

Расчет взрывоопасных зон по ГОСТ 31610.10.1-2022, СП 423.1325800-2018, ПУЭ 7.3.



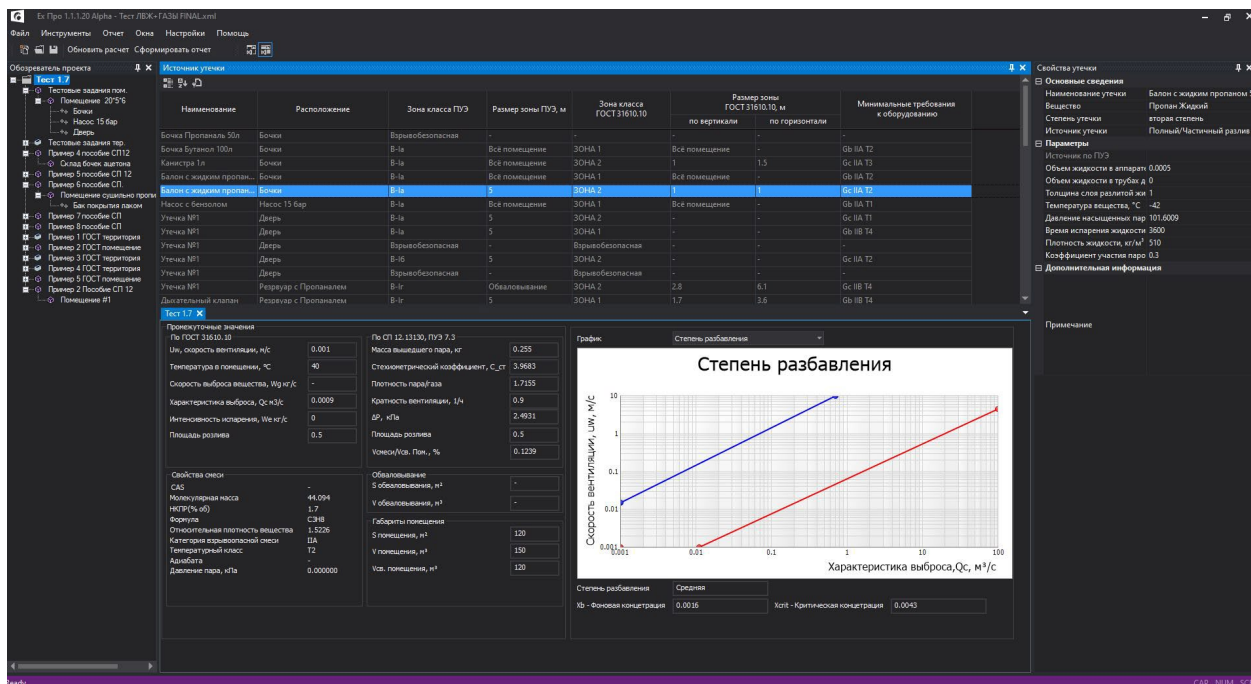
**Инструкция по
эксплуатации.**

Оглавление

Введение	3
Общая компоновка.....	5
Создание проекта:.....	6
Добавление зданий или территорий, помещений или установок в проект.....	8
Добавление точек утечек в помещение, установку или территорию.....	13
Параметры утечки	16
Вентиляция наружных установок	19
Промежуточные значения.....	20
График степени разбавления по ГОСТ 31610.10.....	22
Сравнение X_b и X_{crit}	23
Определение класса взрывоопасной зоны по ГОСТ 31610.10	23
Определение размера взрывоопасной зоны по ГОСТ 31610.10	24
Расчет взрывоопасной зоны по ПУЭ 7.3 в помещении.....	25
Расчет взрывоопасной зоны по ПУЭ 7.3 для наружных установок.	25
Расчет избыточного давления взрыва по СП 423 для помещений.....	26
Добавление новой смеси	27
Выгрузка отчета.....	31

Введение

Программа для расчета Взрывоопасных зон EX-ПРО



Программное обеспечение **EX-ПРО** – автоматизированный помощник в расчете взрывоопасных зон, благодаря которому можно провести расчет зон по ГОСТ 31610.10-2022, СП 423.1325800 и ПУЭ 7.3 с учетом требований СП 12.131. Помимо расчетов зон программа имеет отдельные калькуляторы для расчета промежуточных данных, имеет базу, в которой собраны вещества из различных официальных источников. Программа позволяет создать детальный проект, с указанием классов, размеров и границ взрывоопасных зон, а также выгрузить детальный расчет.

Всё необходимое в одной программе.

Программа содержит интуитивно понятный интерфейс, генератор различных отчётов, аналитические инструменты по каждому источнику утечки и многое другое. Также позволяет в рамках одного проекта независимо провести:

- Расчет согласно ГОСТ 31610.10-2022
- Расчет согласно СП 423.1325800
- Расчет согласно ПУЭ 7.3 с учетом требований СП 12.13130.2009
- Расчет адиабаты, молярной массы, давления паров насыщенного газа и т.д.
- Проверка вентиляции помещений
- Графический анализ расчетной зоны
- Более 1000 взрывоопасных смесей в базе.

Сокращайте время на проектирование

Цифровой подход позволяет на этапе проектирования избежать множества ошибок, а также провести анализ взрывобезопасности в существующих зданиях и территориях.

В основе ЕХ-ПРО используются современные стандарты по взрывозащите, где учтены всевозможные ограничительные факторы и проверки, позволяющие эффективно применять программу для выполнения практических задач.

Экономьте время за счёт автоматизации расчёта взрывоопасных рисков объекта и получайте готовый отчёт с профессиональными результатами.

ЕХ ПРО позволяет определять различные типы взрывоопасных зон в зданиях, сооружениях и строениях различных классов, и наружных установок.

Применимость

Программа применяется для выполнения расчётов следующих объектов:

- Объекты нефтехимической отрасли
- Объекты газовой отрасли
- Резервуары, баки для хранения ЛВЖ и газов
- Компрессоры, насосы, оборудование под давлением
- Фланцевые и прочие технологические соединения.

Наша программа умеет определять:

- дистанцию выброса
- массовую скорость выброса
- объёмную скорость утечки
- избыточное давление для помещений
- процент заполнения помещения взрывоопасным паром или газом
- тип и размер зоны по ГОСТ 31610.10 и ПУЭ 7.3
- получить подробный отчет

Ключевые особенности

На текущий момент ЕХ-ПРО является уникальной и единственной программой, учитывающей все действующие на текущий момент Российские стандарты в области взрывозащиты.

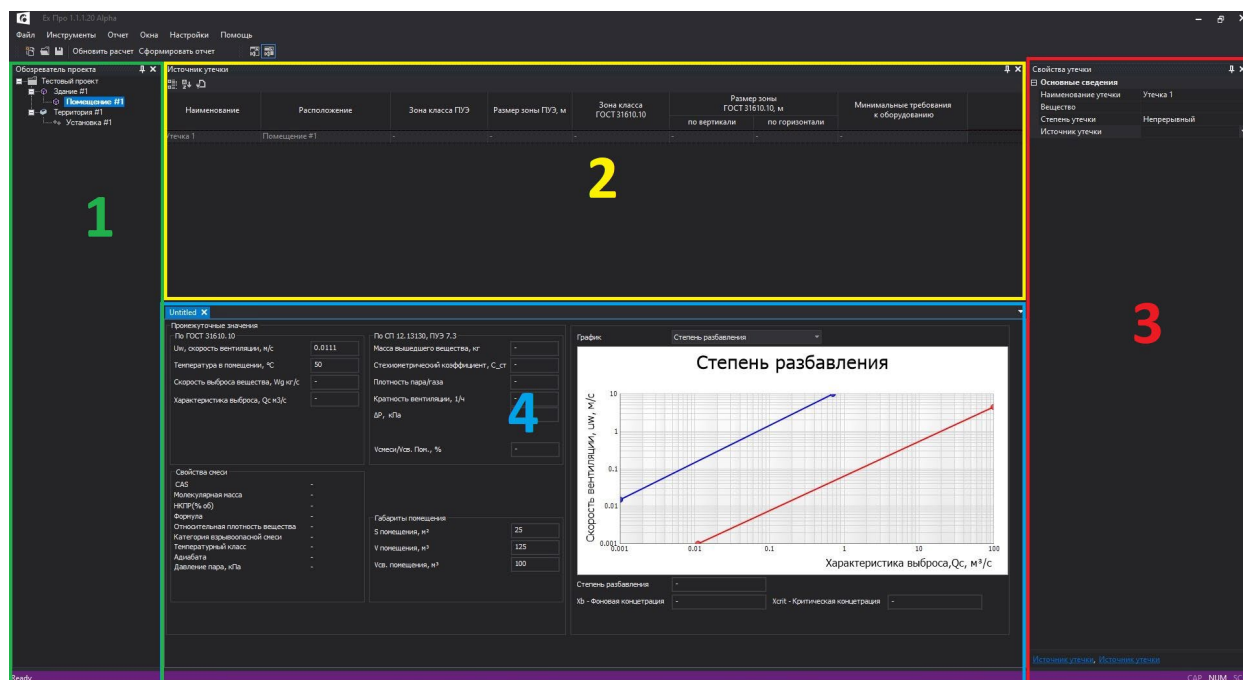
В программе собрана самая большая база взрывоопасных веществ, в которой объединена информация с различных официальных источников.

В базе веществ есть уникальная возможность добавить собственные вещества для реализации собственных проектов.

Вывод отчета согласно требованию ГОСТ 31610.10, а также возможность вывести полный отчет по каждому источнику утечки.

Визуальной составляющей программы является возможность анализировать графики, взятые из ГОСТ 31610.10 и подбирать наиболее удобные параметры установки и помещения для создания наименее опасной взрывоопасной зоны.

Общая компоновка



1. Дерево проекта
2. Источник утечки
3. Свойства утечки
4. Промежуточные результаты.

В «Дереве проектов» задаются здания, помещения, территории и установки.

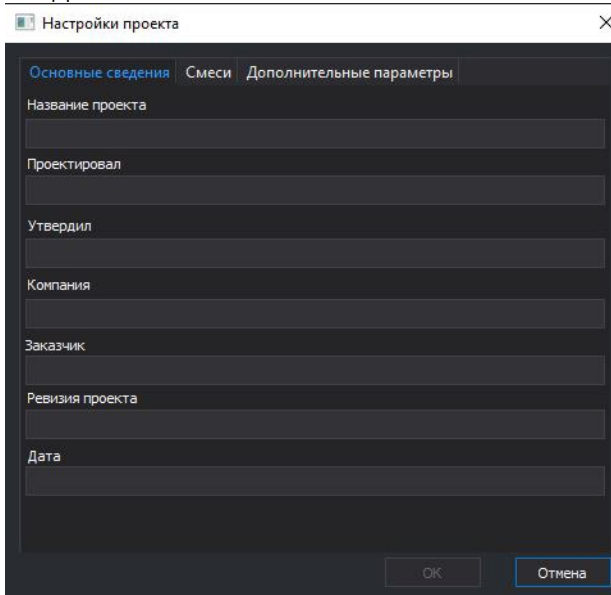
В окне «Источник утечки» отображаются и создаются точки утечек, отображаются итоговый результаты по размерам и классам зон.

В окне «Свойства утечки» задаются параметры для расчета.

В окне «Промежуточные результаты» отображаются промежуточные параметры произведенного расчета.

Создание проекта:

1. Нажмите кнопку «Файл», далее «Новый», заполните информацию по основным сведениям.



Настройки проекта

Основные сведения | Смеси | Дополнительные параметры

Название проекта

Проектировал

Утвердил

Компания

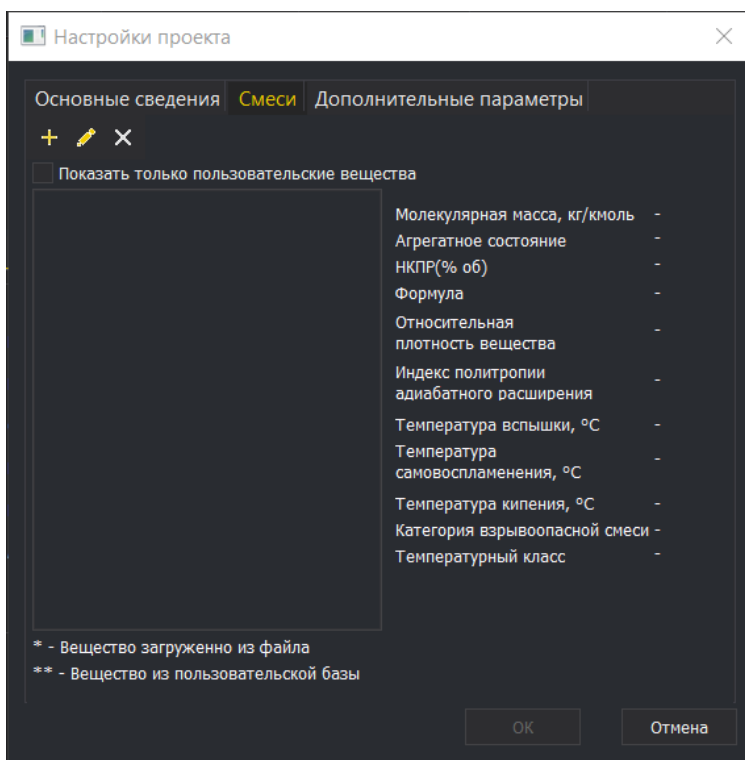
Заказчик

Ревизия проекта

Дата

OK Отмена

2. Во вкладке «Смеси» нажмите кнопку «Добавить».



Настройки проекта

Основные сведения | **Смеси** | Дополнительные параметры

+ ✎ ✕

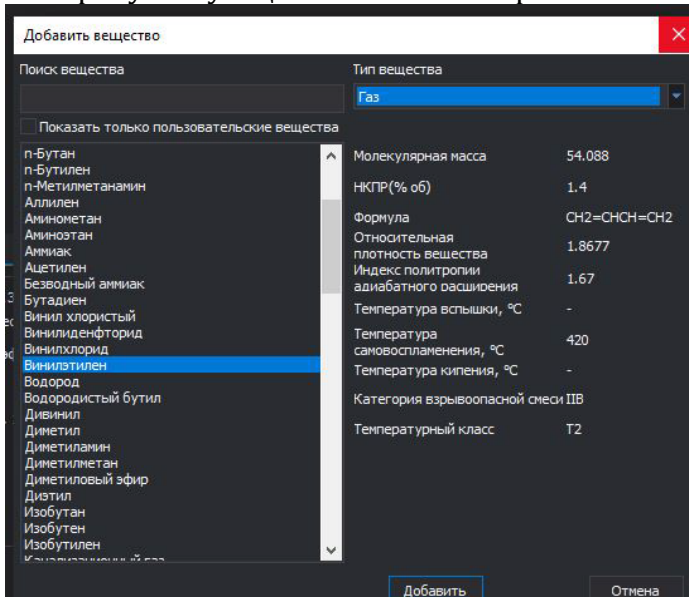
☐ Показать только пользовательские вещества

Молекулярная масса, кг/кмоль	-
Агрегатное состояние	-
НКПР(% об)	-
Формула	-
Относительная плотность вещества	-
Индекс политропии адиабатного расширения	-
Температура вспышки, °C	-
Температура самовоспламенения, °C	-
Температура кипения, °C	-
Категория взрывоопасной смеси	-
Температурный класс	-

* - Вещество загружено из файла
** - Вещество из пользовательской базы

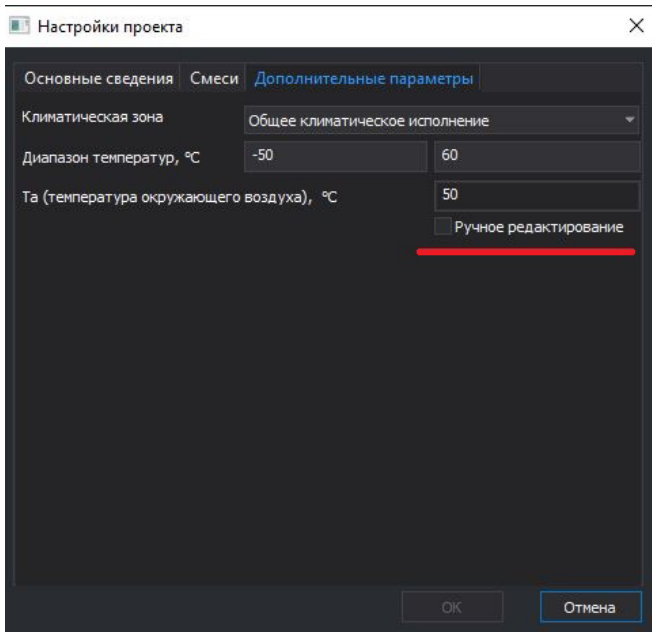
OK Отмена

3. Выберите и добавьте смесь из базы. Если необходимая смесь отсутствует или ее свойства не соответствуют проектным - воспользуйтесь функцией «Добавления смеси» в базе веществ. (См. п. Добавление новой смеси) Необходимо добавить все присутствующие на объекте взрывоопасные смеси.



Добавить вещество	
Поиск вещества	Тип вещества: Газ
☐ Показать только пользовательские вещества	
п-Бутан п-Бутилен п-Метилметанамин Аллилен Аминоэтан Аминоэтан Аммиак Ацетилен Безводный аммиак Бутадиен Винил хлористый Винилиденфторид Винилхлорид Винилэтилен Водород Водородистый бутил Дивинил Диметил Диметиламин Диметилметан Диметиловый эфир Диэтил Изобутан Изобутен Изобутилен	Молекулярная масса: 54.088 НКПР(% об): 1.4 Формула: CH2=CHCH=CH2 Относительная плотность вещества: 1.8677 Индекс политропии адиабатного расширения: 1.67 Температура вспышки, °C: - Температура самовоспламенения, °C: 420 Температура кипения, °C: - Категория взрывоопасной смеси IIB Температурный класс: T2
Добавить Отмена	

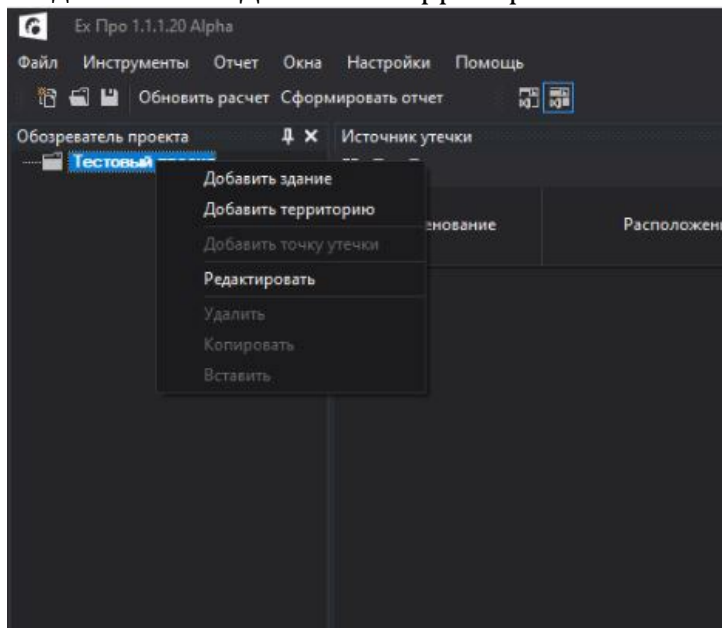
4. Во вкладке «Дополнительные параметры» укажите климатическую зону. Программа автоматически предложит диапазон. Для ручной смены, установите галочку «Ручное редактирование».



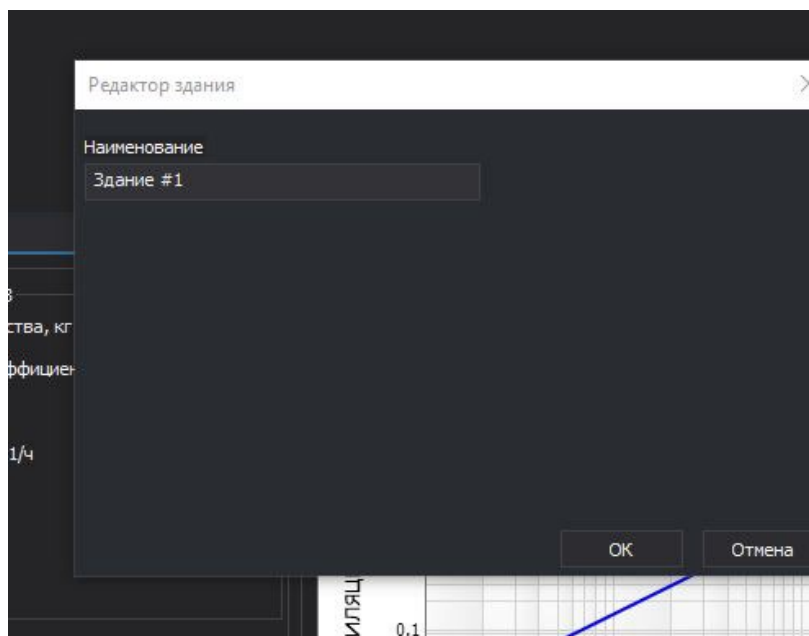
Настройки проекта	
Основные сведения Смеси Дополнительные параметры	
Климатическая зона	Общее климатическое исполнение
Диапазон температур, °C	-50 60
Ta (температура окружающего воздуха), °C	50
☒ Ручное редактирование	
ОК Отмена	

Добавление зданий или территорий, помещений или установок в проект.

1. Щелкните правой кнопкой на вкладке проекта, далее выберите «Добавить здание» или «Добавить Территорию».



2. Укажите наименование здания или территории в открывшемся окне.



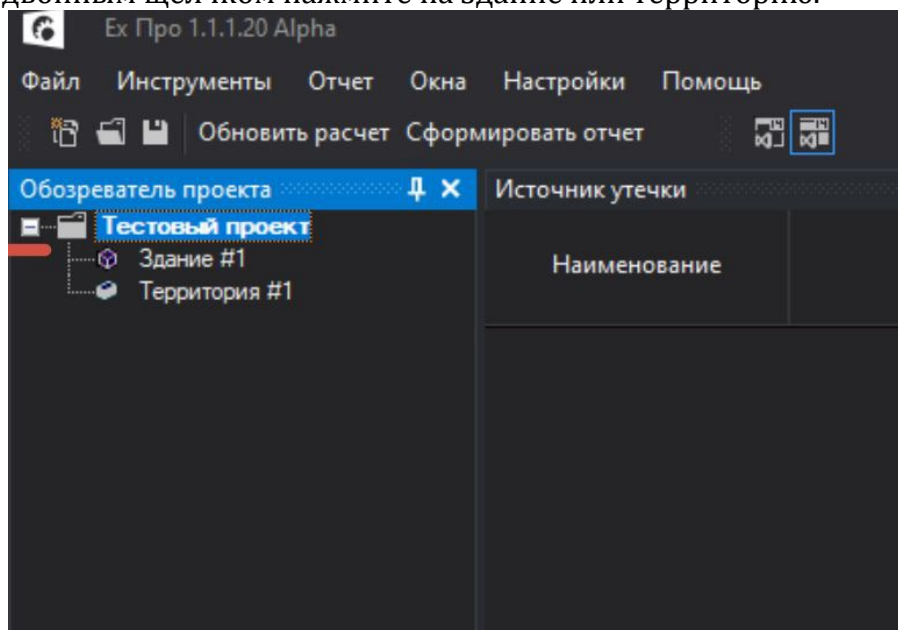
3. Для территории при наличии обвалования или ограждения установите соответствующую галочку, введите площадь и объем. В дальнейшем это ограничит площади розлива при возможных авариях.

Редактор территории

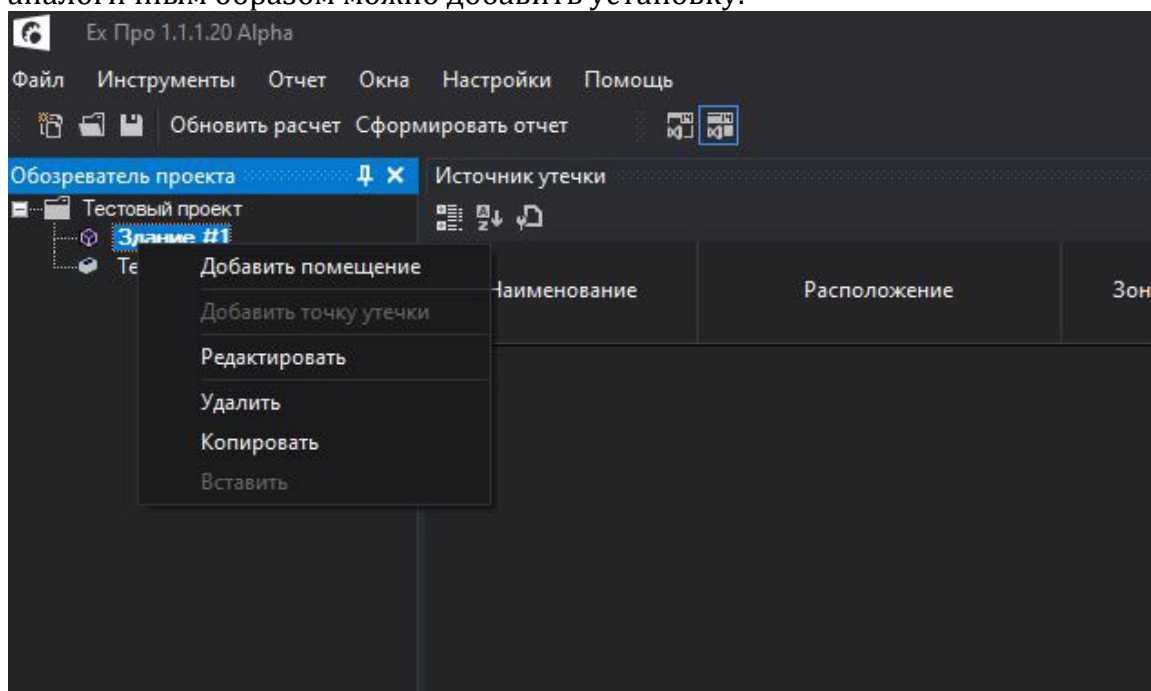
Наименование	Территория #1
☒ Есть обваловывание	
S обваловывания, м ²	1
V обваловывания, м ³	1

OK Отмена

4. Для перехода в здание или помещение нажмите на вкладке «+», и далее двойным щелчком нажмите на здание или территорию.



5. Щелкните правой кнопкой на здание или территорию, выберите «Добавить помещение» для зданий или установку для территорий. Также, в помещение аналогичным образом можно добавить установку.



«Габариты помещения». Во вкладке редактора помещения необходимо задать его геометрию.

Редактор помещения

Основные сведения | **Габариты помещения** | Вентиляция

Длина, м: 0 Ширина, м: 0 Высота, м: 0

Объем помещения, м³: 0 ☐ Ручной ввод

Площадь помещения, м²: 0

Свободный объем помещения, м³: 0

OK Отмена

Установите галочку «Ручной ввод» для изменения параметров. По умолчанию программа рассчитывает свободный объем как 80% от общего объема.

6. Вентиляция в помещении.

Редактор помещения

Основные сведения | Габариты помещения | **Вентиляция**

Готовность вентиляции: Плохая ?

Производительность вентиляции, м³/ч: 0.000000

Расчет сечения помещения относительно: Длины помещения(Д x В)
☐ Ручной ввод скорости вентиляции

Скорость вентиляции, м/с: 0.000000

☒ Вентиляция соответствует требованиям СП 12.13130 А 2.3 ?

Коэффициент f (неэффективность вентиляции): 3 ?

OK Отмена

А) Установите «Готовность вентиляции».

- хорошая вентиляция присутствует постоянно;
- средняя вентиляция присутствует при нормальных условиях эксплуатации. Допускаются ее перерывы при условии, что они редкие и кратковременные;
- плохая вентиляция не соответствует требованиям первого и второго уровней готовности, при этом длительные ее перерывы не предполагаются.

Установите «Производительность вентиляции» в помещении. Для этого введите общую сумму производительности вентиляции, аварийной и дежурной.

Б) Установите «Скорость вентиляции».

Скорость вентиляции можно рассчитать автоматически относительно сечения по длине или ширине, умноженной на высоту. Или воспользоваться галочкой «Ручной ввод скорости вентиляции».

В) Установите галочку «Вентиляция соответствует требованиям СП 12.13130 А 2.3»

ВНИМАНИЕ! Без установления данной опции, из объема выброса не будет вычитаться объем вентиляции.

Требования к вентиляции:

Допускается учитывать работу аварийной вентиляции, если она обеспечена резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности по Правилам

устройства электроустановок (ПУЭ), при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии.

Допускается учитывать постоянно работающую общеобменную вентиляцию, обеспечивающую концентрацию горючих газов и паров в помещении, не превышающую предельно допустимую взрывобезопасную концентрацию, рассчитанную для аварийной вентиляции.

Указанная общеобменная вентиляция должна быть оборудована резервными вентиляторами, включающимися автоматически при остановке основных. Электроснабжение указанной вентиляции должно осуществляться не ниже, чем по первой категории надежности по ПУЭ

Г) Установите «Коэффициент f' (неэффективности вентиляции) от 1 до 5.

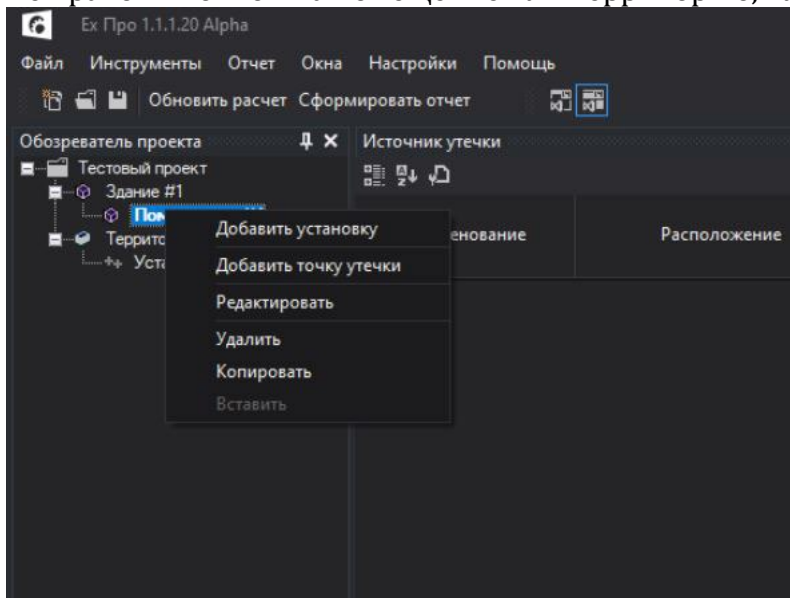
– Для случаев, когда смесь распределяется равномерно по помещению, вентиляция находится на расстоянии от источника утечки допустимо применять коэффициент $f = 1$. В случаях плохой вентиляции, коэффициент может быть от 1,5 для умеренно неэффективного перемешивания и 5 для очень неэффективного перемешивания.

(Вентиляции мешает наличие занятого установками пространства).

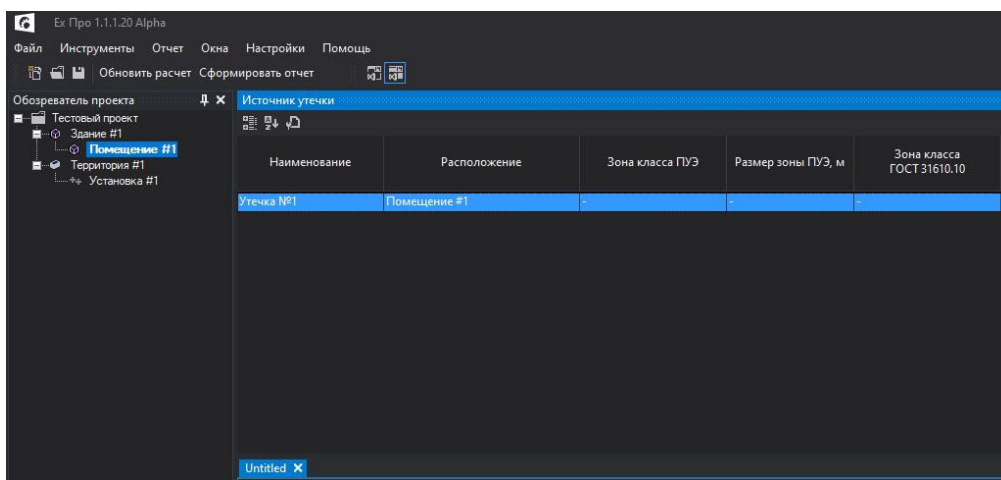
Нажмите на знак вопроса для получения интерактивной подсказки.

Добавление точек утечек в помещение, установку или территорию.

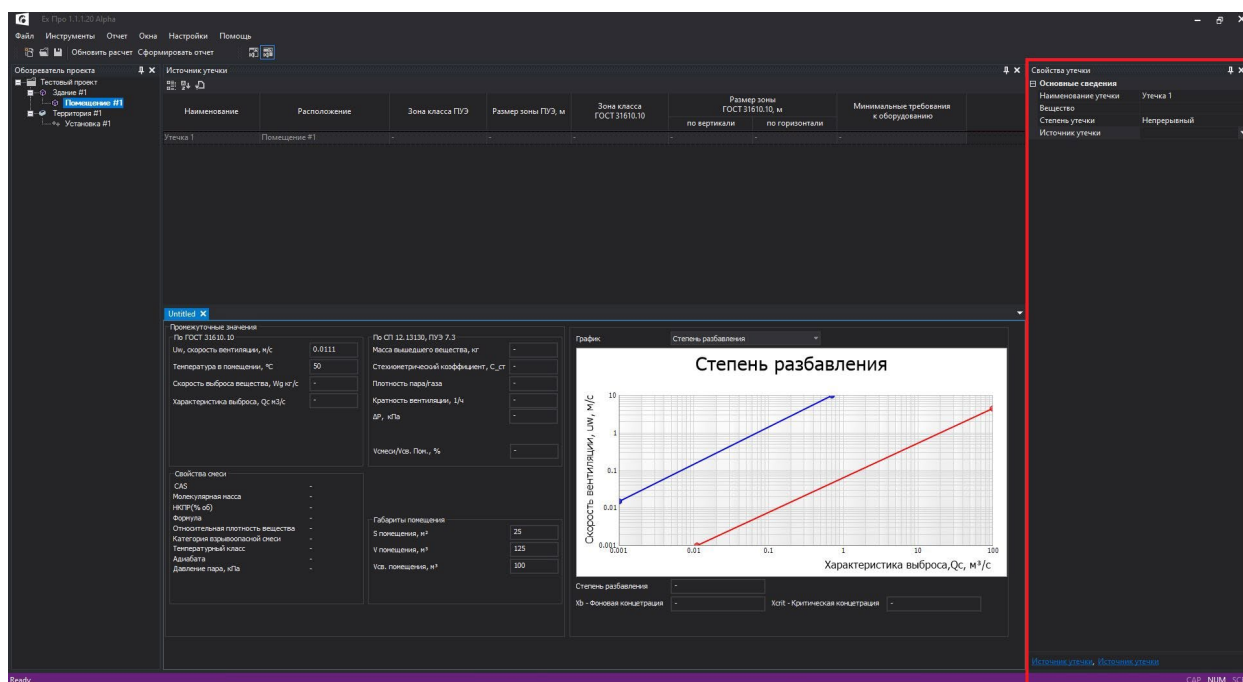
1. Выберите «Помещение или территория», или «Установка» двойным щелчком. Нажмите правой кнопкой на помещение или территорию, или установку.



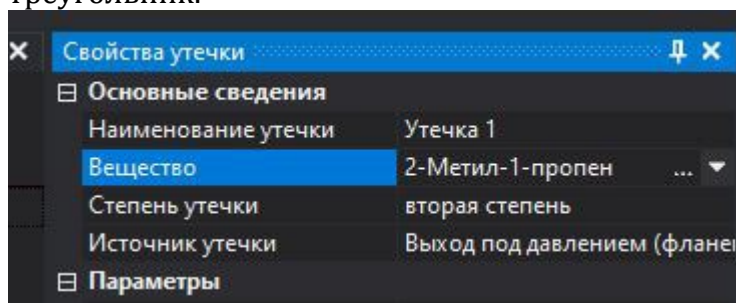
2. Выберите «Добавить точку утечки». В окне Источники утечки появится новая строка.



3. В Окне «Свойства утечки».



- Выберите вещество из списка в соответствующей вкладке нажав на треугольник.



- Нажмите на троеточие для возврата к базе смесей и добавлению смесей в проект.
- Выберите степень утечки источника в зависимости от его типа.

Источники непрерывной утечки:

- поверхность горючей жидкости в закрытом резервуаре с постоянно открытым в атмосферу вентиляционным каналом;
- поверхность горючей жидкости в резервуаре, который открыт непрерывно или в течение длительных периодов времени.

Источники первой степени:

- уплотнения насосов, компрессоров или клапанов с утечкой горючего вещества в нормальном режиме работы;
- устройства отделения воды в резервуарах с горючим газом или жидкостью, из которых возможна утечка горючего вещества в атмосферу в процессе выпуска воды в нормальном режиме работы;
- устройства отбора проб, через которые возможна утечка горючего вещества в нормальном режиме работы;

- г) клапаны сброса, вентиляционные каналы и другие отверстия, через которые возможна утечка горючего вещества в нормальном режиме работы.

Источники второй степени:

- а) уплотнения насосов, компрессоров и клапанов, через которые утечка горючего вещества в нормальном режиме работы невозможна;
- б) фланцы, соединения и трубные фитинги, через которые утечка горючего вещества в нормальном режиме работы невозможна;
- в) устройства отбора проб, через которые утечка горючего вещества в нормальном режиме работы невозможна;
- г) клапаны сброса, вентиляционные каналы и другие отверстия, через которые утечка горючего вещества в нормальном режиме работы невозможна.

- Выберите тип источника утечки:

Для ЛВЖ.

- Полный/частичный розлив

– интерфейс предназначен для работы с определенным пользователем объёмом вещества. Размеры по ПУЭ и по ГОСТ определяются с учетом одного объема розлива. Подходит для анализа ёмкостей различного объема.

- Розлив из отверстия под давлением

- интерфейс предназначен для работы с массой вышедшей жидкости из теоретического отверстия, отсчитанной за время срабатывания запорной арматуры по ГОСТ, а также общим объемом согласно ПУЭ. Подходит для анализа запорной арматуры, насосов, компрессоров и прочих изделий, работающих под избыточным давлением.

- Дыхательные, дренажные клапана

- интерфейс предназначен для упрощенного расчета размера зон, по техническим характеристикам клапана.

- Дверь/проем в помещение

- интерфейс предназначен для упрощенного расчета зон от двери, исходя из смежного класса помещений.

Для Газа

- Выход под давлением (фланец, соединения, клапан)

- интерфейс предназначен для работы с газом, вышедшим из теоретического отверстия, отсчитанного за время срабатывания запорной арматуры по ГОСТ, а также общим объемом согласно ПУЭ. Подходит для анализа запорной арматуры, насосов, компрессоров и прочих изделий, работающих или находящихся под избыточным давлением.

- Выброс с клапана

- интерфейс предназначен для упрощенного расчета размера зон, по техническим характеристикам клапана.

- Дверь / проем в помещении
- интерфейс предназначен для упрощенного расчета зон от двери, исходя из смежного класса помещений.

Параметры утечки

Источник ПУЭ.

Для наружных установок необходимо классифицировать источник согласно ПУЭ.

Выберите нужный тип, и программа установит зону В-Iг согласно главе 7.3.

- 0,5 м по горизонтали и вертикали от проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Ia, В-II;
- 3 м по горизонтали и вертикали от закрытого технологического аппарата, содержащего горючие газы или ЛВЖ; от вытяжного вентилятора, установленного снаружи (на улице) и обслуживающего помещения со взрывоопасными зонами любого класса;
- 5 м по горизонтали и вертикали от устройств для выброса из предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами или ЛВЖ, от расположенных на ограждающих конструкциях зданий устройств для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений с взрывоопасными зонами любого класса;
- 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры); при наличии обвалования - в пределах всей площади внутри обвалования;
- 20 м по горизонтали и вертикали от места открытого слива и налива для эстакад с открытым сливом и наливом ЛВЖ.
- Эстакады с закрытыми сливно-наливными устройствами, эстакады и опоры под трубопроводы для горючих газов и ЛВЖ не относятся к взрывоопасным, за исключением зон в пределах до 3 м по горизонтали и вертикали от запорной арматуры и фланцевых соединений трубопроводов, в пределах которых электрооборудование должно быть взрывозащищенным для соответствующих категории и группы взрывоопасной смеси.

Объем жидкости в аппарате

Необходимо указать объем жидкости в аппарате или емкости в кубических метрах. Если рассчитывается только содержимое трубы, объем необходимо указать 0.

Объем жидкости в трубах

Необходимо указать объем жидкости в смежных трубах с аппаратом или емкостью. Также необходимо включить объем жидкости, который выльется за время закрытия запорной арматуры. Если трубы отсутствуют, объем необходимо указать 0.

Коэффициент разгрузки, Cd

Cd – коэффициент расхода (безразмерный показатель), который является характеристикой отверстий утечек и расчетов влияния турбулентности и скорости, обычно 0,50 - 0,75 для несимметричных отверстий и 0,95-0,99 для круглых отверстий

Давление внутри емкости

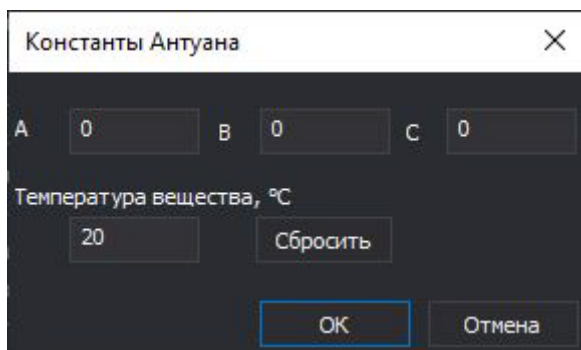
Необходимо указать максимальное возможное давление внутри емкости или аппарата в Кпа.

Температура вещества, С

Необходимо указать температуру, при которой хранится или обращается вещество внутри технологического оборудования.

Давление насыщенных паров (Pv, Кпа).

Необходимо указать давление насыщенных паров при температуре жидкости соответствующей максимальной температуре области розлива. Давление можно рассчитать с помощью уравнения Антуана, нажмите на троеточие для расчета по константам.



Константы Антуана

A 0 B 0 C 0

Температура вещества, °C

20 Сбросить

OK Отмена

Толщина слоя разлитой жидкости

2 мм – для жидкостей, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей

1мм – для остальных жидкостей (СП 12.131330.2009 А1.2)

10 мм – слой жидкости, который образуется быстро согласно ГОСТ 31610.10.1 В 7.3

Или введите произвольное значение.

Поперечное сечение отверстия

Для непрерывных утечек и утечек первой степени эквивалентные размеры определяются размером и формой выпускного отверстия, например, различные вентиляционные отверстия и дыхательные клапаны, где газ выделяется в относительно предсказуемых условиях. Справочник по эквивалентным размерам проемов, может учитываться для утечек второй степени, включенных в Таблицу В.1.

Для просмотра интерактивного справочника нажмите на троеточие.

Выбор поперечного сечения отверстия

Рекомендуемые поперечные сечения отверстий для утечек второй степени.					
Тип оборудования	Часть оборудования	Типовые значения для условий при которых размер отверстия утечки не увеличится, S мм ²	Типовые значения для условий при которых размер отверстия утечки может увеличиться, S мм ² , например при эрозии	Типовые значения для условий при которых размер отверстия утечки может увеличиться до катастрофических размеров, S мм ² , например при взрыве	Рекомендуемые поперечные сечения отверстий для непрерывной утечки или утечки первой степени.
	Фланцы с прокладкой из скатого волокна или подобными прокладками	≥ 0,025 до 0,25	>0,25 до 2,5	(сегмент между двумя болтами)х(толщину прокладки) ≥ 1 мм	Определяется размером, формой выпускного отверстия
	Фланцы со спирально-навитой прокладкой или подобными прокладками	0,025	0,25	(сегмент между двумя болтами)х(толщину прокладки) ≥ 0,5 мм	Определяется размером, формой выпускного отверстия
Уплотняющие элементы на стационарных частях	Кольцевые прокладки	0,1	0,25	0,5	Определяется размером, формой выпускного отверстия
	Отвод трубы малого диаметра до 5 мм. Кольцевые соединения, резьбовые соединения, компрессионные, быстросъемные с малым внутренним диаметром	≥ 0,0025 до 0,1	>0,1 до 0,25	1	Определяется размером, формой выпускного отверстия
Уплотняющие элементы на движущихся при низкой скорости частях	Уплотнение штока клапана	0,25	>2,5	Определяется на основе данных изготовителя оборудования, но не менее, чем 2,5 мм ²	Определяется размером, формой выпускного отверстия
	Клапан для сброса давления	0,1X (Площадь отверстия)	Не применяется	Не применяется	Определяется размером, формой выпускного отверстия
	Центробежные насосы и компрессоры	Не применяется	≥ 1 до 5	Определяется на основе данных изготовителя, но не менее чем 5 мм ²	Определяется размером, формой выпускного отверстия
Более низкие значения в диапазоне следует выбирать для идеальных условий, когда вероятность выхода из строя мала, например при работе на низких значениях. Более высокие значения когда рабочие условия близки тех. характеристикам оборудования, а также когда неблагоприятные условия, такие как вибрация, перепады температур, загрязнения, плохие условия окружающей среды могут привести увеличить вероятность выхода из строя.					

Время вытекания жидкости

Расчетное время отключения трубопроводов определяют в каждом конкретном случае, исходя из реальной обстановки, и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

- времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов;
- 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;
- 300 с при ручном отключении;

*СП 12.13130.2009 А1.

Время испарения

Длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

Плотность жидкости

Укажите плотность жидкости в кг/м³.

Коэффициент участия паров Z

Z — коэффициент участия горючих газов и паров в горении, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения

согласно приложению Д. Допускается принимать значение Z по таблице А.1;

Т а б л и ц а А.1 — Значение коэффициента Z участия горючих газов и паров в горении

Вид горючего вещества	Значение Z
Водород	1,0
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

Вентиляция наружных установок

Готовность вентиляции.

Для наружных установок для каждой точки утечки необходимо задать готовность вентиляции.

Средняя

- хорошая вентиляция присутствует постоянно.
- на открыто продуваемых участках.

Плохая

- на плохо продуваемых участках, например, в ямах, дамбах или в местах, окруженных высокими строениями.

Высота точки утечки от земли

Необходимо указать высоту точки утечки от земли.

Характеристика зоны

Если пространство открыто продуваемо, и для продува источника утечки отсутствуют препятствия, необходимо выбрать зоны без препятствий.

Если присутствуют препятствия выбираем зоны с препятствиями.

Скорость наружной вентиляции.

Программа устанавливает скорость наружной вентиляции исходя из введенных данных. Для вызова интерактивной таблицы нажмите на троеточку рядом с параметрами.

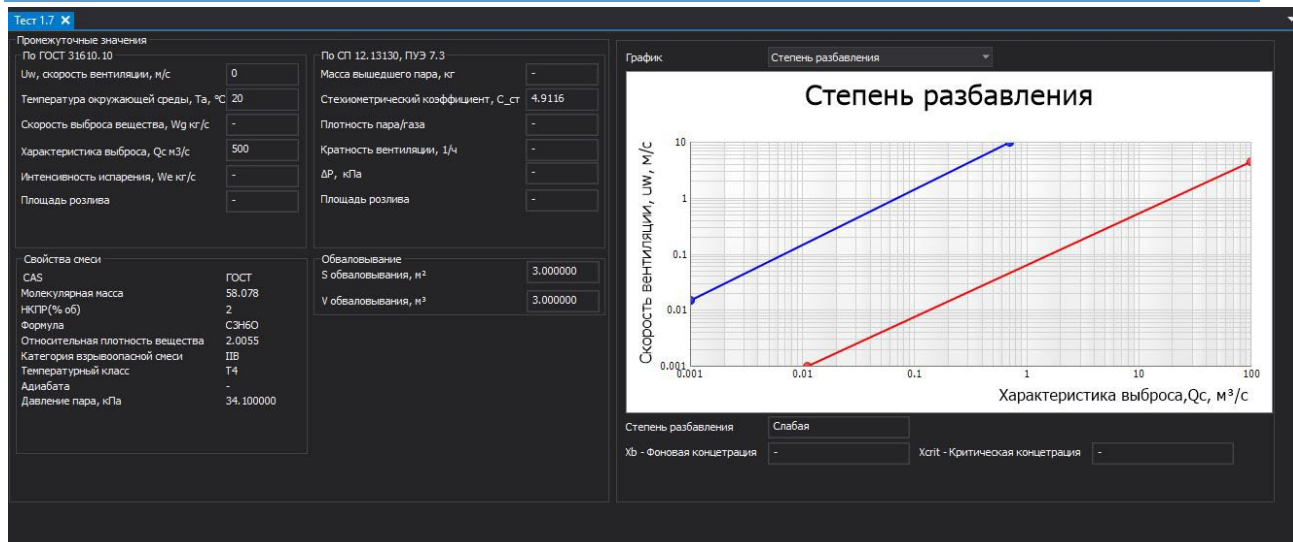
Выбор скорости вентиляции



Высота от земли	Зоны без препятствий			Зоны с препятствиями		
	≤ 2 м	> 2 м до 5 м	> 5 м	≤ 2 м	> 2 м до 5 м	> 5 м
Легче утечек смесей воздуха с газом/ паром	0,5 м/с	1 м/с	2 м/с	0,5 м/с	0,5 м/с	1 м/с
Тяжелее утечек смесей воздуха с газом/ паром нейтральной плавучести	0,3 м/с	0,6 м/с	1 м/с	0,15 м/с	0,3 м/с	1 м/с
Скорость испарения с поверхности жидкости при любой высоте	$\geq 0,25$ м/с			$\geq 0,1$ м/с		

Для ручного выбора наружной скорости выберите нужную ячейку или введите значение вручную.

Промежуточные значения.



Данное окно является монитором полученных значений и позволяет в постоянном режиме следить за данными. Как только вы меняете значения в свойствах утечки, программа автоматически производит пересчет значений.

Промежуточные значения

По ГОСТ 31610.10

Uw, скорость вентиляции, м/с: 0

Температура окружающей среды, Та, °C: 20

Скорость выброса вещества, Wg кг/с: -

Характеристика выброса, Qc м³/с: 500

Интенсивность испарения, We кг/с: -

Площадь разлива: -

Uw

Значения соответствуют скорости вентиляции полученной посредством интерфейса вентиляции в помещениях или наружных установках.

Температура окружающей среды

Указана максимальная температура помещения или наружной установки.

Скорость выброса вещества Wg кг/с

Для расчета данного параметра используется формула, соответствующая ГОСТ 31610.10-2022

$$W = Cd * S * \sqrt{2 * p * \Delta P} \quad (B.1)$$

Данный параметр указан для наружных установок или помещений при выборе источнике утечки Выход под давлением, тип вещества ЛВЖ.

Площадь разлива

Площадь разлива определяется как

$A_p = V(\text{м}^3) / \text{Нж.}$

Где – V – образовавшийся за время отключения объем смеси.

Нж – высота

Интенсивность испарения

$$We = \frac{18.3 * 10^{-3} * u_w^{0.78} * F_n * p_v * M^{0.667}}{R * T} \quad (\text{B.6})$$

Данный параметр указан для наружных установок или помещений при выборе источнике утечки Выход под давлением или Полный/частичный розлив, тип вещества ЛВЖ.

Плотность газа рассчитывается по формуле

$$\rho_g = \frac{P_a * M}{R * T_a}$$

Характеристика выброса

Характеристика выброса рассчитывается по формуле

$$Q_c = \frac{W_e}{\text{НКПР} * \rho_g}$$

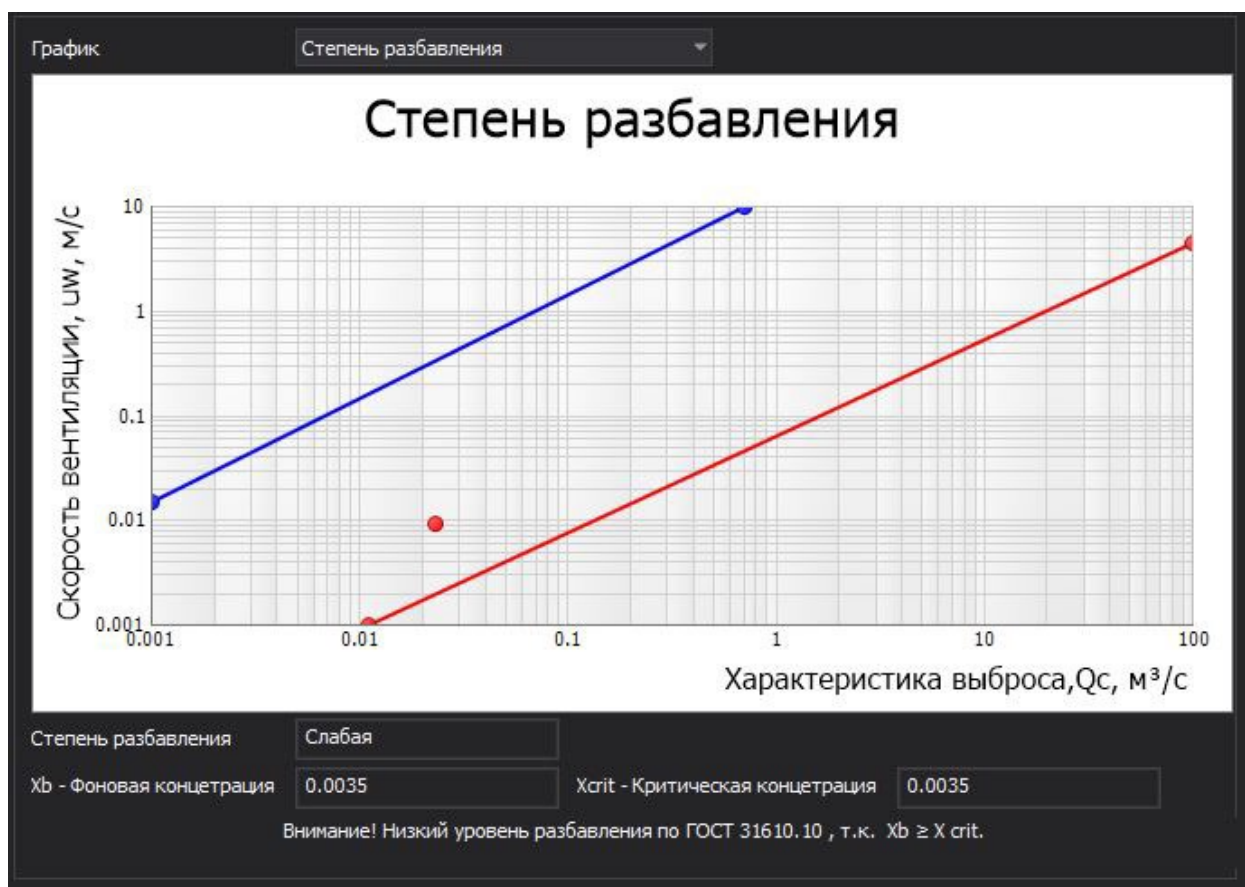
Характеристика объема утечки (м³ / с);

Определение уровня разбавления.

Уровень разбавления определяется исходя из характеристики выброса Qc и скорости вентиляции Uw исходя из графика Е1. ГОСТ 31610.10-1-2022.



График степени разбавления по ГОСТ 31610.10.



Точка на графике покажет высокое, среднее, или низкое разбавление. Выше синей линии высокое, от синей до красной среднее, ниже красной низкое.

Сравнение X_b и X_{crit} .

В случае помещений если фоновая концентрация превышает критическую, уровень разбавления принимается низким согласно ГОСТ 31610.10-1-2022. В случае низкого разбавления в помещении, весь объем помещения принимается как взрывоопасная зона.

$$X_{crit} = 0,25 * НКПР$$
$$X_b = \frac{f * Q_g}{A * V}$$

Определение класса взрывоопасной зоны по ГОСТ 31610.10

График Влияние уровня вентиляции на класс зон

Эффективность вентиляции

Высокое разбавление

Среднее разбавление

Слабое разбавление

Степень утечки

Готовность вентиляции

	Хорошая	Средняя	Плохая	Хорошая	Средняя	Плохая	Хорошая, средняя или плохая
Непрерывный	Не опасно (Зона 0 NE)	Зона 2 (Зона 0 NE)	Зона 0 (Зона 0 NE)	Зона 0	Зона 0 + Зона 2	Зона 0 + Зона 1	Зона 0
Первая степень	Не опасно (Зона 1 NE)	Зона 2 (Зона 1 NE)	Зона 2 (Зона 1 NE)	Зона 1	Зона 1 + Зона 2	Зона 1 + Зона 2	Зона 1 или Зона 0
Вторая степень	Не опасно (Зона 2 NE)	Не опасно (Зона 2 NE)	Зона 2	Зона 2	Зона 2	Зона 2	Зона 1 (Возможно Зона 0)

Степень разбавления

Слабая

Х_b - Фоновая концентрация

0.0035

Х_{crit} - Критическая концентрация

0.0035

Внимание! Низкий уровень разбавления по ГОСТ 31610.10, т.к. $X_b \geq X_{crit}$.

В зависимости от степени утечки, а также эффективности вентиляции и ее готовности назначается класс взрывоопасной зоны. Назначение класса происходит в соответствии с таблицей D.1 ГОСТ 31610.10.1-2022.

Определение размера взрывоопасной зоны по ГОСТ 31610.10



Размер взрывоопасной зоны определяется исходя из графика D.1 – Диаграмма для оценки протяженности зоны.

Для тяжелых газов горизонтальный размер определяется графиком Тяжелый газ. Вертикальный - Легкий газ.

Для легких газов горизонтальный и вертикальный размер определяются графиком легкий газ.

График выход струей, указан для определения размера газовой струи, образовавшейся при утечке.

Размеры и класс зоны отображаются в блоке источник утечки.

Источник утечки							
Наименование	Расположение	Зона класса ПУЭ	Размер зоны ПУЭ, м	Зона класса ГОСТ 31610.10	Размер зоны ГОСТ 31610.10, м		Минимальные требования к оборудованию
					по вертикали	по горизонтали	
Бочка Пропаналь 50л	Бочки	Взрывобезопасная	-	-	-	-	-
Бочка Бутанол 100л	Бочки	B-Ia	Всё помещение	ЗОНА 1	Всё помещение	-	Gb IIA T2
Канистра 1л	Бочки	B-Ia	5	ЗОНА 2	1	1.5	Gc IIA T3
Балон с жидким пропан...	Бочки	B-Ia	Всё помещение	ЗОНА 1	Всё помещение	-	Gb IIA T2
Балон с жидким пропан...	Бочки	B-Ia	5	ЗОНА 2	1	1	Gc IIA T2

Для удобства подбора решений программа указывает минимальные требования для заказа оборудования.

Расчет взрывоопасной зоны по ПУЭ 7.3 в помещении.

В соответствии с ПУЭ 7.3 программа производит расчет для помещений. Для определения размера зоны в помещении используется показатель отношения свободного объема, к объему вышедшей смеси.

В случае установления вентиляции, соответствующей нормативным требованиям, программа снижает объем выброса, в зависимости от характеристик вентиляции.

Отношение объема вышедшей смеси к свободному объему помещения отображается в окне Промежуточные значения.

По СП 12.13130, ПУЭ 7.3	
Масса вышедшего пара, кг	0.0802
Стехиометрический коэффициент, С _{ст}	2.681
Плотность пара/газа	2.9446
Кратность вентиляции, 1/ч	100
ΔР, кПа	0.8115
Площадь розлива	2
Всмеси/всв. Пом., %	0.0272

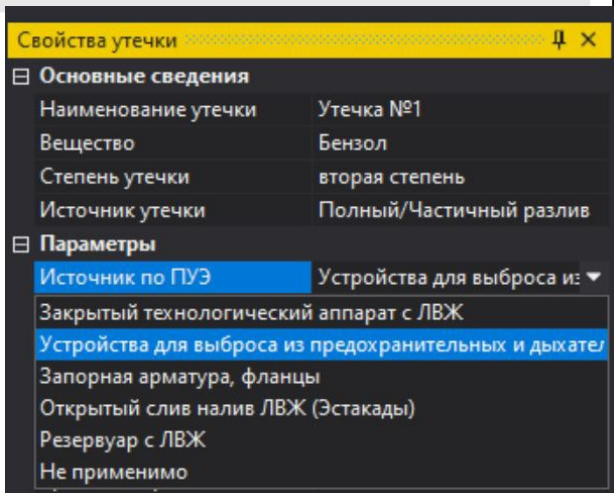
Если показатель менее 5%, взрывоопасная зона в помещении устанавливается на дистанции 5м по горизонтали и вертикали. Если показатель превышает 5%, то весь объем помещения является взрывоопасной зоной.

Расчетные формулы соответствуют СП 12.13130.2009

Расчет взрывоопасной зоны по ПУЭ 7.3 для наружных установок.

В соответствии с ПУЭ 7.3

В окне источник ПУЭ, выберите подходящее описание источника возможной утечки, и программа установит размер зоны в соответствии с требованиями ПУЭ 7.3.



Для наружных взрывоопасных установок взрывоопасная зона класса В-Iг считается в пределах до:

- а) 0,5 м по горизонтали и вертикали от проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Ia, В-II;
- б) 3 м по горизонтали и вертикали от закрытого технологического аппарата, содержащего горючие газы или ЛВЖ; от вытяжного вентилятора, установленного снаружи (на улице) и обслуживающего помещения со взрывоопасными зонами любого класса;
- в) 5 м по горизонтали и вертикали от устройств для выброса из предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами или ЛВЖ, от расположенных на ограждающих конструкциях зданий устройств для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений с взрывоопасными зонами любого класса;
- г) 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры); при наличии обвалования - в пределах всей площади внутри обвалования;
- д) 20 м по горизонтали и вертикали от места открытого слива и налива для эстакад с открытым сливом и наливом ЛВЖ.

Эстакады с закрытыми сливно-наливными устройствами, эстакады и опоры под трубопроводы для горючих газов и ЛВЖ не относятся к взрывоопасным, за исключением зон в пределах до 3 м по горизонтали и вертикали от запорной арматуры и фланцевых соединений трубопроводов, в пределах которых электрооборудование должно быть взрывозащищенным для соответствующих категории и группы взрывоопасной смеси.

Расчет избыточного давления взрыва по СП 423 для помещений.

В соответствии с СП 423.1325800-2018 взрывоопасная зона в помещении занимает весь объем помещения, если в нем могут образовываться взрывоопасные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа; взрывоопасной считается зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, из

которого возможно выделение взрывоопасных газо-паровоздушных или пылевоздушных смесей, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, не превышающее 5 кПа.

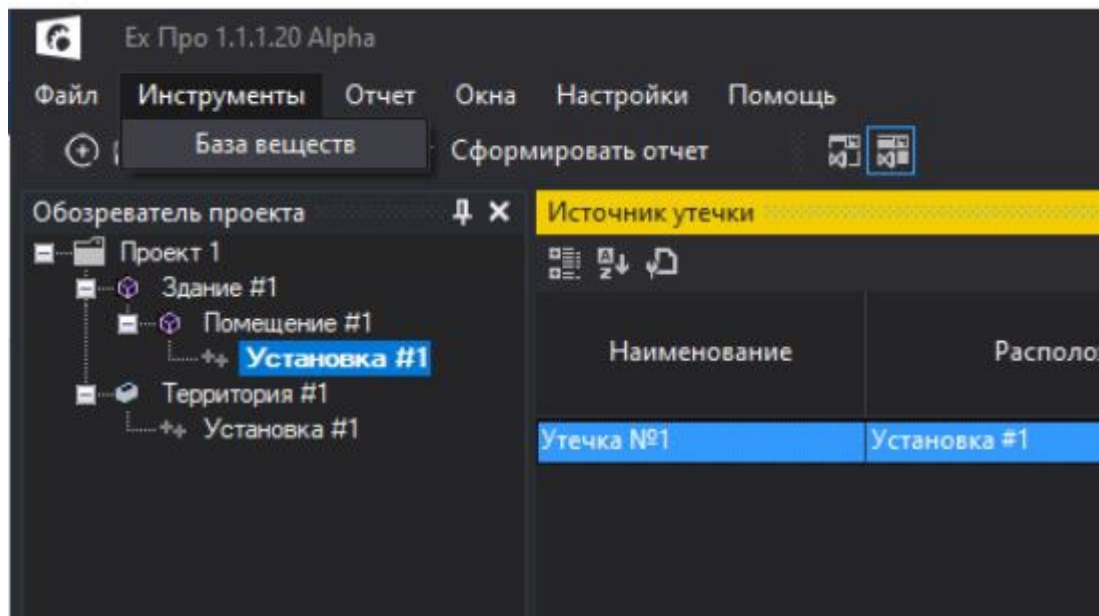
Расчет избыточного давления производится в соответствии с СП 12.13130.2009. Результаты расчета для помещений отображаются в соответствующей ячейке в окне «Промежуточные значения».

По СП 12.13130, ПУЭ 7.3

Масса вышедшего пара, кг	0.0802
Стехиометрический коэффициент, C _{ст}	2.681
Плотность пара/газа	2.9446
Кратность вентиляции, 1/ч	100
ΔP, кПа	0.8115
Площадь разлива	2
V _{смеси} /V _{св. Пом.} , %	0.0272

Добавление новой смеси

Для создание новой смеси необходимо перейти во вкладку «Инструменты»-> «База веществ»



В открывшемся окне необходимо нажать на кнопку «Добавить вещество»

База веществ

Поиск вещества

Показать только пользовательские вещества

1,1,1-Трифторэтан

1,1,2,2-Тetraфторэтоксibenзол

1,1,2-трихлорэтилен

1,1,3-Триэтоксibутан

1,1-Диметилгидразин

1,1-Диметилэтиловый эфир уксусной кислоты

1,1-Дифторэтан

1,1-Дихлорэтан

1,1-Дихлорэтен

1,1-Оксибисбутан

1,1-Оксибиспентан

1,1-Оксибисэтан

1,1-диметилэтилен

1,2,3-Триметилбензол

1,2-Диаминoэтан

1,2-Диметоксизтан

1,2-Дихлорпропан

1,2-Дихлорэтан

1,2-Дихлорэтен

Открыть вещество

Добавить вещество

Тип вещества

Не выбрано

Молекулярная масса	84.044
НКПР (% об)	6.8
Формула	CF ₃ CH ₃
Относительная плотность вещества	2.9021
Индекс политропии адиабатного расширения	-
Температура вспышки, °C	-
Температура самовоспламенения, °C	714
Температура кипения, °C	-47
Категория взрывоопасной смеси	IIA
Температурный класс	T1

Добавление вещества

Наименование вещества		Тип вещества	Газ
CAS номер	-		
Химический состав(Простейшая формула)*		Молярная масса *	0
Относительная плотность вещества *	0	☒ Автоматический расчет молекулярной массы	
НКПР(% об) *	0	Обновить	
Коэффициент сжимаемости(Z) *	1	Индекс политропии адиабатного расширения *	0
Температура вспышки, °C		Расчёт	
Температура кипения, °C		Температура самовоспламенения, °C	
Давление пара, кПа			
Категория взрывоопасной смеси *	I	Температурный класс *	T1
* Обязательно для заполнения			
Примечание			
		OK	Отмена

Далее необходимо заполнить вкладки.

1. Выбрать тип вещества – Газ или Жидкость
2. Наименование вещества - Пример Бутанол
3. Источник данных, например, CAS номер - необходимо указать ссылку на ГОСТ или другой источник данных для вещества
4. Химический состав – необходимо ввести формулу, например, C₂H₄
5. Молярная масса - расчет молярной массы происходит автоматически. Для ручного ввода необходимо снять галочку с ячейки «Автоматический расчет молекулярной массы» и ввести ручную значение.
6. Относительная плотность вещества – программа, на основе данных автоматически рассчитывает плотность вещества относительно воздуха
7. НКПР % - необходимо указать в процентах нижний концентрационный предел смеси.
8. Коэффициент сжимаемости - необходимо указать коэффициент сжимаемости, при отсутствии данных допускается указать 1.
Индекс политропии адиабатного расширения- необходимо ввести справочное значение, или воспользоваться расчетом. Для расчета нажмите кнопку «Расчет».

Необходимо уточнить показатель адиабаты для указанного вещества.

Рекомендуется применять справочные данные.

Также, можно воспользоваться тремя функциями.

А– Упрощенная методика по количеству атомов вещества.

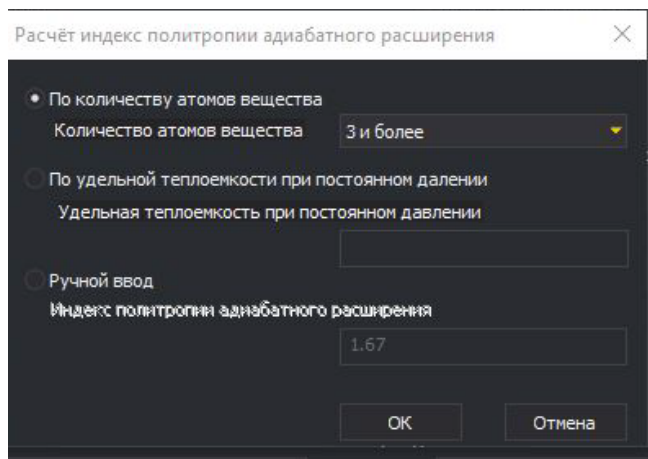
1 – 1,67

2 – 1,4

3 – 1,33

Б- По удельной теплоемкости при постоянном давлении Дж/кг*К

В – Ручной ввод.



9. Температура самовоспламенения
10. Температура вспышки. Важно! Данный параметр является расчетным для жидкостей. Если температура вспышки больше максимальной расчетной температуры окружающего пространства, образование взрывоопасных смесей становится невозможным.
11. Давление пара. Данный параметр является справочным. При расчете необходимо использовать давление насыщенного пара, полученное при максимально возможной температуре смеси или окружающего пространства.
12. Категория взрывоопасной смеси. Необходимо указать категорию взрывоопасной смеси.
13. Температурный класс. Необходимо указать температурный класс смеси.
14. Примечание. Необходимо указать примечание, если таковое имеется.

Выгрузка отчета.

Для выгрузки отчета необходимо перейти во вкладку отчет. Далее «Сформировать отчет» для получения сокращенного отчёта с перечислением источников утечки, смесей и размеров зон. «Детальный отчет» для получения всех расчётных характеристик, а также формул, по которым происходил расчет.

