

Программа занятий

**для участников семинара-тренинга
«Оценка риска аварий с использованием
программного комплекса «TOXI+Risk 5».
Моделирование последствий аварий и оценка
риска на трубопроводах»**

Программа семинара-тренинга для пользователей программного комплекса «TOXI+Risk 5»

Цель тренинга: повысить квалификацию специалистов, уверенно работающих с программным комплексом (ПК) «TOXI+Risk 5», в части расчета последствий аварий на линейных объектах и оценки риска аварий, связанных с выбросом опасных веществ (ОВ) из технологического оборудования.

Участники семинара также познакомятся с новыми возможностями программного комплекса и его новыми модулями, в частности – с модулем «Магистральный газопровод», в котором реализованы методические подходы РБ «Методика анализа риска аварий на ОПО магистрального газопроводного транспорта» (утв. приказом Ростехнадзора от 26.12.2018 № 647), с модулем «Паспорт расчета», предназначенным для документирования результатов расчета, представляемых на экспертизу, и др.

Продолжительность тренинга: 24 часа.

Техническое оснащение: каждый участник семинара работает с ПЭВМ, с предустановленным ПК «TOXI+Risk 5».

А. Вводная лекция (1,5 часа)

Обзор методических документов Ростехнадзора, МЧС России, АО «Транснефть» и ПАО «Газпром», касающихся расчета последствий аварий на технологических и магистральных трубопроводах и оценки риска аварий, связанных с выбросом ОВ из емкостного оборудования и трубопроводов.

Краткий обзор функциональных возможностей сертифицированного программного комплекса «TOXI+Risk 5».

Схема взаимодействия компонентов TOXI+

The diagram illustrates the workflow of the TOXI+ software. It starts with the 'Управляющая оболочка' (Control Shell) which interacts with the 'БД свойств веществ' (Substance Properties Database) and the 'Работа с БД проекта' (Project Database Work). The 'Управляющая оболочка' also interacts with the 'Расчетные методики' (Calculation Methods) and the 'Калькуляторы' (Calculators). The 'Расчетные методики' and 'Калькуляторы' are interconnected and both interact with the 'БД свойств веществ'.

The image displays three official certification certificates issued by the Federal Agency for Technical Regulation (FAS Russia) under the Russian Federation's Certification System (ГОСТ Р). The certificates are for the 'СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р' (Russian Federation Certification System) and are issued to the 'ООО БСРС' (BSRS LLC) for the software complex 'TOXI+Risk 5'. The certificates are dated 25 August 2016 and 25 August 2018, and are issued for the purpose of 'для расчета последствий аварий с выбросом опасных веществ и оценки риска' (for calculation of the consequences of accidents with release of dangerous substances and risk assessment). The certificates are signed by the official representative of the FAS Russia, S.I. Rykov, and T.I. Kabanova.

Практические занятия (разделы Б-Г):

Рассматривается решение трех типовых задач:

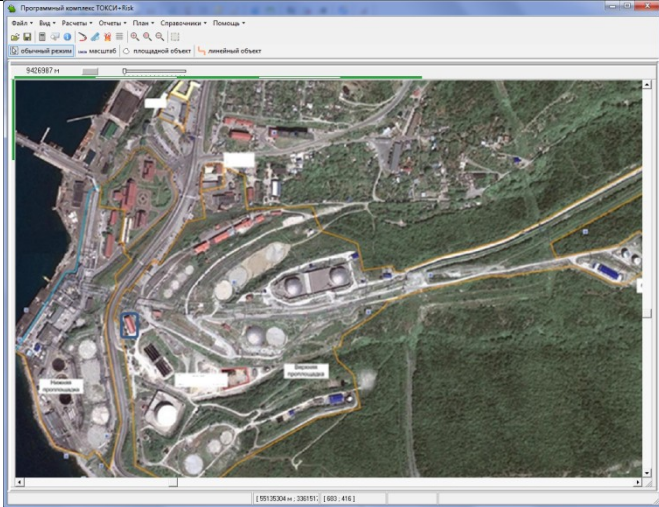
- оценка пожарного риска и риска аварий на перевалочном комплексе нефтепродуктов, включающем емкостное оборудование и технологические трубопроводы;
- оценка риска аварий на участке магистрального нефтепровода с учетом рельефа местности и расстановки запорной арматуры;
- оценка риска аварий на участке газопровода.

Каждое практическое занятие включает вводную и практическую части. В практической части слушатели сначала следуют за действиями преподавателя при использовании расчетных модулей ПК «TOXI+Risk 5», затем самостоятельно решают аналогичную задачу с другими условиями. Проводится коллективный разбор полученных результатов.

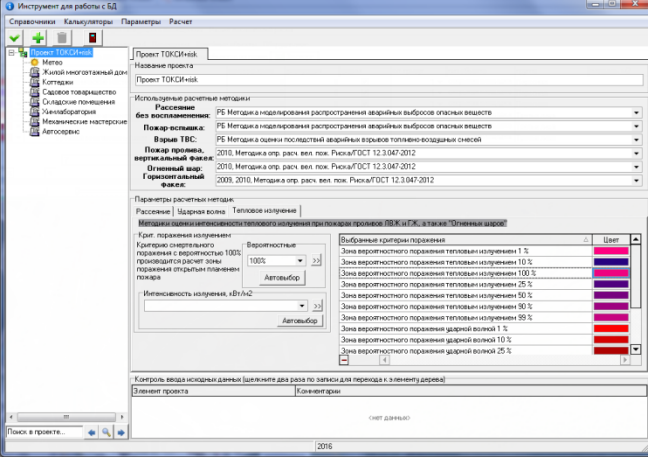
Б. Практическое занятие №1: Оценка риска аварий и пожарного риска на перевалочном комплексе нефтепродуктов

Вводная часть: постановка задачи, информация об источниках выброса и реципиентах риска. Получение и применение метеоданных. Деревья событий. Детерминированные критерии поражения. Пакетный расчет последствий аварий. Построение поля потенциального риска, расчет показателей риска.

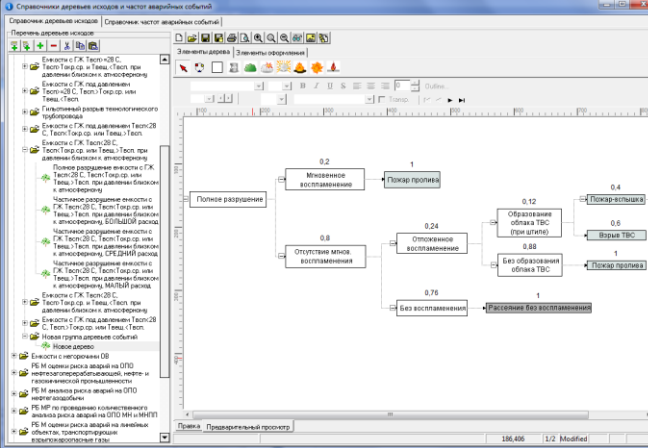
Б-1. Подготовка ситуационного плана в управляющей оболочке ПК «TOXI+Risk 5»:

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
 0,5 часа	- загрузка и масштабирование графической подложки ситуационного плана; - задание профиля технологических трубопроводов на производственной площадке - задание мест нахождения персонала и третьих лиц; - задание автотрасс, использование инструмента «миникарта» - задание коэффициента присутствия людей, в том числе на автотрассе. <i>Типовые ошибки при работе с управляющей оболочкой</i>

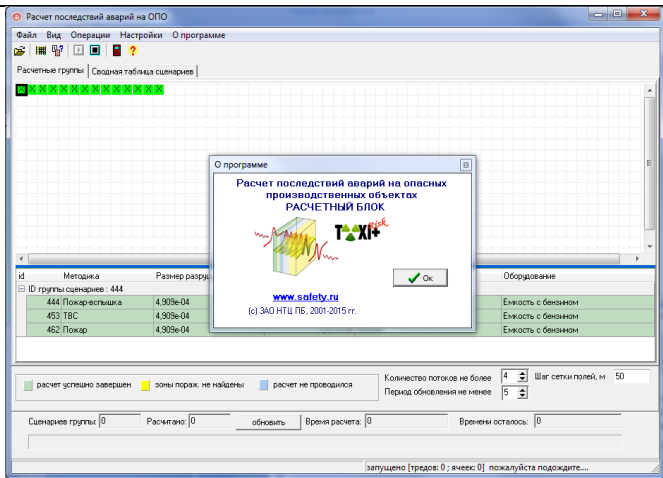
Б-2.Задание исходных данных для оценки пожарного риска на емкостном оборудовании с использованием модуля «Инструмент по работе с БД проекта».

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
 1 час	- <i>определение общих параметров проекта, в том числе перечня расчетных методик, критериев поражения, шага расчета, типа местности и др.</i> - <i>задание мест размещения на ситуационном плане и параметров емкостного оборудования: 2 наземных РВС-5000 с нефтью; наземный РВС-30000 с дизельным топливом в бетонном обваловании; 2 подземных ЖБР-300 с бензином;</i> - <i>задание возможных исходов аварии с выбросом опасного вещества в соответствии с методическими подходами МЧС России.</i> - <i>использование встроенного справочника «деревьев событий»</i> - <i>особенности задания исходов для подземных резервуаров;</i>

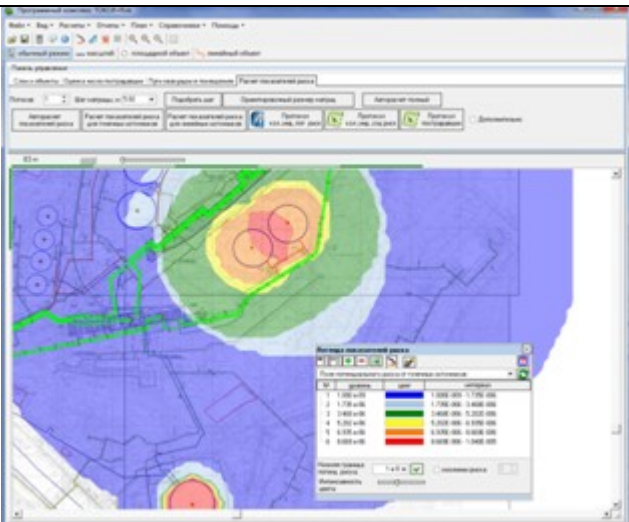
Б-3. Работа со встроенной библиотекой «деревьев событий» ПК «TOXI+Risk».

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
 0,5 часа	- <i>освоение работы с библиотекой деревьев событий: добавить в библиотеку свое дерево событий, соответствующее сценарию: разрушение емкости с горючей жидкостью с температурой вспышки меньше температуры воздуха;</i> - <i>задание условных вероятностей реализации элементов дерева событий (с использованием указаний Методики МЧС (утв. приказом №404));</i> - <i>проверка корректности нового дерева событий.</i> <i>Типовые ошибки при работе с библиотекой деревьев событий</i>

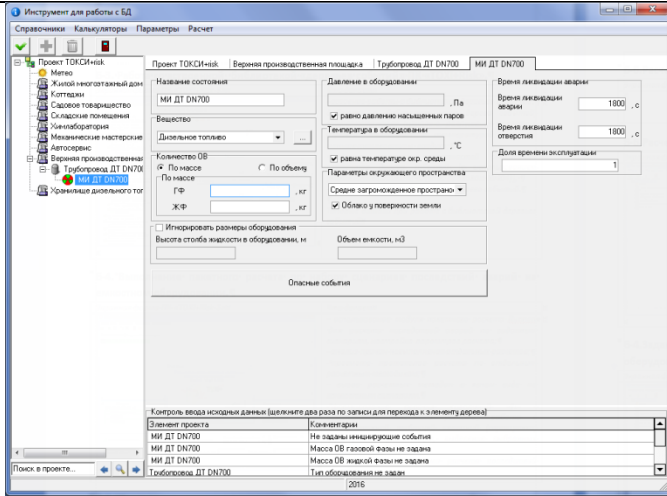
Б-4. Выполнение пакетного расчета последствий аварий на емкостном оборудовании по перечню сценариев.

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
 1 час	- использование модуля пакетного расчета Runner для расчета последствий аварий по заданным сценариям, настройка параметров расчета; - анализ причин невыполнения отдельных расчетов; - просмотр протоколов расчета по отдельным расчетным методикам; - вызов расчетных методик в явном виде по конкретным сценариям. - формирование перечня «изолиний-4» - результатов пакетного расчета; работа с интерактивной таблицей изолиний (сортировка, группировка, фильтрация, выделение выбранных изолиний на плане) - отчет с результатами расчета последствий аварий

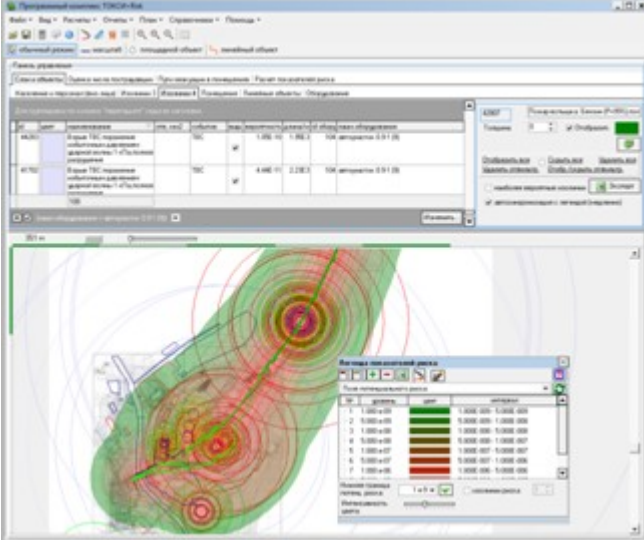
Б-5. Построение поля потенциального пожарного риска и расчет показателей пожарного риска емкостного оборудования

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
 1,5 часа	- расчет поля потенциального риска для емкостного оборудования; - работа с легендой поля риска; - экспорт поля риска в Excel-файл; - расчет показателей риска; - разбор структуры Excel-отчета с показателями риска; - социальный риск, FN-диаграмма. Сохранение проекта «Перевал-Емкости»

Б-6.Расчет последствий аварий на линейных объектах (нефтепроводах и нефтепродуктопроводах) без учета перепада высот.

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
 1 час	- принципы расчета последствий аварий на линейных объектах в TOXI+Risk; понятие модельного источника, связь модельного источника с линейным контуром; - задание параметров модельного источника для наземного технологического трубопровода дизельного топлива без учета перепада высот; - способы задания сценариев аварии для модельного источника, калькулятор расхода; оценка массы пролива для каждого сценария - задание возможных исходов для каждого сценария, учет факельного горения; - пакетный расчет последствий аварий на линейном объекте

Б-7.Расчет потенциального пожарного риска с учетом линейного объекта (без учета перепада высот)

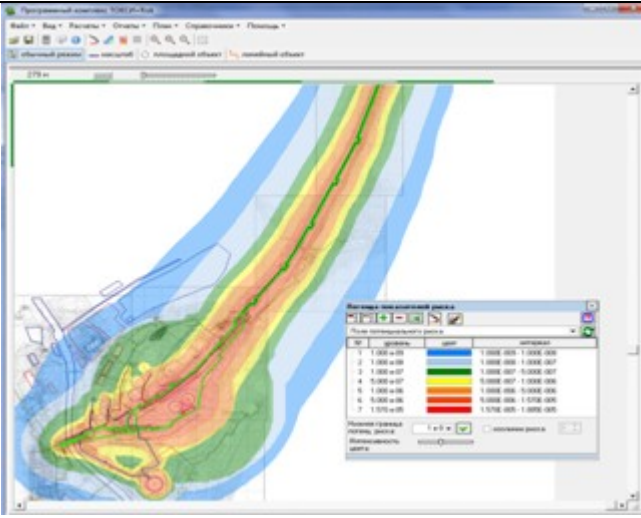
Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
 1 час	- расчет поля потенциального риска от линейного объекта; - общее поле потенциального риска от емкостного оборудования и трубопровода - суммарные показатели риска - сохранение результатов расчета проекта «Дизелепровод»

Б-8. САМОСТОЯТЕЛЬНО: Расчет потенциального пожарного риска для 2х дополнительных трубопроводов бензина

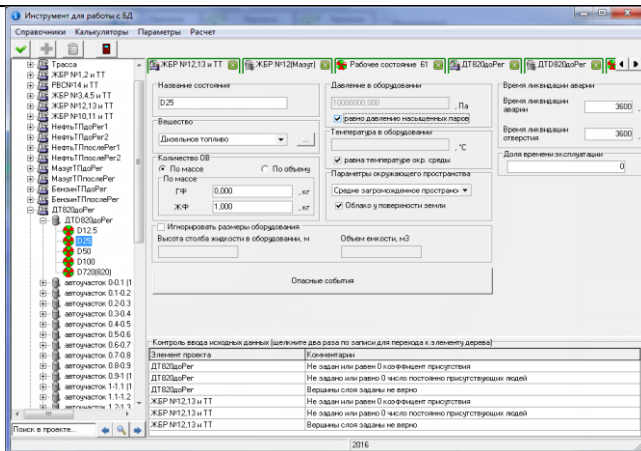
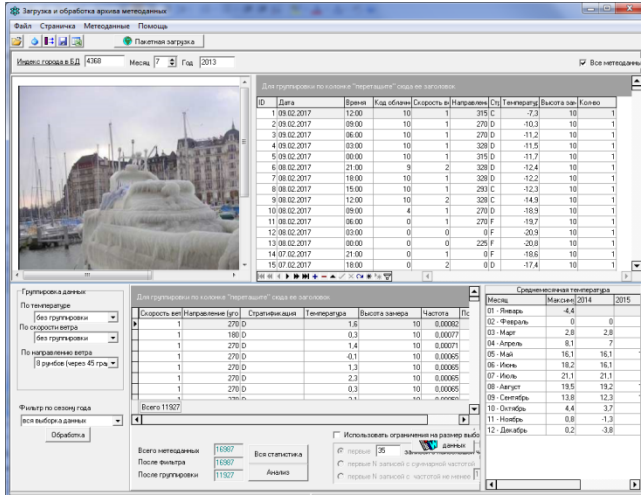
Что делаем
- задание модельного источника для бензинопровода с указанием соответствующих деревьев событий; - задание модельного источника для нефтепровода с указанием соответствующих деревьев событий; - выполнить пакетный расчет последствий аварий; - провести связывание модельных источников и линейных контуров нефтепровода и 2х бензинопроводов. - расчет общего поля потенциального риска от емкостного оборудования и линейных объектов;

- расчет общих показателей пожарного риска
Разбор результатов самостоятельной работы
1,5 часа

Б-9. Расчет пожарного риска при самотечном истечении жидкости из трубопроводов

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
 1 час	- особенности расчета риска аварий на линейных объектах с учетом рельефа местности, по которой проложен трубопровод, на примере дизелепровода; - загрузка ранее сохраненного проекта «Дизелепровод»; - разбиение линейного контура дизелепровода на участки; - задание группы модельных источников; - пакетный расчет последствий аварий; - сопоставление модельных источников и линейных контуров - расчет общего поля потенциального пожарного риска и показателей пожарного риска Демонстрация результатов расчета пожарного риска со всеми трубопроводами.

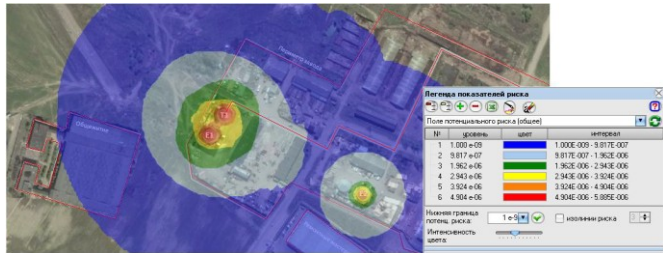
Б-10. Особенности расчета риска аварий (подход Ростехнадзора).

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
 	- отличия в методических подходах Ростехнадзора по оценке риска аварий по сравнению с расчетами пожарного риска. - определение массы опасного вещества во взрывоопасных пределах на примере задачи с разрушением РВС-5000 с нефтью. - загрузка ранее сохраненного проекта «Перевал-Емкости» и сохранить его под именем «Перевал-Емкости-РПН» - корректировка общих параметров проекта для расчета риска аварий; - задание метеостатистики, модуль «Архив метеоданных», методы группировки метеостатистики. - задание возможных исходов аварии в соответствии с методическими подходами Ростехнадзора, виды отверстий разгерметизации, учет дрейфа облака. - пакетный расчет сценариев аварии с учетом дрейфа. Демонстрация результатов ранее выполненного расчета риска аварий для всего проекта «Перевалочный комплекс».

2,5 часа	
----------	--

Б-11. Самостоятельная работа:

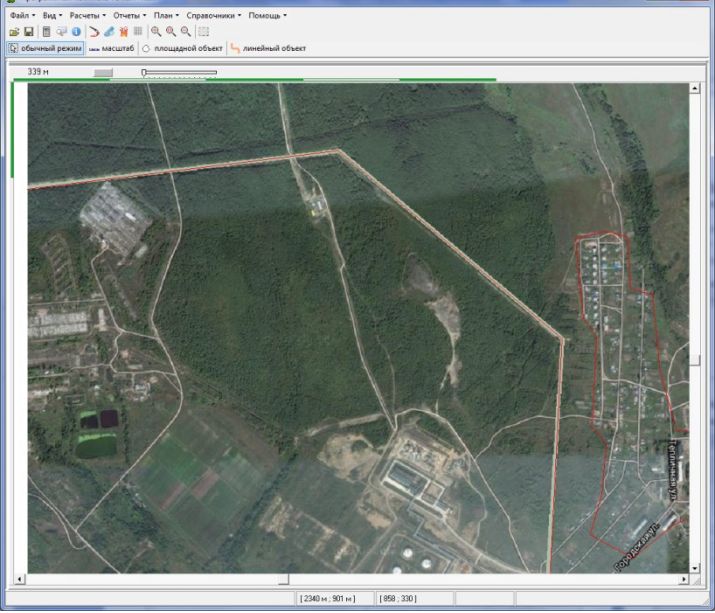
Построение полей потенциального риска и расчет показателей пожарного риска при авариях на наружных установках

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем																												
 <table><tr><th>№</th><th>уровень</th><th>цвет</th><th>интервал</th></tr><tr><td>1</td><td>1.000e+09</td><td>blue</td><td>1.000E+009 - 9.917E+007</td></tr><tr><td>2</td><td>9.917e+07</td><td>light blue</td><td>9.917E+007 - 1.962E+006</td></tr><tr><td>3</td><td>1.962e+06</td><td>green</td><td>1.962E+006 - 2.943E+005</td></tr><tr><td>4</td><td>2.943e+05</td><td>yellow</td><td>2.943E+005 - 3.924E+004</td></tr><tr><td>5</td><td>3.924e+04</td><td>orange</td><td>3.924E+004 - 4.904E+003</td></tr><tr><td>6</td><td>4.904e+03</td><td>red</td><td>4.904E+003 - 5.885E+002</td></tr></table>	№	уровень	цвет	интервал	1	1.000e+09	blue	1.000E+009 - 9.917E+007	2	9.917e+07	light blue	9.917E+007 - 1.962E+006	3	1.962e+06	green	1.962E+006 - 2.943E+005	4	2.943e+05	yellow	2.943E+005 - 3.924E+004	5	3.924e+04	orange	3.924E+004 - 4.904E+003	6	4.904e+03	red	4.904E+003 - 5.885E+002	Условия задачи На территории опасного производственного объекта (рис. 4) расположены три вертикальных цилиндрических резервуара номинальным объемом 1000 м³ (РВС 1000), содержащие бензин (Е1, Е2, Т1 – обозначение на плане). Резервуары полностью заполнены ОВ в жидкой фазе. Загромождение пространства, окружающего резервуары – среднее Технологический наземный трубопровод D250. Давление в трубопроводе - 0,7 МПа. Трубопровод не имеет градиента по высоте. Время отключения насосов и закрытия задвижек 300 с. Расстояние между ближайшими задвижками – 1 км. Производительность насоса 250 м3/ч (51 кг/с). Реципиенты риска: Персонал: Административное здание. Число одновременно находящихся сотрудников – 20 чел. Режим работы – 8-ми часовая 5-дневная рабочая неделя. Периметр завода. Число одновременно находящихся сотрудников – 10 чел. Режим работы – сутки через двое. Ремонтные мастерские. Число сотрудников – 35 чел. Режим работы – 8-ми часовая 5-дневная рабочая неделя. Третьи лица: Общезажитие, по списку - 140 чел. Требуется 1) построить поле потенциального риска; 2) определить показатели пожарного риска для персонала объекта и третьих лиц; 3) построить поле частот превышения давления при взрыве ТВС для значений избыточного давления 12 и 28 кПа
№	уровень	цвет	интервал																										
1	1.000e+09	blue	1.000E+009 - 9.917E+007																										
2	9.917e+07	light blue	9.917E+007 - 1.962E+006																										
3	1.962e+06	green	1.962E+006 - 2.943E+005																										
4	2.943e+05	yellow	2.943E+005 - 3.924E+004																										
5	3.924e+04	orange	3.924E+004 - 4.904E+003																										
6	4.904e+03	red	4.904E+003 - 5.885E+002																										

В. Практическое занятие №2. Расчет риска аварий на участке сближения магистрального нефтепровода с населенным пунктом.

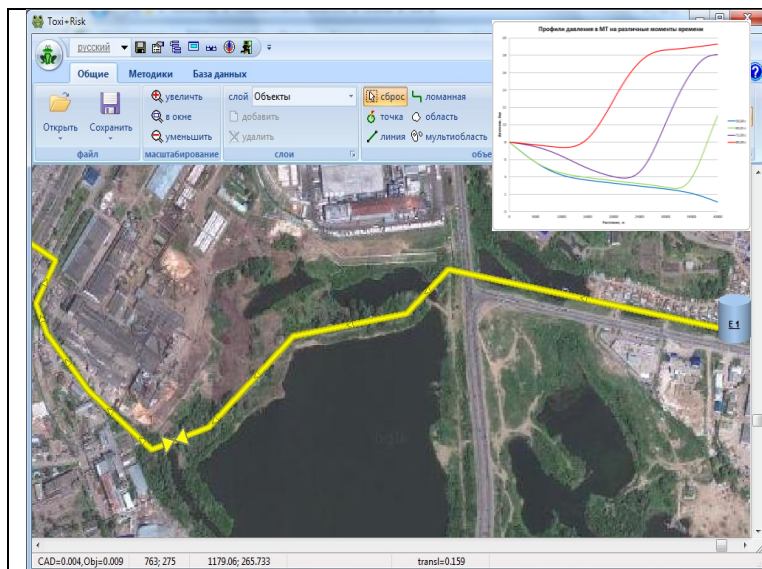
Вводная часть: методические подходы Ростехнадзора к расчету последствий аварий и оценке риска гибели людей на магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах.

В-1. Подготовка ситуационного плана.

Экранная форма ПК «ТОХИ+Risk 5»	Что делаем
 1,5 час	<i>Самостоятельно:</i> - загрузка графической подложки ситуационного плана; масштабирование; - нанесение мест постоянного нахождения людей (населения) - нанесение линейного объекта - вызов инструмента по работе с БД проекта, ввод общих параметров проекта, метеостатистики в районе прохождения трубопровода. - задание шаблона модельного источника

В-2. Мастер-класс: Знакомство с возможностями программного средства ТОХИ+Гидроудар в части расчета массы выброса нефти при различных сценариях разгерметизации нефтепровода

Экранная форма ПК «ТОХИ+Risk 5»	Что делаем
---------------------------------	------------



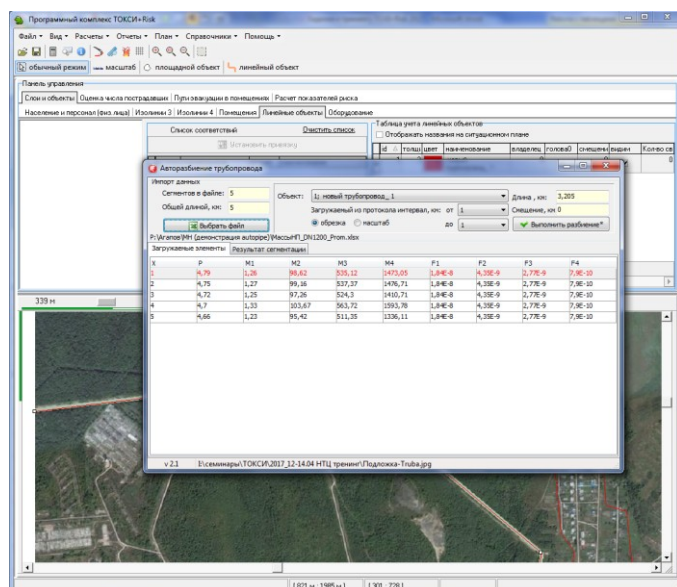
1 час

- Ознакомление с возможностями ПС «ТОХИ+Гидроудар» для моделирования нестационарных течений жидкости в соответствии с РБ МН и МНПП и оценки массы выброса нефти
- загрузка вертикального профиля трассы, расстановка запорной арматуры
- расчет масс выброса нефти для различных сценариев задачи В-1, формирование файла экспорта;
- расчет частоты разгерметизации участков нефтепровода (балльная оценка);
- корректировка файла экспорта масс выброса

В-3. Использование модуля «Авторазбиение трубопровода» (AutoPipe) для загрузки файла экспорта из ТОХИ+Гидроудар в ПК «ТОХИ+Risk»

Экранная форма ПК «ТОХИ+Risk 5»

Что делаем



Поле риска от линейного объекта

1,5 час

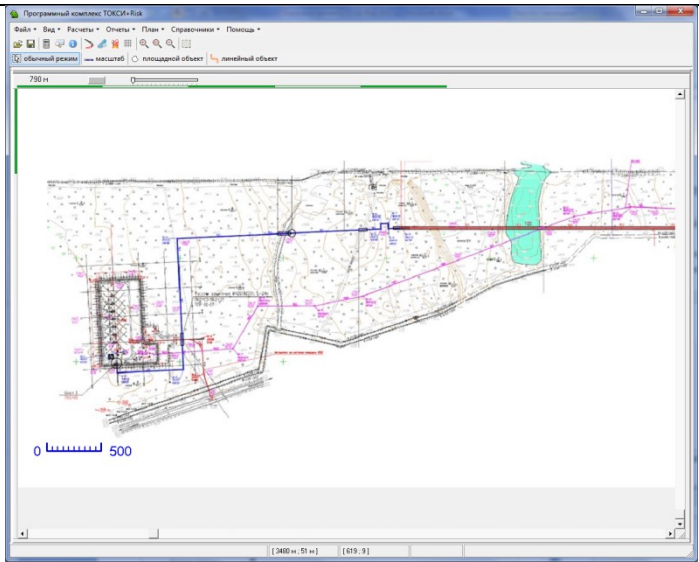
- загрузка файла экспорта масс, сформированного на этапе В-2 в модуль «Авторазбиение трубопровода»
- формирование набора модельных источников для трассы трубопровода.
- пакетный расчет сценариев для модельных источников
- построение поля потенциального риска аварий и показателей риска для участка нефтепровода.

В-4. Самостоятельная работа – расчет показателей пожарного риска для участка магистрального нефтепровода из задания В-1.

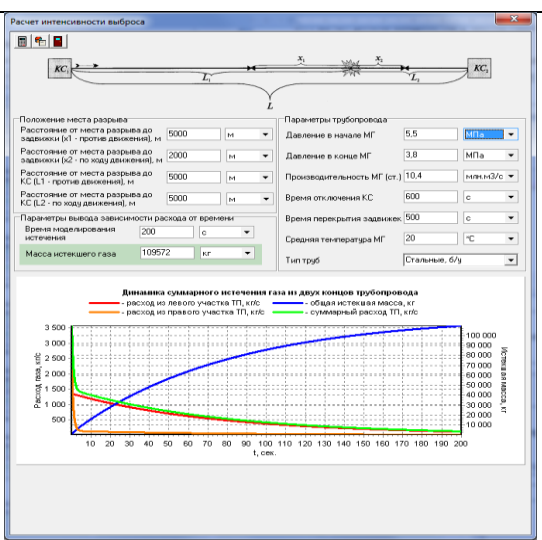
1 час

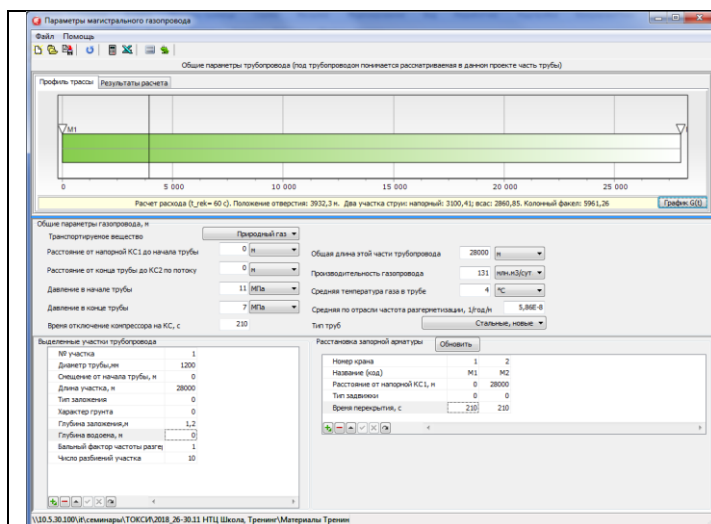
Г. Практическое занятие №3: Расчет риска аварий на участке газопровода.

Г-1. Настройка графической подложки для участка газопровода.

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
	Самостоятельно выполняется загрузка графической подложки, масштабирование и нанесение линейного контура газопровода. Создать шаблон модельного источника и связать его с линейным контуром газопровода
0,5 часа	

Г-2. Оценка аварийного расхода газа при разрыве газопровода и построение поля потенциального риска аварии

Экранная форма ПК «TOXI+Risk 5»	Что делаем
	С использованием модуля «Струевое горение» определить аварийный расход газа из нагнетающей и всасывающей частей газопровода, а также размеры: - зон смертельного поражения для пожара колонного типа; - зон смертельного поражения для настильных струй; Путем конвертации рассчитанных «изолиний 3» в «изолинии 4» сформировать список сценариев. Выполнить расчет поля потенциального риска. Построить сечение поля потенциального риска поперек трассы газопровода и вдоль ЛЭП
1,5 часа	



0,5 часа

С использованием модуля «Магистральный газопровод» (ToxiPipe) задать параметры газопровода, связать сегменты газопровода с линейным контуром, определенным в управляющей оболочке, и выполнить расчет опасных факторов при разгерметизации газопровода. Выполнить расчет поля потенциального риска Построить поле частот превышения заданной интенсивности излучения

Г-3. Самостоятельная работа: Определить показатели пожарного риска для магистрального газопровода со следующими параметрами:

Внешний диаметр 1420 мм

Толщина стенок – 10 мм

Рабочее давление 10 МПа

Протяженность 120 км

Максимальная суточная производительность газопровода 131 млн. м³/сут. (1064 кг/с)

Время принятия решения диспетчерской службой по перекрытию аварийного участка после получения информации с приборов контроля - 2 мин. Время автоматического перекрытия шаровых кранов-задвижек - 1,5 мин.

1 час