о. директора по информационным
технологиям ЗАО ИТЦ ПБ

(495) 620-47-52, inform@safety.ru

Структура программного комплекса ТОКСИ+

Управляющая оболочка –
контейнер для визуализации
результатов расчетов
последствий воздействия
различных поражающих
факторов на ситуационном
плане

**Набор подключаемых
расчетных методик** для
моделирования :

- рассеяния опасных веществ в атмосфере;
- токсического воздействия;
- ударно-волнового воздействия;
- термического воздействия



**Общая пополняемая база
данных** со свойствами
опасных веществ,
используемых в расчетах

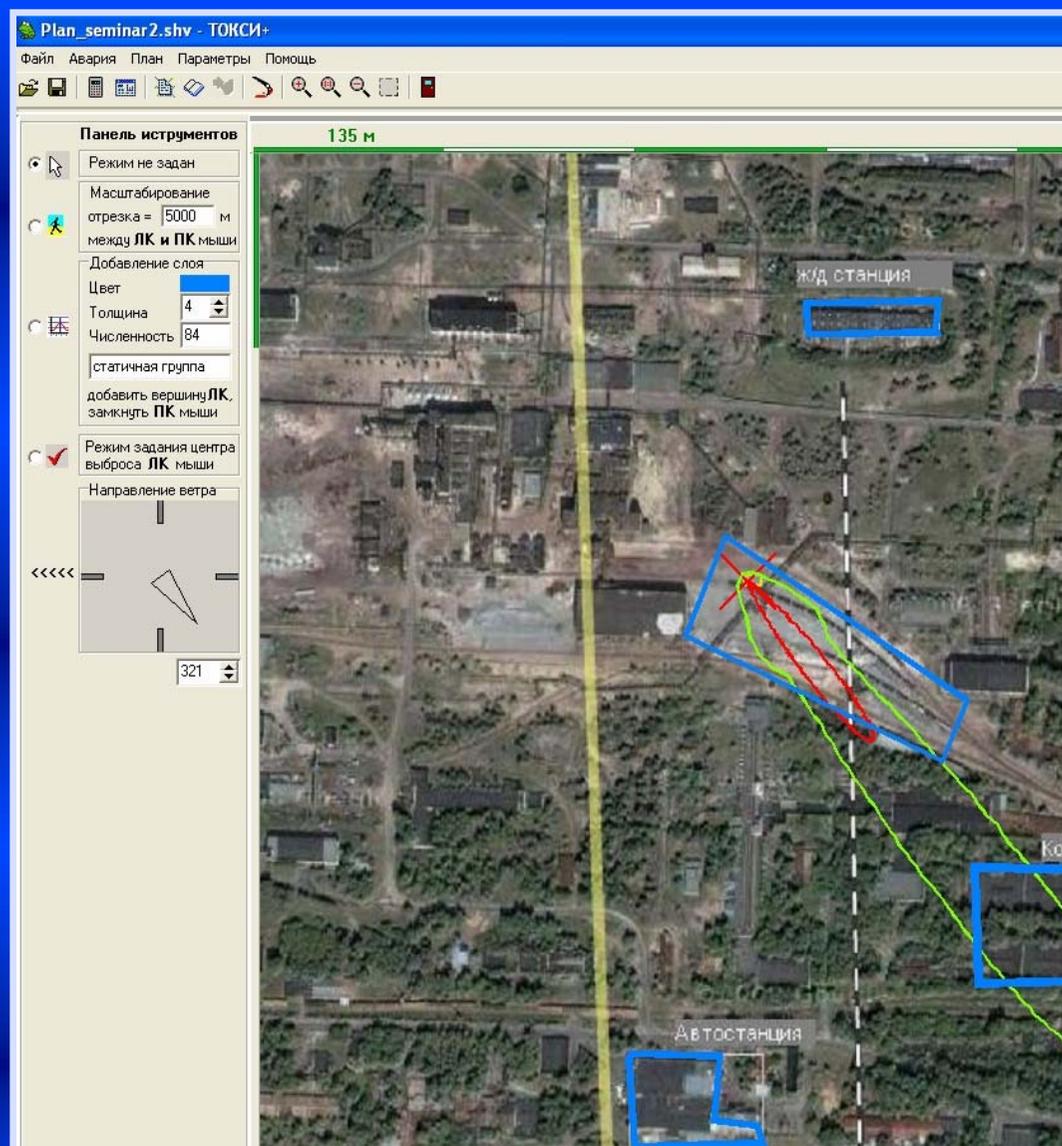
**Оценка числа
пострадавших,
определение расчетных
величин риска и
построение поля риска***



(* - реализовано в ТОКСИ+^{RISK})

Управляющая оболочка

- Ситуационный план: поддержка форматов графических файлов (точечные: bmp, jpg; векторные: wmf, формат *Autocad*)
- Задание «слоев» - участков нахождения населения и персонала на ситуационном плане
- Вызов расчетных методик
- Отображение изолиний с результатами расчета
- Расчет числа пострадавших
- Построение поля риска (*верс.4*)
- Оценка риска для наружных установок
- Оценка риска в производственных зданиях



Расчетные модули ТОКСИ+

Поражающий фактор:
Токсическое воздействие

✓ РД-03-26–2007. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ - Методика ТОКСИ-3 (утв. Приказом Ростехнадзора № 859 от 14.12.07)

✓ Методика оценки последствий химических аварий (Методика Токси. Редакция 2.2) (утв. НТЦ «Промышленная безопасность», 1999)



Расчетные модули ТОКСИ+

Поражающий фактор:

***Ударная волна при
взрывах ТВС***

✓ РД-30-409-0. Методика оценки последствий аварий взрывов топливно-воздушных смесей // (утв. Постановлением Госгортехнадзора России №25 от 26.06.2001)

✓ ГОСТ Р 12.3.047-98. Метод расчета параметров волны давления при сгорании газопаровоздушных смесей в открытом пространстве



Расчетные модули ТОКСИ+

Поражающий фактор:

Термическое воздействие при пожарах пролива ЛВЖ

✓ ГОСТ Р 12.3.047-98. Метод расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ и ГЖ

✓ ГОСТ Р 12.3.047-98. Метод расчета интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара»

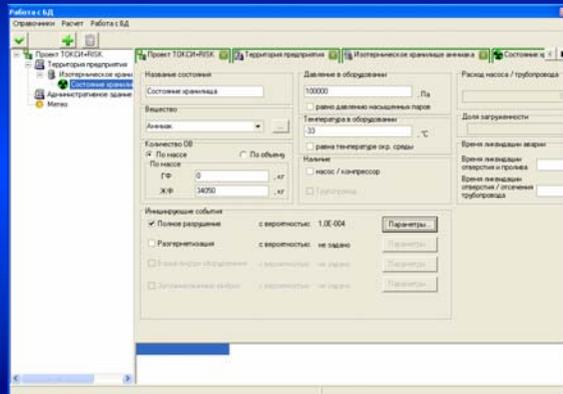


Схема взаимодействия компонентов комплекса ТОКСИ+

Управляющая оболочка



Структура проекта



Оценка последствий аварийных выбросов опасных веществ (методики ТОКСИ 2.2 и 3.0)



Версия 3.2.

По вопросам
сопровождения обращаться
по тел. (095) 263-97-07
www.safetv.ru



Оценка последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей

(с изменениями и дополнениями)

(с) НТЦ "Промышленная безопасность"
1997-2006

Пожарная безопасность технологических процессов



Версия 3.2.
редакция от 02.04.2008

www.safetv.ru

ОНД-86

БД свойств веществ

БД опасных веществ

Добавить вещество | Удалить вещество

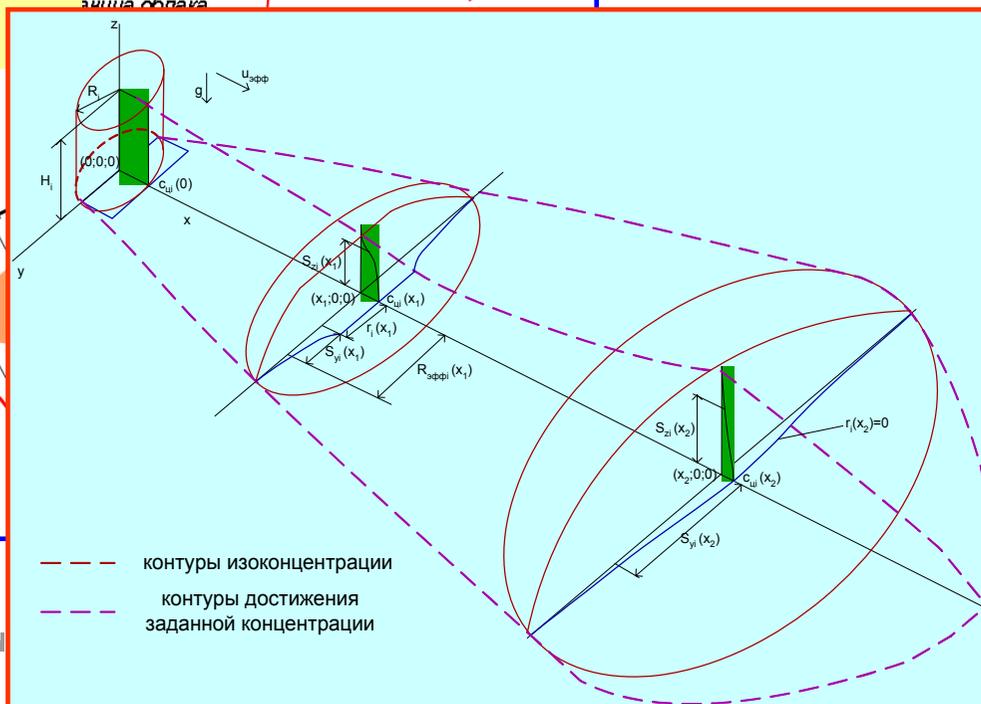
№	Название	Формула	Примеч.	Сортировать по полю
31	Акрилонитрил	CH ₂ CHCN	Г	№ вещества
32	Акрилон	CH ₂ CHCHO	ГТ	Упорядочить по
6	Аммиак	NH ₃	Г	Г убыванию
26	Бензол	C ₆ H ₆	ГТ	Сортировать
22	Бронзовый порошок	Nb	Т	

№	Название свойства	Обозначение	Единица	Значение	Разрешность
1	Молярная масса	M	г/моль	115	г/моль
2	Плотность газа	Ro	кг/м ³	4.86	кг/м ³
3	Температура кипения	Tkp	К	333	К
4	Идеальная теплота сгорания газа или пара	Qsp	Дж/кг	1	Дж/кг
5	Идеальная теплота сгорания жидкой фазы	C _л	Дж/кг	2	Дж/кг
6	Идеальная теплота сгорания твердой фазы	C _т	Дж/кг	3	Дж/кг
7	Теплота испарения	Qsp	Дж/кг	27000	Дж/кг
8	Давление насыщенного пара при нормальных условиях	Pn	Па	0	Па
9	Нижний концентрационный предел распространения	Сн	%об	1.5	%об
10	Плотность жидкости	Ro _л	кг/м ³	740	кг/м ³
11	Стехиометрическая окислительная	C _{ст}	г/г	0.5	г/г
12	Максимальное давление взрыва	P _{макс}	Па	0	Па
13	Температура	Q _г	Дж/(кг·К)	2190	Дж/(кг·К)
14	Коэффициент Ср/Св (г/англ)	gan	г/англ	1.07	г/англ
15	Пороговая токсодоза	PC50	г/м ³ ·ч	0	г/м ³ ·ч

Математическая модель рассеяния ТОКСИ-3

Первичное
облако

Контур достижения
заданной
концентрации

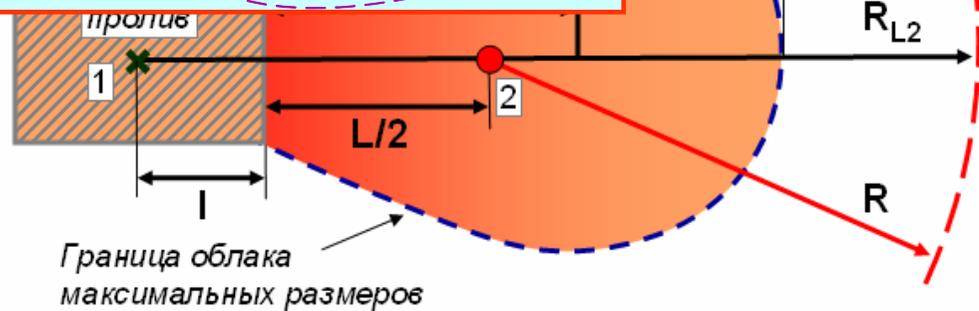


--- контуры изоконцентрации
- - - контуры достижения
заданной концентрации

$$2 \cdot \pi \cdot R_{эфф1}$$

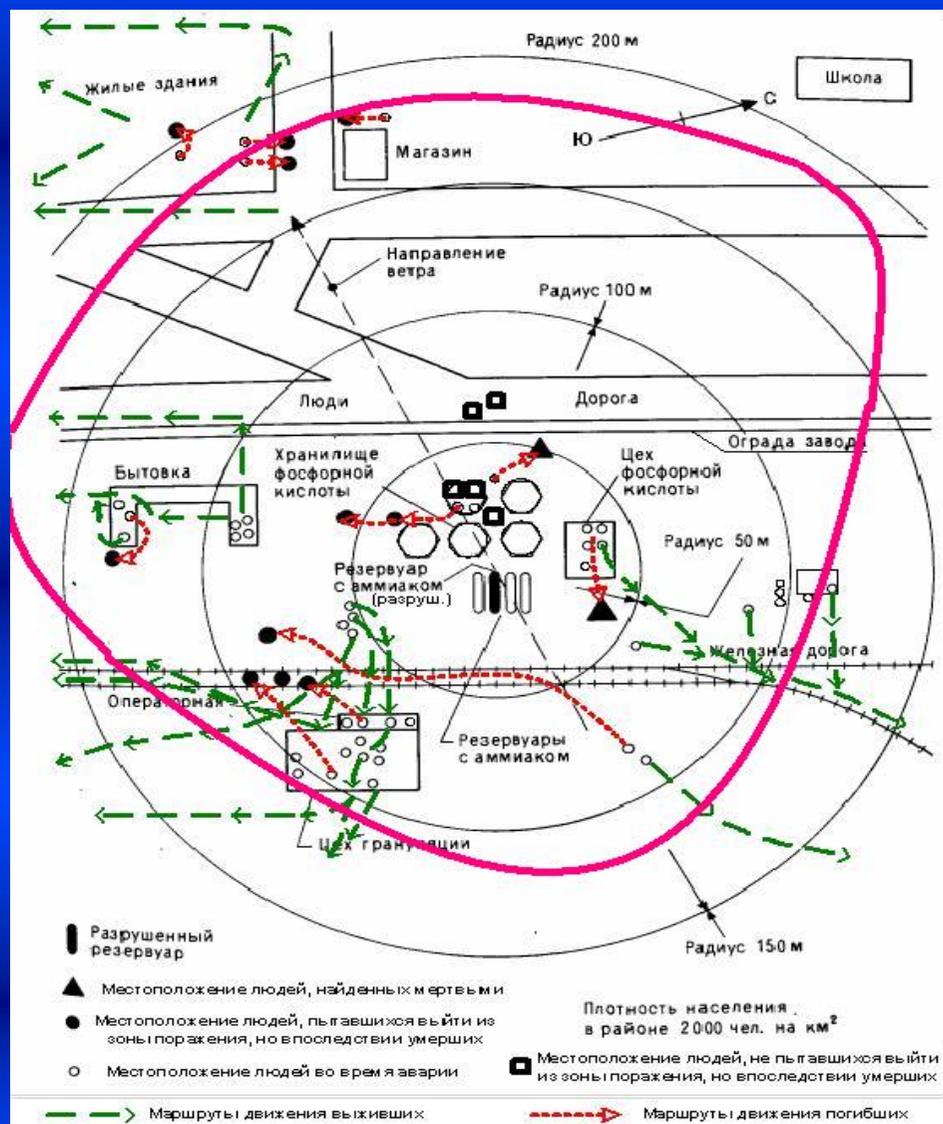
$$\frac{d}{dt} [x_{эфф}] = u_{эфф}$$

+ 3 м/д соотношения для опред
жидкости



Граница облака
максимальных размеров

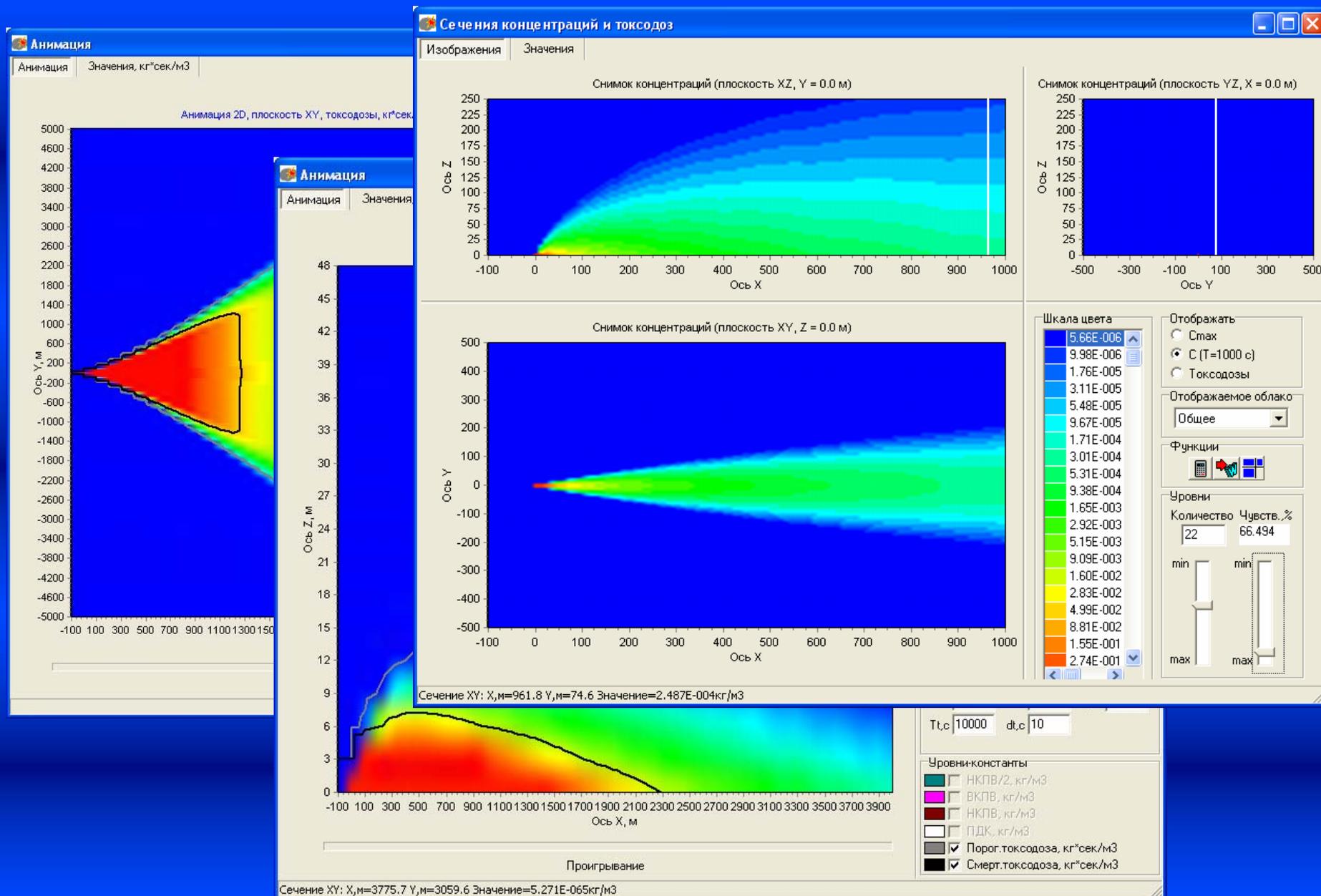
Сопоставление размеров зон, рассчитанных по ТОКСИ-3, и последствий аварии с выбросом аммиака (г. Потchefфструм, ЮАР)



Комплекс ТОКСИ+ позволяет определить:

- количество поступивших в атмосферу опасных веществ при различных сценариях аварии
- пространственно-временное поле концентраций опасных веществ в атмосфере
- размеры зон токсического заражения, соответствующих различной степени поражения людей
- изолинии действия поражающих факторов от ударной волны и теплового излучения
- количество опасного вещества в облаке, ограниченном концентрационными пределами воспламенения
- количество пострадавших, в том числе для наихудшего сценария

Расчитанные поля концентраций и токсодоз

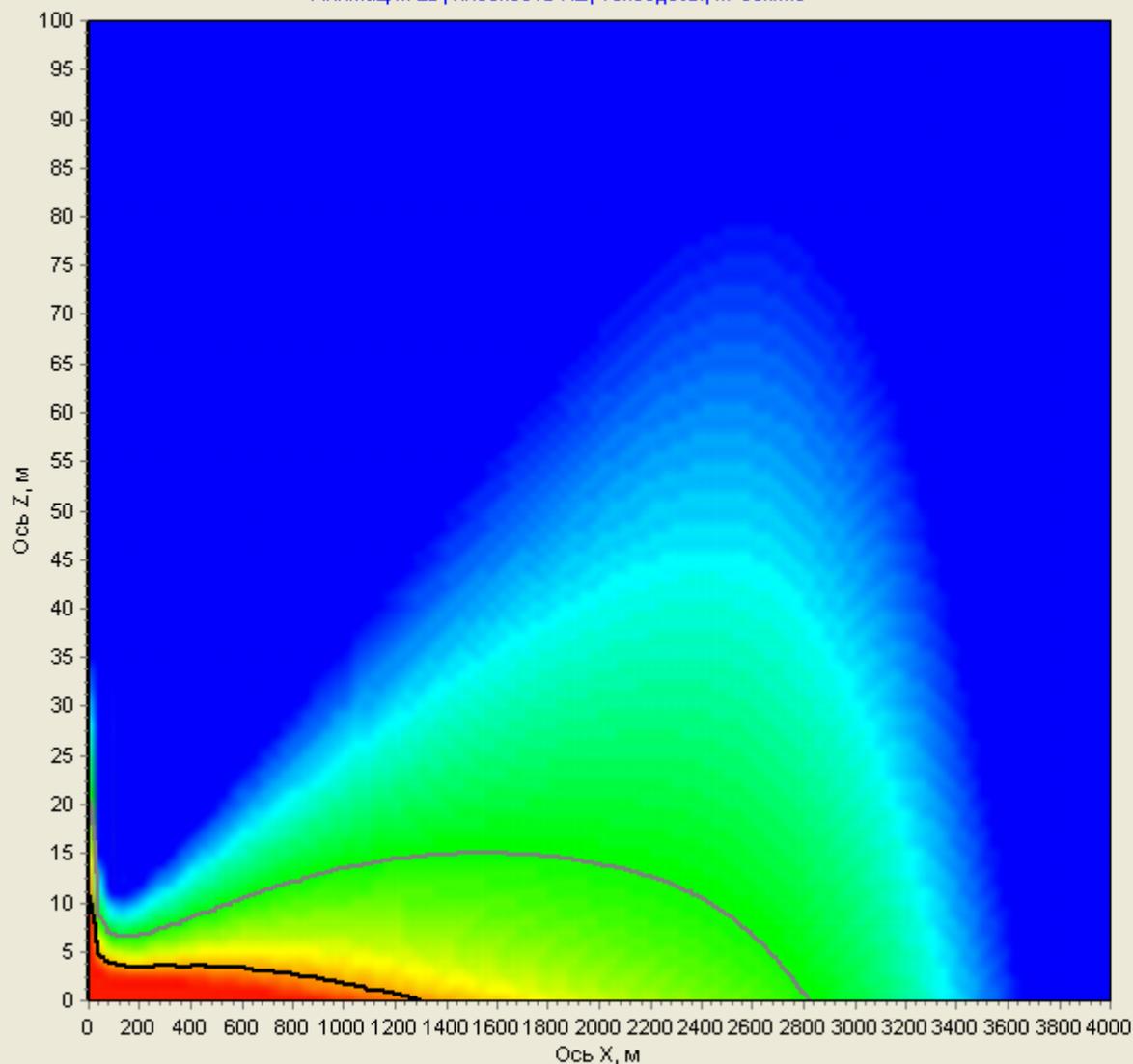


Анимация

Анимация

Значения, кг*сек/м3

Анимация 2D, плоскость XZ, токсодозы, кг*сек/м3



Прогривание

Отображаемое облако

Общее

Воспроизвед.

Воспроизвед.

Детальность

Уровни Чувств.

50 min max

Отображать

С по XY
 С по XZ
 С по YZ
 D по XZ
 D по YZ

Шкала цвета

1.15E-003
1.32E-003
1.51E-003
1.74E-003
2.00E-003

Скорость

Время,с
1980

Диапазоны отображения, кг*сек/м3

Min 1e-15
Max 1

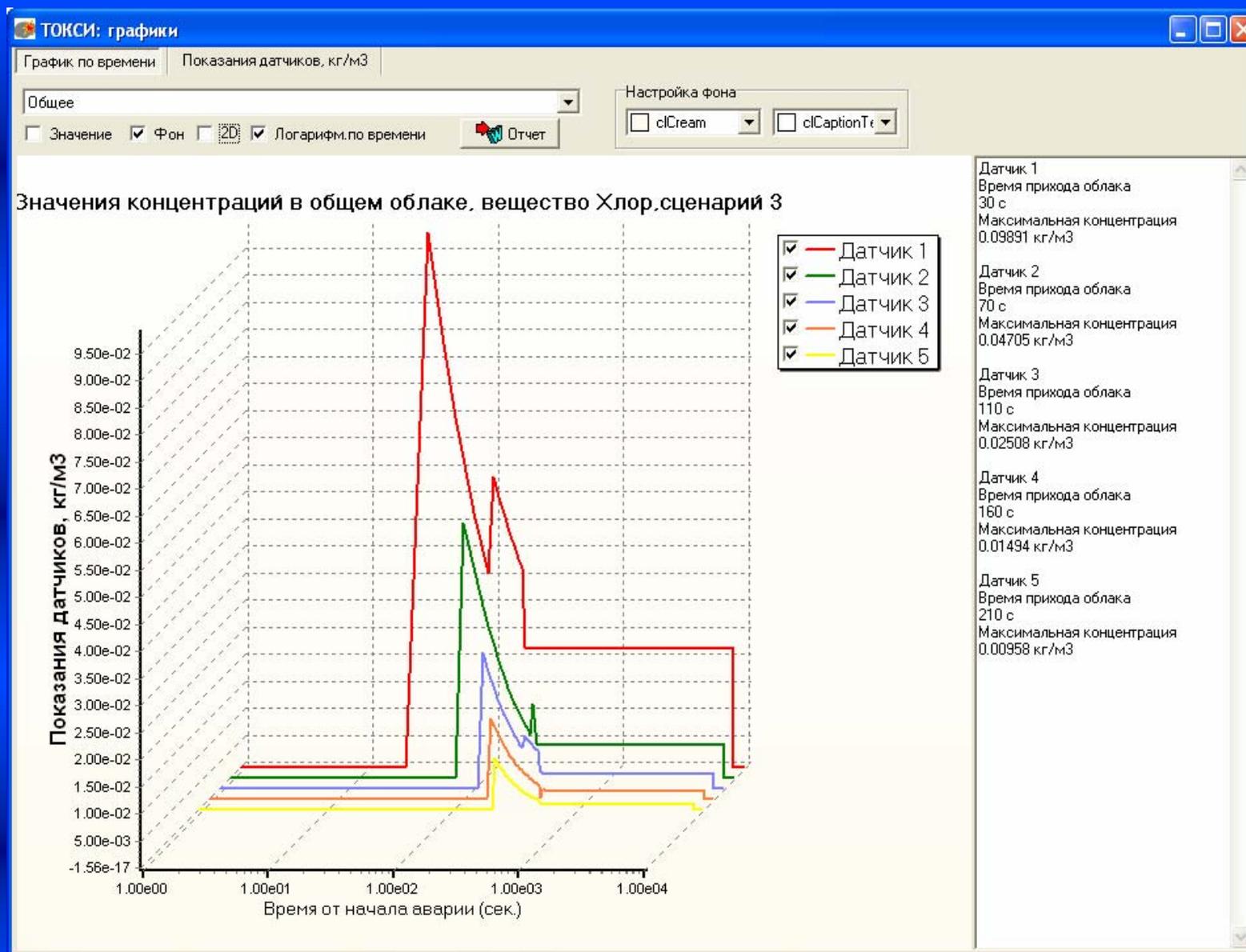
Параметры расчетной области

Длина сетки Шаг сетки
Lx,м 4000 dx,м 40
-Lx,м 0
Ly,м 1500 dy,м 15
Lz,м 100 dz,м 1
Tt,c 2000 dt,c 30

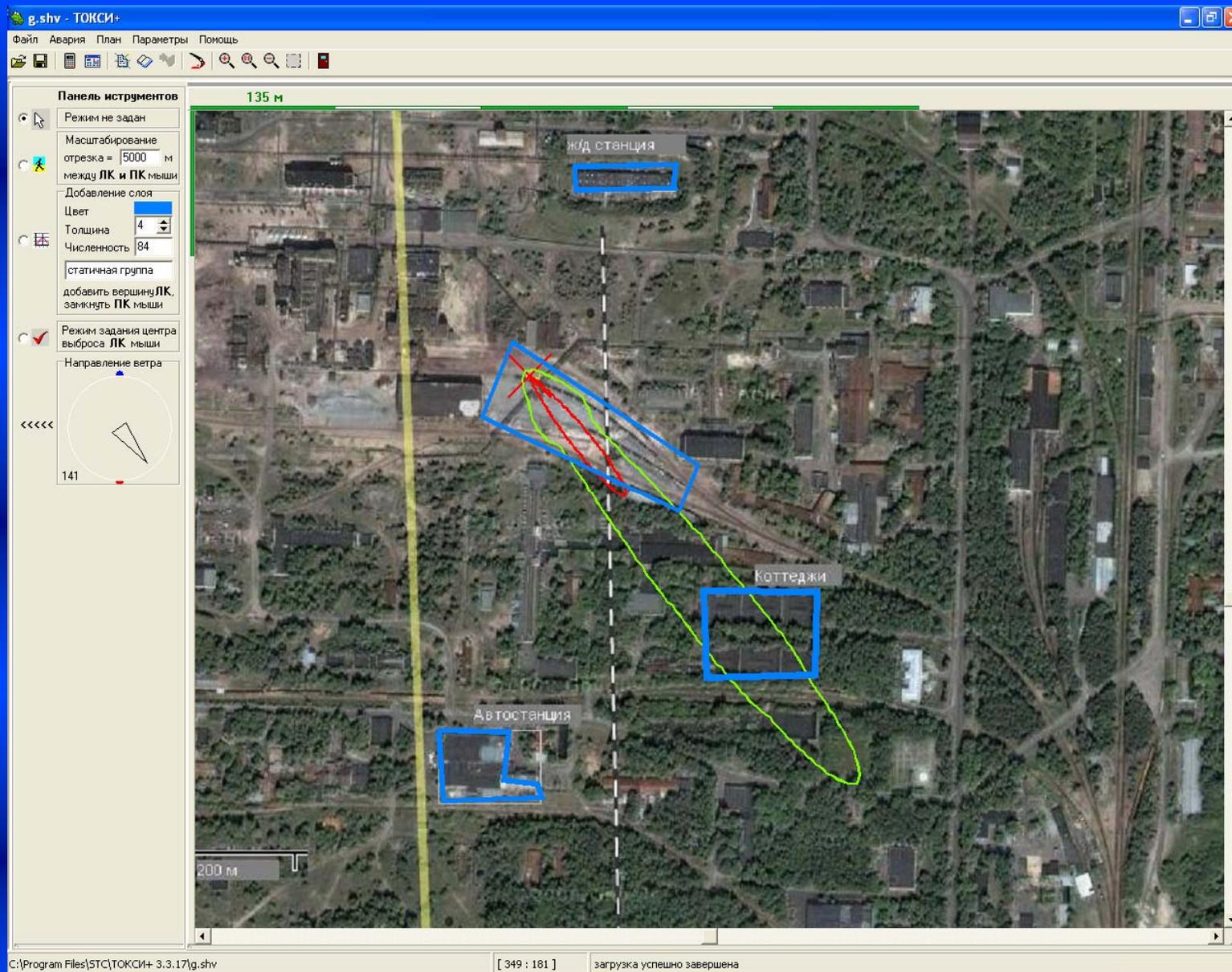
Уровни-константы

НКПВ/2, кг/м3
 ВКПВ, кг/м3
 НКПВ, кг/м3
 ПДК, кг/м3
 Порог.токсодоза, кг*сек/м3
 Смерт.токсодоза, кг*сек/м3

Виртуальные датчики концентраций



Изолинии токсодоз на ситуационном плане



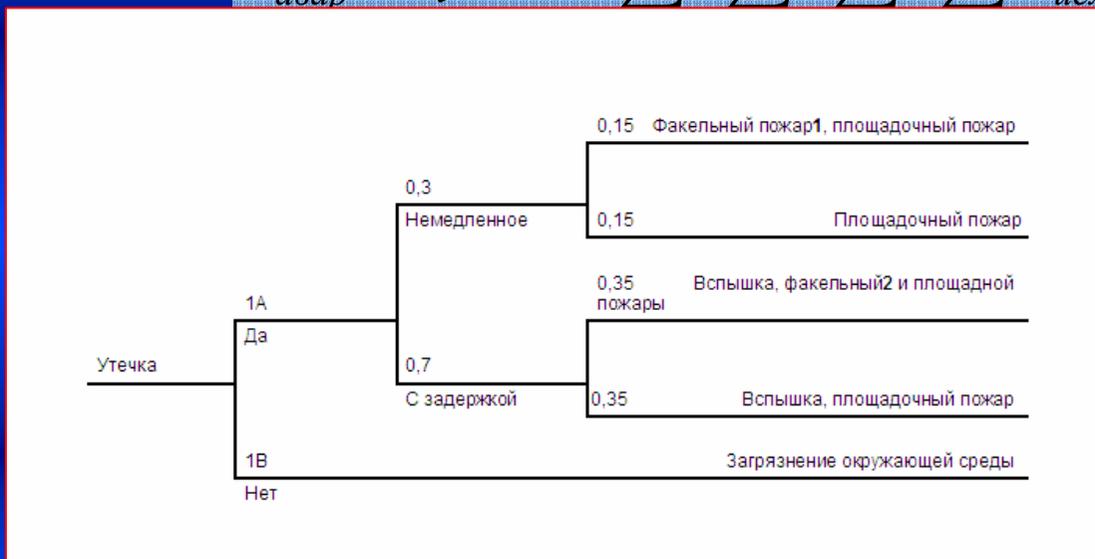
Расчет показателей риска в **ТОКСИ+Risk**

Для одного варианта аварии для заданной температуры (i), скорости ветра (j), направления ветра (k), стабильности атмосферы (l) в пределах зоны поражения Ω можно определить вероятность возникновения каждого поражающего фактора заданного уровня:

$$P_{\text{отв}} * P_{\text{исх}} * P_{\text{пор}} * P_{ijkl}$$

Для всех поражающих факторов:

$$P_{\text{авар}}(x, y, z) = \sum \sum \sum \sum P_{\text{исх}} P_{\text{пор}} P_{ijkl}$$



Общие параметры проекта

Работа с БД

Справочники Расчет

Проект ТОКСИ+risk

- Хранилище нефти I
- Хранилище нефти II
- Резервуар с нефтью II
 - Полный резервуар
 - Производственное помеще
 - Производственное помеще
 - Административное здание
 - Метео

Проект ТОКСИ+risk

Хранилище нефти II

Резервуар с нефтью II

Используемые расчетные методики

Рассеяние: РД 03-26-2007

Пожар пролива: ГОСТ 12.3.047-9

Взрыв ТВС: РД 03-409-01

Примечания

проект

Группы населения

Наименование
Персонал
Третьи лица

Исполнители

Исполнители
Активный пользователь

Параметры расчетных методик

РД 03-26-2007 | РД 03-409-01 | ГОСТ 12.3.047-98

Методика оценки последствий аварийных выбросов опасных веществ

Шаг расчетной сетки

Автошаг

5 м

Время экспозиции

1800 с

Тип местности

Окраины города

Свое значение...

Критерии токсич. поражения

Детерминированные

Пороговая токсодоза >>

Вероятностные

Смертельная токсодоза >>

99%

Крит. пораж. пожаром-вспышкой

Вероятность поражения (НКПВ/2) 99% >>

Выбранные критерии поражения

Зона вероятностного поражения 5% (РД 03-409-01)
Зона вероятностного поражения 50% (ГОСТ 12.3.047-98)
Зона вероятностного поражения 50% (РД 03-409-01)
Зона вероятностного поражения 90% (ГОСТ 12.3.047-98)
Зона вероятностного поражения 90% (РД 03-409-01)
Зона поражения НКПВ/2

Задание «дерева событий»

Полное разрушение

Вероятность события

Возможные исходы

- Рассеяние без воспламенения с относ. вероятностью
- Мгновенное воспламенение с относ. вероятностью
- Отложенное воспламенение с относ. вероятностью
в момент времени , с
- Пожар пролива с относительной вероятностью
- Факел с относительной вероятностью
- Огненный шар с относительной вероятностью

OK

Разгерметизация

Параметры разгерметизации

Площадь отверстия разгерметизации , м2

Вероятность образования отверстия

Положение отверстия

Площадь отверстия, м2	Вероятность образования отв.	Положен

Возможные исходы

- Рассеяние без воспламенения с относ. вероятностью
- Мгновенное воспламенение с относ. вероятностью
- Отложенное воспламенение с относ. вероятностью
в момент времени , с
- Пожар пролива с относительной вероятностью
- Факел с относительной вероятностью
- Огненный шар с относительной вероятностью

Параметры пролива

- Пролив в обвалование с относит. вероятностью
- Пролив за обвалование
площадь пролива , м2
с отн. вероятностью
- Пролив за обвалование
площадь пролива , м2
с отн. вероятностью

OK

Задание метеостатистики

Работа с БД

Справочники Расчет

Проект ТОКСИ+risk | Хранилище нефти I | Хранилище нефти II | Резервуар с нефтью II | Метео

Загрузить метеоданные | Задать метеопараметры вручную... | Размытие направлений

Скорость ветра	Направление	Стратификация	T, град. С	Вероятность
1 м/с	0 градусов	C	16 град.С	1,96E-002
1 м/с	0 градусов	D	16 град.С	1,96E-002
1 м/с	0 градусов	D	17 град.С	1,96E-002
1 м/с	0 градусов	F	10 град.С	1,96E-002
1 м/с	22 градусов	C	16 град.С	1,96E-002
1 м/с	22 градусов	C	19 град.С	1,96E-002
1 м/с	22 градусов	D	11 град.С	1,96E-002

0%

Группировка метеособытий

Границы промежутка по скорости ветра: от 1 до 12 шаг 1

Границы промежутка по температуре: от -35 до 30 шаг 1

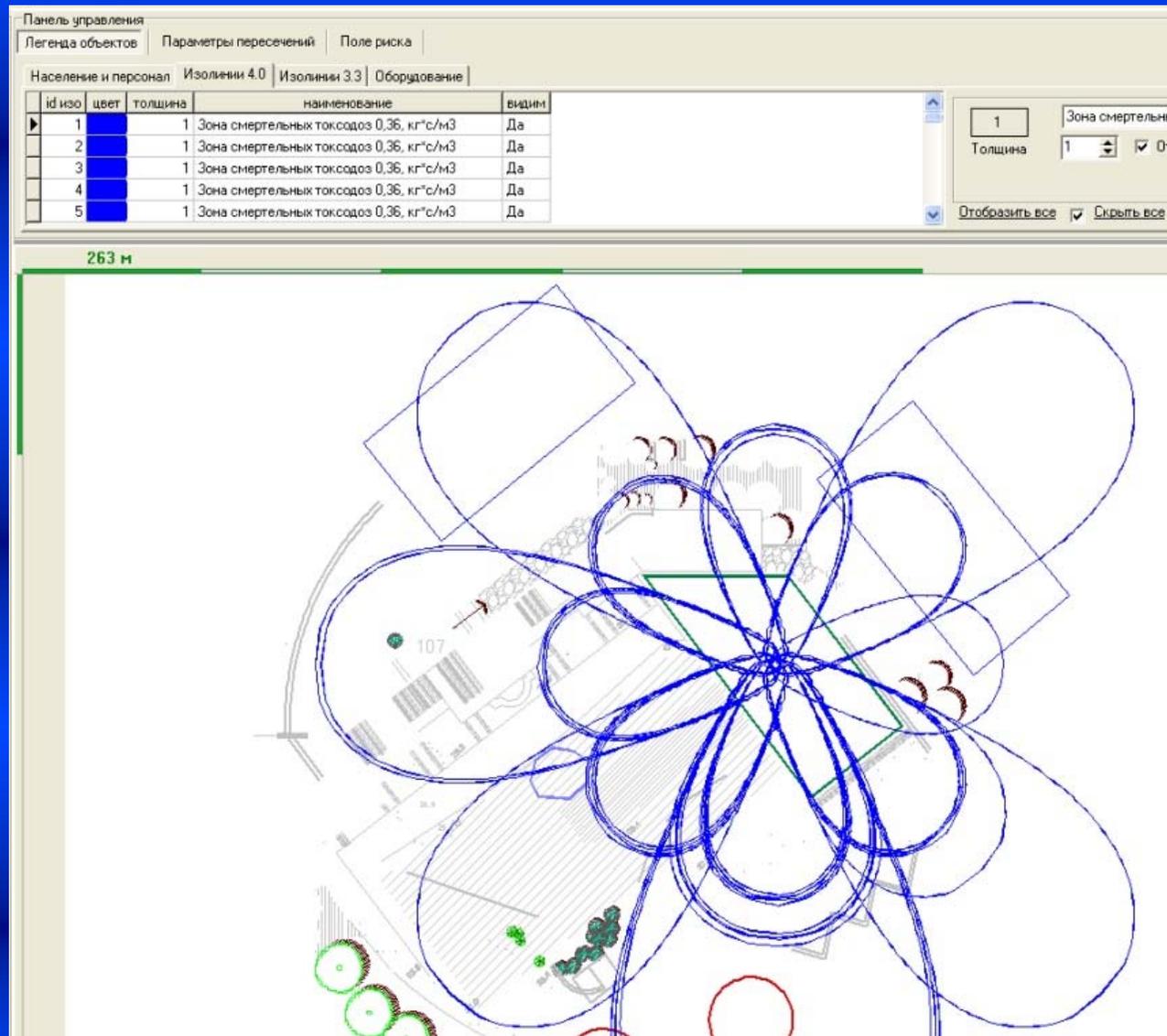
Границы промежутка по направлению ветра: от 0 до 359 шаг

Всего строк метеонаблюдений в БД проекта 50

Группировка метеостатистики

Преобразовать

Совокупность рассчитанных изолиний поражающих факторов для построения поля потенциального риска



Поле потенциального риска

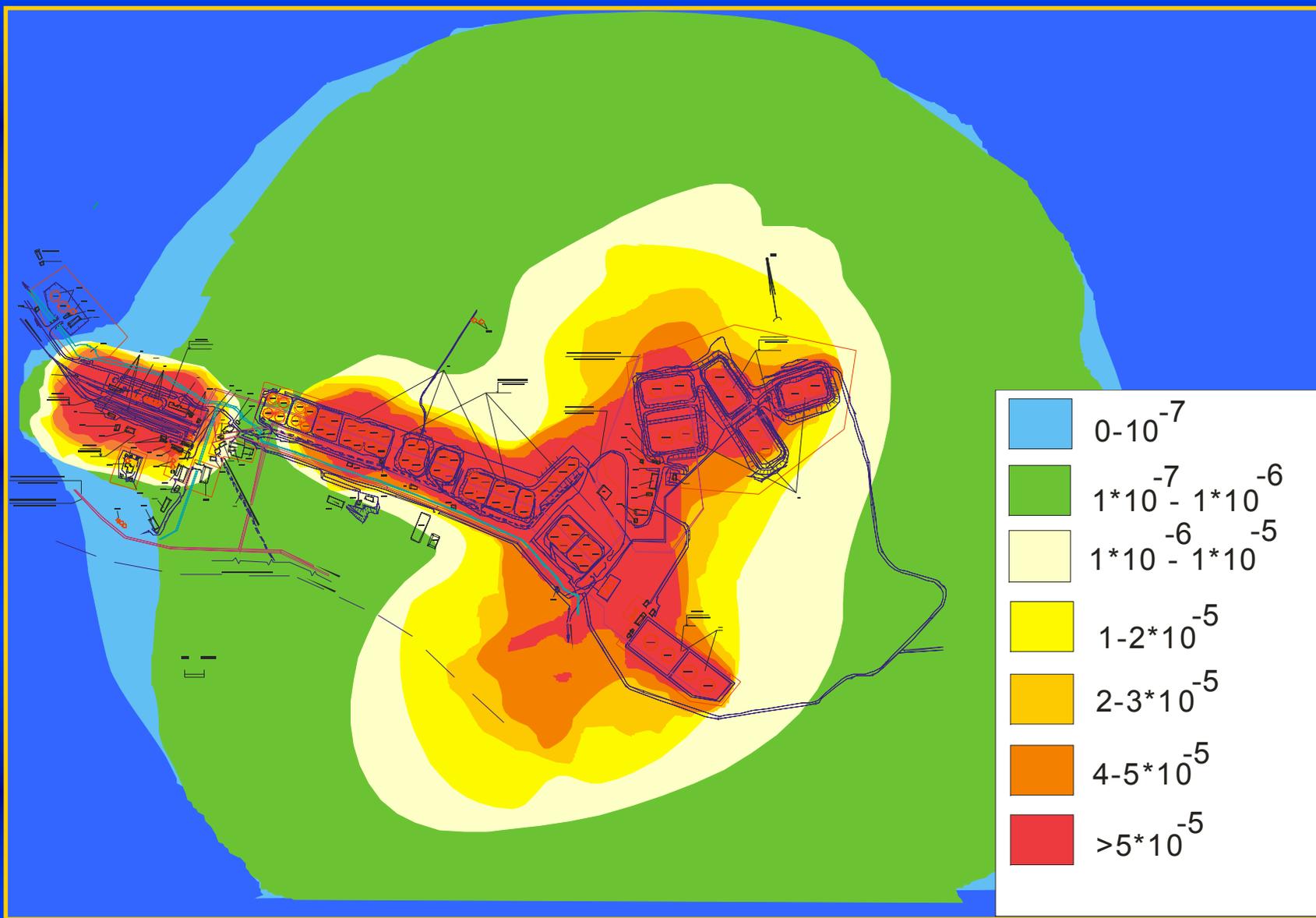
ОАО «Невиномысский азот» (4 емкости с аммиаком)



Green	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$6,2 \cdot 10^{-5}$
Magenta	$6,2 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Yellow	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$
Red	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$

Поле потенциального риска

Резервуарный парк нефтепродуктов (24 емкости)



Пожарный риск в производственных зданиях

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
Рискующих
Коз-ф-т присутствия
Персонал
статичная группа

Линейные объекты
Трубопровод

добавить вершину-ЛК
завершить-ПК мыши

Задание точки
выброса ЛК мыши
Направление ветра:
180

Панель управления
Слои
Параметры пересечений
Поле риска

Физ. лица
Изолинии 3.3
Изолинии 4.0
Трубопровод
Помещения

Запись параметров в БД проекта

Дополнительные характеристики сценария

и0 28 начальная температура воздуха в помещении, °C

h(пл) 0 высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения, м

Dm 270 дымообразующая способность горящего материала, Нпм2/кг

Q 13.8 низшая теплота сгорания материала, МДж/кг

горение жидкости с установившейся скоростью

горение жидкости с НЕустановившейся скоростью

кругового распространения пламени по поверхности

вертик. или гориз. пов-ть горения в виде прямоугольника

F 40 площадь зеркала жидкости, м2

b 7 перпендикулярный к направлению движения пламени размер зоны горения, м

Psi(F) 0.0145 удельная массовая скорость выгорания жидкости, кг/(м2 с)

v 0.0108 линейная скорость распространения пламени, м/с

Fi 0.3 коэффициент теплопотерь

Eta 0.85 коэффициент полноты горения

L02 1.03 удельный расход кислорода, кг/кг

Расчет времени блокировки эвакуационных путей

низшая теплота сгорания материала, МДЖ/кг

вещество	значение
Бумага разрыхленная	13.4
Волокно штапельное разрыхленное	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
Карболигитовые изделия	24.9
Каучук натуральный	42.3
Каучук синтетический	40.2
Книги на стеллажах	13.4
Органическое стекло	25.1
Пенополиурета	24.3
Пенополиуретан	24.3
Полипропилен (в изделиях)	45.6
Полистирол	39
Полиэтилен (в изделиях)	47.1
Резинотехнические изделия	33.5
Толуол	41.03
Торф в караванах (влажность 40%)	11.3
Хлопок разрыхленный	15.7

Дизельная

Количество людей, чел 3

Вер-ть сраб. пло 0.99

Необх. время эвакуации, с 11.6

Кол-во смен 1

ды многономенк. латурной продукции

та возн. 9E-5

ва, 1/м2*год

ное помещение

Расчет

ЛЕВЫЙ БОРТ

СПАСАТЕЛЬНЫЙ ПРОТ

КАТЕЖКА ШЕЛКА

ГЛАВНАЯ ПАЛУБА

ПОЛЕТНАЯ КОМНАТА

НОС

СПАСАТЕЛЬНАЯ ШЕЛКА

D:\Bin\auto\demos\platf3.sh4 [113 м ; 70 м] [1733 ; 1081] загрузка успешно завершена

Протокол расчета пожарного риска в производственных зданиях

ТОКСИ [Режим ограниченной функциональности] - Microsoft Word

Меню Главная Вставка Разметка страницы Ссылки Рассылки Рецензирование Вид

Все -> Файл -> Правка -> Вид -> Вставка -> Формат -> Сервис -> Таблица -> Окно -> Справка ->

Панели инструментов

ТОКСИ [Режим ограниченной функциональности] (просмотр) - Microsoft Word

Предварительный просмотр

Печать Параметры Поля Ориентация Размер Масштаб 100% По ширине страницы Показать линейку Увеличение Следующая страница Предыдущая страница Сократить на страницу

Помещен
оборудовано про
Аварийно
При анали
определено, что
расчет приведен

Параме
Удельная из
теплоемкость
Коэффициент теп
Коэффициент пол
(η) в
Низшая-теплот
материал
Начальная темпер
в помещен
Удельная массов

Время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара определяется путем выбора из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара минимального времени

$$t_{\text{вн}} = \min \{ t_{\text{кп}}^T, t_{\text{кп}}^{\text{II}}, t_{\text{кп}}^{\text{O}_2}, t_{\text{кп}}^T \}$$

A = 0.58
B = 82.54
Z = 1.27

Для помещения очага пожара критическую продолжительность пожара $t_{\text{кп}}$ (с) по условию достижения каждым из опасных факторов пожара предельно допустимых значений в зоне пребывания людей (рабочей зоне) можно оценить по формулам:

по повышенной температуре:

$$t_{\text{кп}}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_o}{(273 + t_o) \cdot Z} \right] \right\}^{1/n} = 14.81, \text{с}$$

по потере видимости:

$$t_{\text{кп}}^{\text{в}} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1.05 \cdot \alpha \cdot B)}{t_o \cdot B \cdot D \cdot Z} \right] \right\}^{1/n} = \text{фактор не опасен, отрицательное значение, с}$$

по пониженному содержанию кислорода:

$$\left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0.044}{t_o \cdot B \cdot D \cdot Z} \right] \right\}^{1/n}$$

Страница: 1 из 3 Число слов: 469 русский

Страница: 2 из 3 Число слов: 469 русский

130%

Возможные области применения комплекса



При разработке:

- деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются ОВ;
- деклараций пожарной безопасности производственных объектов;
- паспортов безопасности;
- мероприятий по защите персонала и населения;
- планов локализации и ликвидации последствий аварий (ПЛАС), сопровождаемых выбросом ОВ;
- оценке возможного ущерба;
- проектов на объекты, на которых производятся, используются, транспортируются или хранятся ОВ.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

НТЦ «Промышленная безопасность»
inform@safety.ru