

Программа занятий

**для участников онлайн школы-семинара
«Основы работы с программным
комплексом «ТОХИ+Risk 5» для расчета
последствий аварий на опасных
производственных объектах»**

Программа онлайн школы-семинара «Основы работы с программным комплексом «ТОХI+Risk 5» для расчета последствий аварий на опасных производственных объектах»

Цель семинара: обучить специалистов, начинающих работать с программным комплексом (ПК) «ТОХI+Risk 5», возможностям ПК для моделирования последствий аварий на типовом опасном оборудовании, содержащем опасное вещество (ОВ).

Продолжительность: 8 часов.

Техническое оснащение: каждый участник семинара работает с ПЭВМ, с предустановленным ПК «ТОХI+Risk 5» последней актуальной версии.

Вводная лекция

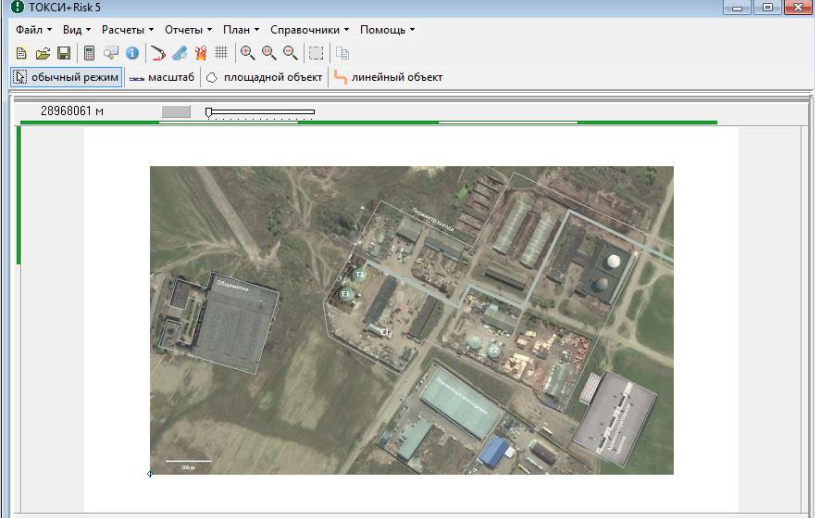
Состав и основные функциональные возможности программного комплекса «ТОХI+Risk 5».

Практические занятия

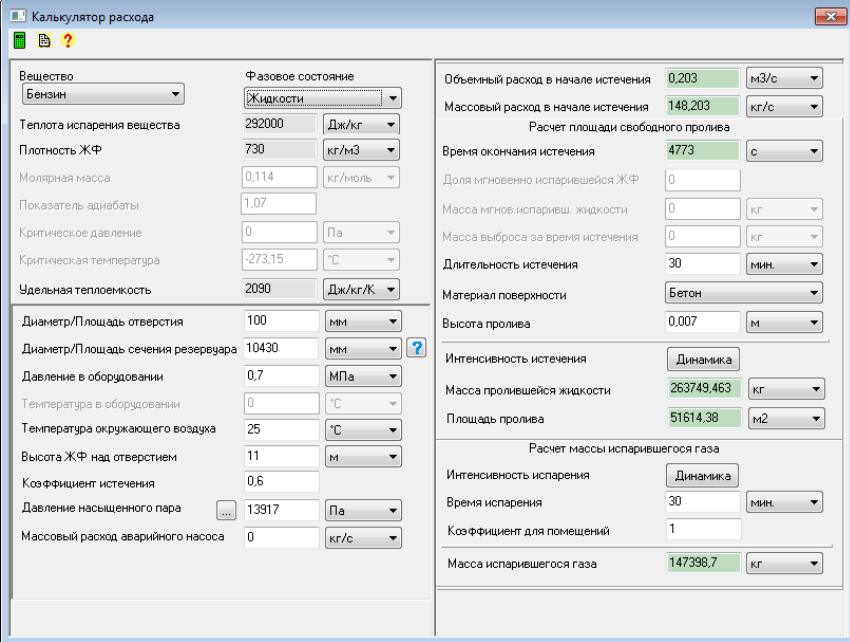
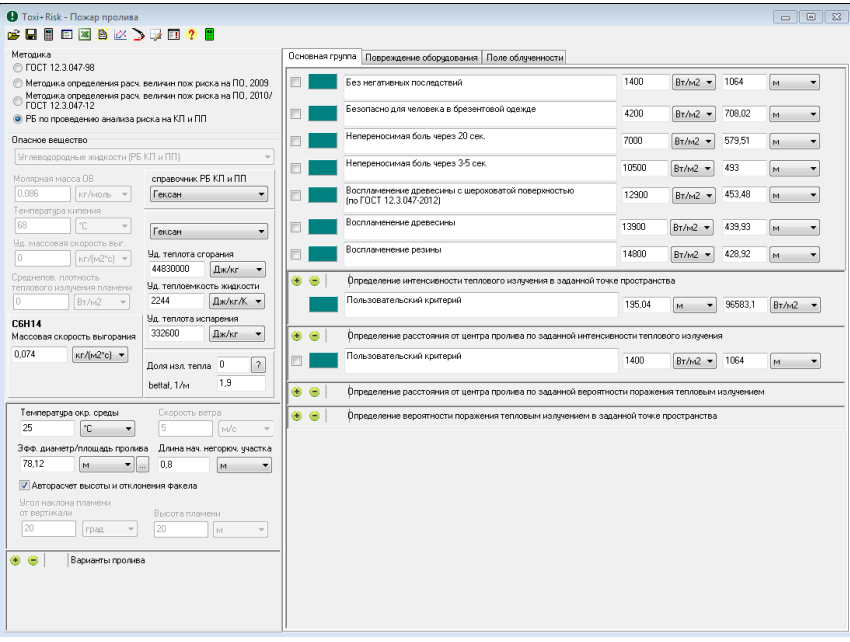
Рассмотрение каждой задачи включает вводную часть с условиями задания, кратким анализом возможных последствий аварии и критериев поражения. Далее – решение задачи с использованием ПК «ТОХI+Risk 5». В практической части слушатели следуют за действиями преподавателя при использовании расчетных модулей ПК «ТОХI+Risk 5».

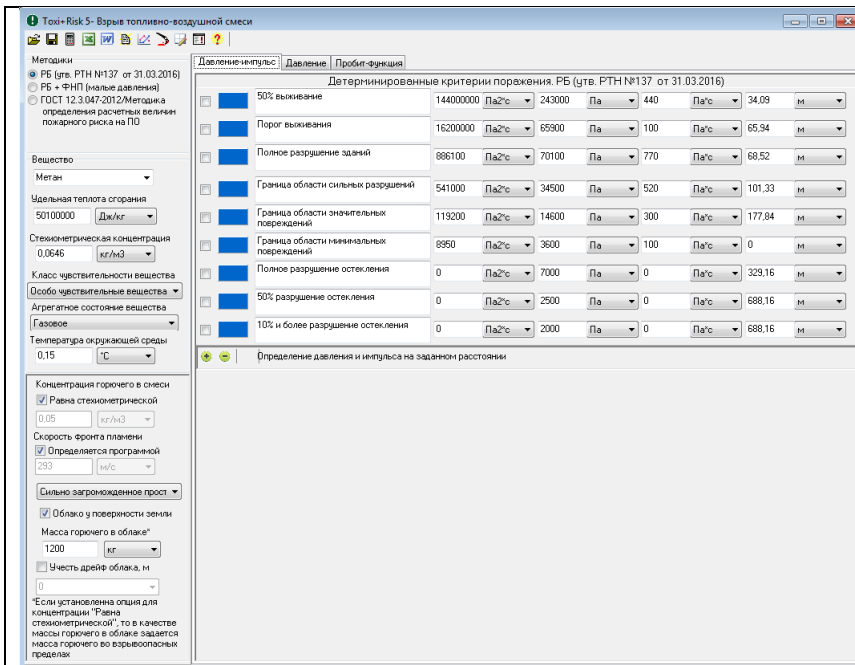
Задание А. Расчеты последствий и показателей риска аварий с выбросом опасных веществ на открытой производственной площадке

Задание А-1. Изучение возможностей управляющей оболочки ПК «ТОХI+Risk 5» в части подготовки ситуационного плана:

Экранная форма ПК «ТОХI+Risk 5»	Что делаем
	<ul style="list-style-type: none">- Загрузка графической подложки ситуационного плана;- Возможности работы с ситуационным планом;- Масштабирование;- Задание источника возможного выброса ОВ;- Вызов расчетных методик. <p>Типовые ошибки при работе с управляющей оболочкой при работе с графической подложкой</p>

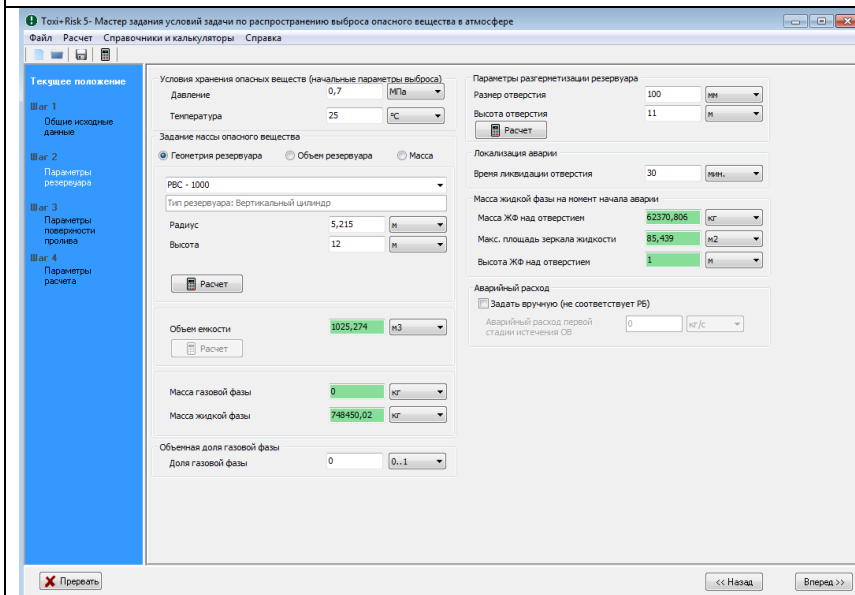
Задание А-2. Расчет последствий аварии с выбросом взрывопожароопасных веществ. Моделирование поступления взрывопожароопасных веществ в окружающую среду определение массы ОВ во взрывоопасных пределах

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем																																																
 <p>Калькулятор расхода</p> <p>Вещество: Бензин, Фазовое состояние: Жидкости</p> <p>Теплота испарения вещества: 292000 Дж/кг</p> <p>Плотность ЖФ: 730 кг/м³</p> <p>Молярная масса: 0,114 кг/моль</p> <p>Показатель адиабаты: 1,07</p> <p>Критическое давление: 0 Па</p> <p>Критическая температура: -273,15 °C</p> <p>Удельная теплоемкость: 2090 Дж/кг·K</p> <p>Диаметр/Площадь отверстия: 100 мм</p> <p>Диаметр/Площадь сечения резервуара: 10430 мм</p> <p>Давление в оборудовании: 0,7 МПа</p> <p>Температура в оборудовании: 0 °C</p> <p>Температура окружающего воздуха: 25 °C</p> <p>Высота ЖФ над отверстием: 11 м</p> <p>Коэффициент истечения: 0,6</p> <p>Давление насыщенного пара: 13917 Па</p> <p>Массовый расход аварийного насоса: 0 кг/с</p> <p>Объемный расход в начале истечения: 0,203 м³/с</p> <p>Массовый расход в начале истечения: 148,203 кг/с</p> <p>Расчет площади свободного пролива</p> <p>Время окончания истечения: 4773 с</p> <p>Доля мгновенно испарившейся ЖФ: 0</p> <p>Масса мгновен. испаривш. жидкости: 0 кг</p> <p>Масса выброса за время истечения: 0 кг</p> <p>Длительность истечения: 30 мин.</p> <p>Материал поверхности: Бетон</p> <p>Высота пролива: 0,007 м</p> <p>Интенсивность истечения: Динамика</p> <p>Масса пролившейся жидкости: 263749,463 кг</p> <p>Площадь пролива: 51614,38 м²</p> <p>Расчет массы испарившегося газа</p> <p>Интенсивность испарения: Динамика</p> <p>Время испарения: 30 мин.</p> <p>Коэффициент для помещений: 1</p> <p>Масса испарившегося газа: 147398,7 кг</p>	<p>Расчет массы и площади пролива на примере аварии с частичным разрушением емкости. Калькулятор расхода</p>																																																
 <p>Toxi-Risk - Пожар пролива</p> <p>Методика: ГОСТ 12.3.047-98</p> <p>Опасное вещество: Углеводородные жидкости (РБ КП и ПП)</p> <p>Молярная масса ОВ: 0,086 кг/моль</p> <p>Температура кипения: 0 °C</p> <p>Уд. теплота сгорания: 4483000 Дж/кг</p> <p>Среднэтв. плотность теплового излучения пламени: 0 Вт/м²</p> <p>Уд. теплота испарения: 224 Дж/кг·K</p> <p>СВН14: 0,074 кг/л·K²·с</p> <p>Массовая скорость выгорания: 332000 Дж/кг</p> <p>Температура окр. среды: 25 °C</p> <p>Скорость ветра: 5 м/с</p> <p>Эфф. диаметр/площадь пролива: 78,12 м</p> <p>Длина мин. негорюч. участка: 0,8 м</p> <p>Угол наклона плоскости от вертикали: 20 град</p> <p>Высота пламени: 20 м</p> <p>Основная группа: Повреждение оборудования</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Критерий</th> <th>Параметр 1</th> <th>Параметр 2</th> <th>Параметр 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Без негативных последствий</td> <td>1400</td> <td>Вт/м²</td> <td>1064 м</td> </tr> <tr> <td>Безопасно для человека в брезентовой одежде</td> <td>4200</td> <td>Вт/м²</td> <td>708,02 м</td> </tr> <tr> <td>Непереносимая боль через 20 сек.</td> <td>7000</td> <td>Вт/м²</td> <td>579,51 м</td> </tr> <tr> <td>Непереносимая боль через 35 сек.</td> <td>10500</td> <td>Вт/м²</td> <td>493 м</td> </tr> <tr> <td>Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (по ГОСТ 12.3.047-2012)</td> <td>12900</td> <td>Вт/м²</td> <td>453,48 м</td> </tr> <tr> <td>Воспламенение древесины</td> <td>13900</td> <td>Вт/м²</td> <td>439,53 м</td> </tr> <tr> <td>Воспламенение резины</td> <td>14800</td> <td>Вт/м²</td> <td>428,92 м</td> </tr> <tr> <td>Определение интенсивности теплового излучения в заданной точке пространства</td> <td>Пользовательский критерий</td> <td>195,04 м</td> <td>95583,1 Вт/м²</td> </tr> <tr> <td>Определение расстояния от центра пролива по заданной интенсивности теплового излучения</td> <td>Пользовательский критерий</td> <td>1400</td> <td>Вт/м²</td> </tr> <tr> <td>Определение расстояния от центра пролива по заданной вероятности поражения тепловым излучением</td> <td>Пользовательский критерий</td> <td>1400</td> <td>Вт/м²</td> </tr> <tr> <td>Определение вероятности поражения тепловым излучением в заданной точке пространства</td> <td>Пользовательский критерий</td> <td>1400</td> <td>Вт/м²</td> </tr> </tbody> </table>	Критерий	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Без негативных последствий	1400	Вт/м ²	1064 м	Безопасно для человека в брезентовой одежде	4200	Вт/м ²	708,02 м	Непереносимая боль через 20 сек.	7000	Вт/м ²	579,51 м	Непереносимая боль через 35 сек.	10500	Вт/м ²	493 м	Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (по ГОСТ 12.3.047-2012)	12900	Вт/м ²	453,48 м	Воспламенение древесины	13900	Вт/м ²	439,53 м	Воспламенение резины	14800	Вт/м ²	428,92 м	Определение интенсивности теплового излучения в заданной точке пространства	Пользовательский критерий	195,04 м	95583,1 Вт/м ²	Определение расстояния от центра пролива по заданной интенсивности теплового излучения	Пользовательский критерий	1400	Вт/м ²	Определение расстояния от центра пролива по заданной вероятности поражения тепловым излучением	Пользовательский критерий	1400	Вт/м ²	Определение вероятности поражения тепловым излучением в заданной точке пространства	Пользовательский критерий	1400	Вт/м ²	<p>Расчет последствий пожара пролива ОВ по результатам расчета калькулятора расхода:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение размеров зон поражения от воздействия теплового излучения пожара пролива по различным критериям; - определение расстояния, на котором возможно смертельное поражения человека с заданной вероятностью; - исследование влияния метеоусловий на размеры зон поражения; - нанесение изолиний на ситуационный план.
Критерий	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3																																														
Без негативных последствий	1400	Вт/м ²	1064 м																																														
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4200	Вт/м ²	708,02 м																																														
Непереносимая боль через 20 сек.	7000	Вт/м ²	579,51 м																																														
Непереносимая боль через 35 сек.	10500	Вт/м ²	493 м																																														
Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (по ГОСТ 12.3.047-2012)	12900	Вт/м ²	453,48 м																																														
Воспламенение древесины	13900	Вт/м ²	439,53 м																																														
Воспламенение резины	14800	Вт/м ²	428,92 м																																														
Определение интенсивности теплового излучения в заданной точке пространства	Пользовательский критерий	195,04 м	95583,1 Вт/м ²																																														
Определение расстояния от центра пролива по заданной интенсивности теплового излучения	Пользовательский критерий	1400	Вт/м ²																																														
Определение расстояния от центра пролива по заданной вероятности поражения тепловым излучением	Пользовательский критерий	1400	Вт/м ²																																														
Определение вероятности поражения тепловым излучением в заданной точке пространства	Пользовательский критерий	1400	Вт/м ²																																														



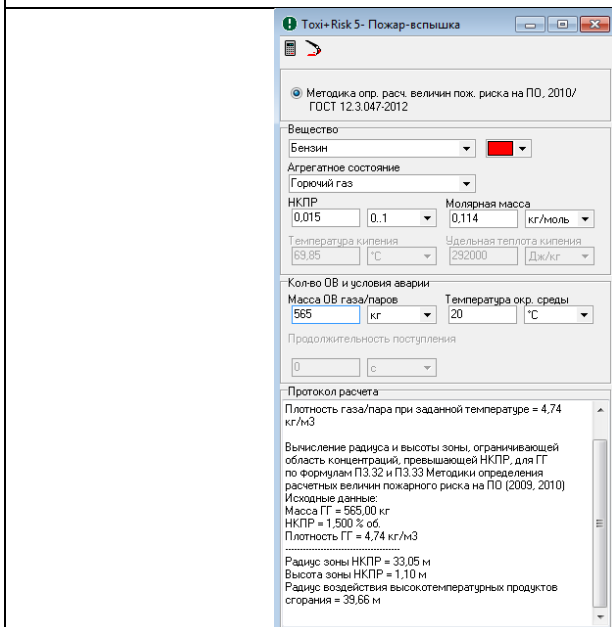
Расчет последствий взрыва облака ТВС с учетом результатов, полученных ранее, включая:

- оценку массы *ОВ* в облаке ТВС, участвующей в образовании опасных факторов аварии;
- определение размеров зон разрушения от ударно-волнового воздействия по различным критериям;
- определение вероятности гибели человека на заданном расстоянии от места взрыва;
- нанесение зон поражения на план.

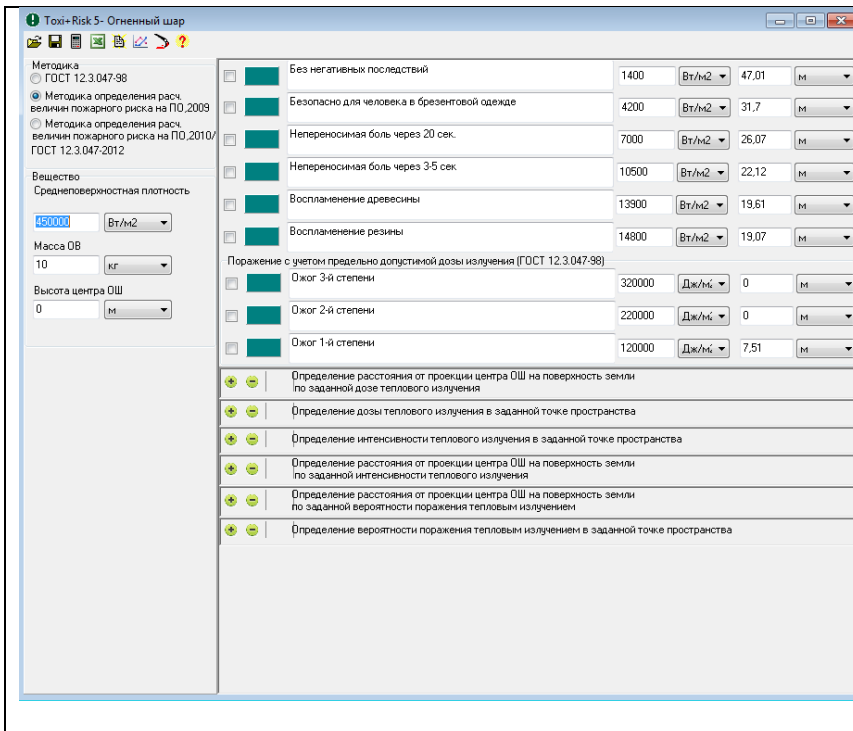


Расчет последствий на примере аварии с частичным разрушением емкости, включая:

- ввод параметров выброса *ОВ* (масса, фазовое состояние и т.д.);
- определение массы паров *ОВ*, находящихся во взрывоопасных пределах;
- определение размеров зон поражения;
- нанесение изолиний на план.

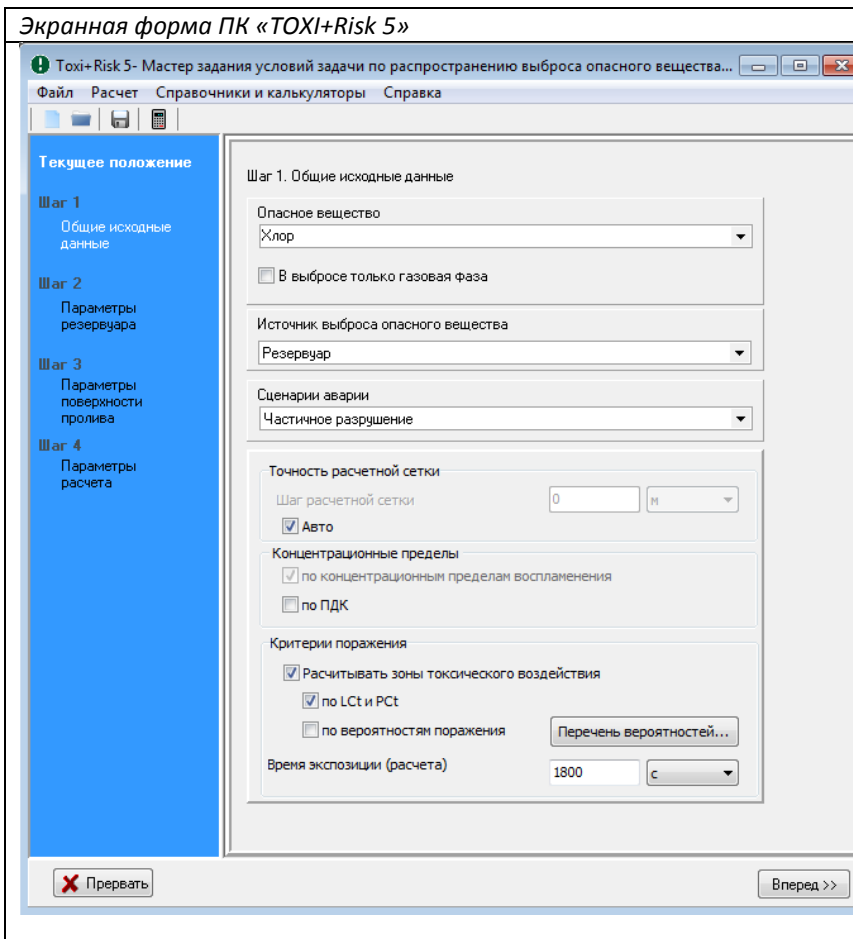


- Обзор подхода пожарных, основные отличия от РБ;
- Расчет зон поражения по результатам, полученным ранее;
- Нанесение зон поражения на план



- Определение размеров зон поражающего действия огненного шара;
- Нанесение изолиний на план.

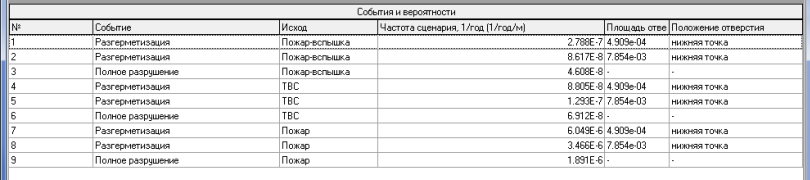
Задание А-3. Расчет последствий аварии с выбросом токсичного вещества



Что делаем

- Расчет последствий на примере аварии с частичным разрушением емкости жидкого хлора для различных условий выброса, включая:
- ввод параметров выброса ОВ (масса, фазовое состояние и т.д.);
 - определение размеров зон смертельной и пороговой токсодоз, а также зон смертельного поражения людей с заданной вероятностью;
 - построение полей концентраций и полей токсодоз ОВ;
 - нанесение изолиний токсического поражения на ситуационный план;
 - оценка числа пострадавших.

Задание А-4. Расчет показателей риска аварии с выбросом опасных веществ из емкостного оборудования. Освоение возможностей пакетного расчета последствий выброса ОБ с использованием ПК «ТОХИ+Risk 5» на примере аварии на резервуаре с бензином Формирование типовых отчетов по результатам расчетов.

Экранная форма ПК «ТОХИ+Risk 5»	Что делаем																																																											
	<ul style="list-style-type: none"> - Краткий обзор возможностей Инструмента по работе с БД проекта TOXI+Risk 5; - Задание основных параметров расчетного проекта: выбор расчетных методик, задание критериев поражения; - Задание метеоусловий; - Задание параметров аварийного резервуара; - Задание места расположения резервуара на ситуационном плане; - Задание условий хранения опасного вещества и его количества в резервуаре; - Указание времен ликвидации аварийного отверстия и ликвидации пролива в соответствии с рекомендациями нормативов. 																																																											
 <thead> <tr> <th>№</th> <th>Событие</th> <th>Исход</th> <th>Частота сценария, 1/год (1/год/л)</th> <th>Площадь отве</th> <th>Положение отверстия</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Разгерметизация</td> <td>Пожар-вспышка</td> <td>2.788E-7</td> <td>4.909E-04</td> <td>нижняя точка</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Разгерметизация</td> <td>Пожар-вспышка</td> <td>6.617E-8</td> <td>7.854E-03</td> <td>нижняя точка</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Полное разрушение</td> <td>Пожар-вспышка</td> <td>4.603E-8</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Разгерметизация</td> <td>ТВС</td> <td>8.805E-8</td> <td>4.909E-04</td> <td>нижняя точка</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Разгерметизация</td> <td>ТВС</td> <td>1.233E-7</td> <td>7.854E-03</td> <td>нижняя точка</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Полное разрушение</td> <td>ТВС</td> <td>6.912E-8</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Разгерметизация</td> <td>Пожар</td> <td>6.049E-6</td> <td>4.909E-04</td> <td>нижняя точка</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Разгерметизация</td> <td>Пожар</td> <td>3.466E-6</td> <td>7.854E-03</td> <td>нижняя точка</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Полное разрушение</td> <td>Пожар</td> <td>1.891E-6</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody>	№	Событие	Исход	Частота сценария, 1/год (1/год/л)	Площадь отве	Положение отверстия	1	Разгерметизация	Пожар-вспышка	2.788E-7	4.909E-04	нижняя точка	2	Разгерметизация	Пожар-вспышка	6.617E-8	7.854E-03	нижняя точка	3	Полное разрушение	Пожар-вспышка	4.603E-8	-	-	4	Разгерметизация	ТВС	8.805E-8	4.909E-04	нижняя точка	5	Разгерметизация	ТВС	1.233E-7	7.854E-03	нижняя точка	6	Полное разрушение	ТВС	6.912E-8	-	-	7	Разгерметизация	Пожар	6.049E-6	4.909E-04	нижняя точка	8	Разгерметизация	Пожар	3.466E-6	7.854E-03	нижняя точка	9	Полное разрушение	Пожар	1.891E-6	-	-
№	Событие	Исход	Частота сценария, 1/год (1/год/л)	Площадь отве	Положение отверстия																																																							
1	Разгерметизация	Пожар-вспышка	2.788E-7	4.909E-04	нижняя точка																																																							
2	Разгерметизация	Пожар-вспышка	6.617E-8	7.854E-03	нижняя точка																																																							
3	Полное разрушение	Пожар-вспышка	4.603E-8	-	-																																																							
4	Разгерметизация	ТВС	8.805E-8	4.909E-04	нижняя точка																																																							
5	Разгерметизация	ТВС	1.233E-7	7.854E-03	нижняя точка																																																							
6	Полное разрушение	ТВС	6.912E-8	-	-																																																							
7	Разгерметизация	Пожар	6.049E-6	4.909E-04	нижняя точка																																																							
8	Разгерметизация	Пожар	3.466E-6	7.854E-03	нижняя точка																																																							
9	Полное разрушение	Пожар	1.891E-6	-	-																																																							

 - Выбор из справочника групп деревьев событий соответствующей группы сценариев; - Пояснение назначения дополнительных параметров данной панели модуля; - Выполнение пакетного расчета для группы сформированных сценариев аварии; - Вызов протокола конкретного расчета; - Вызов расчетного модуля для конкретного сценария; - Краткий обзор дополнительных функций модуля пакетного расчета. |

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»

Скриншот программного обеспечения «TOXI+Risk 5». Интерфейс включает панель управления, меню, панель инструментов и таблицу данных. В центре экрана отображается 3D-модель объекта с нанесенными зонами опасности. Открыто диалоговое окно «Свойства», позволяющее настраивать параметры визуализации.

id	цвет	наименование	тип инцидента	событие	вид	вероятность	длина/лет	id объекта	наименование оборудования
110		Пожар пролива паровых тепловых излучений с интенсивностью 4.2	Пожар			1.00E-6	217E3	1	Емкость с безвзрывч.
60		Пожар пролива паровых тепловых излучений с интенсивностью 1.4	491 Пожар			6.00E-6	273	1	Емкость с безвзрывч.
93		Пожар пролива паровых тепловых излучений с интенсивностью 1.4	704 Пожар			3.47E-6	660	1	Емкость с безвзрывч.

Диалоговое окно «Свойства»:

- Методика (условия): ТЭС
- Состояние оборудования: Рабочее состояние 1
- Аварийное событие: Аварийное событие
- Метод датчика: Ю. 1 км/ч, F. 25 град. С.
- Параметры пролива: Со свободной поверхн.
- Список изолиний: 3
- Сферический пролив: Сферический пролив
- Наименование изолинии: Выход ТЭС смертельного поражения ударной волной с вероятностью 10.00% частичное разрушение
- Цвет: [красный]

Что делаем

- Работа с изолиниями опасных факторов, полученных в результате пакетного расчета;
- Вызов контекстного меню отбора изолиний для отчета;
- Формирование отчета в формате MS Word и в формате таблиц MS Excel;
- Работа с генератором отчетов.