



**Уральский  
федеральный  
университет**

**АЛОНА**

**Василисова Екатерина Евгеньевна**  
студентка группы СТМ-160403

## Общие сведения о программном обеспечении ALOHA

ALOHA – это программа моделирования опасности для программного обеспечения CAMEO, которая широко используется для планирования и реагирования на чрезвычайные ситуации с химическими веществами.

ALOHA позволяет вводить данные о реальном или потенциальном выбросе химических веществ, а затем производить оценки зон угроз для различных типов опасностей. Может моделировать облака ядовитого газа, облака горючего газа, BLEVE (Взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости), реактивные пожары, пожары в бассейнах и взрывы паровых облаков. Оценки зоны угрозы показаны на сетке в ALOHA, их можно также наносить на карты в MARPLOT, ArcMap, Google Earth и Google Maps.



### Ключевые особенности программы:

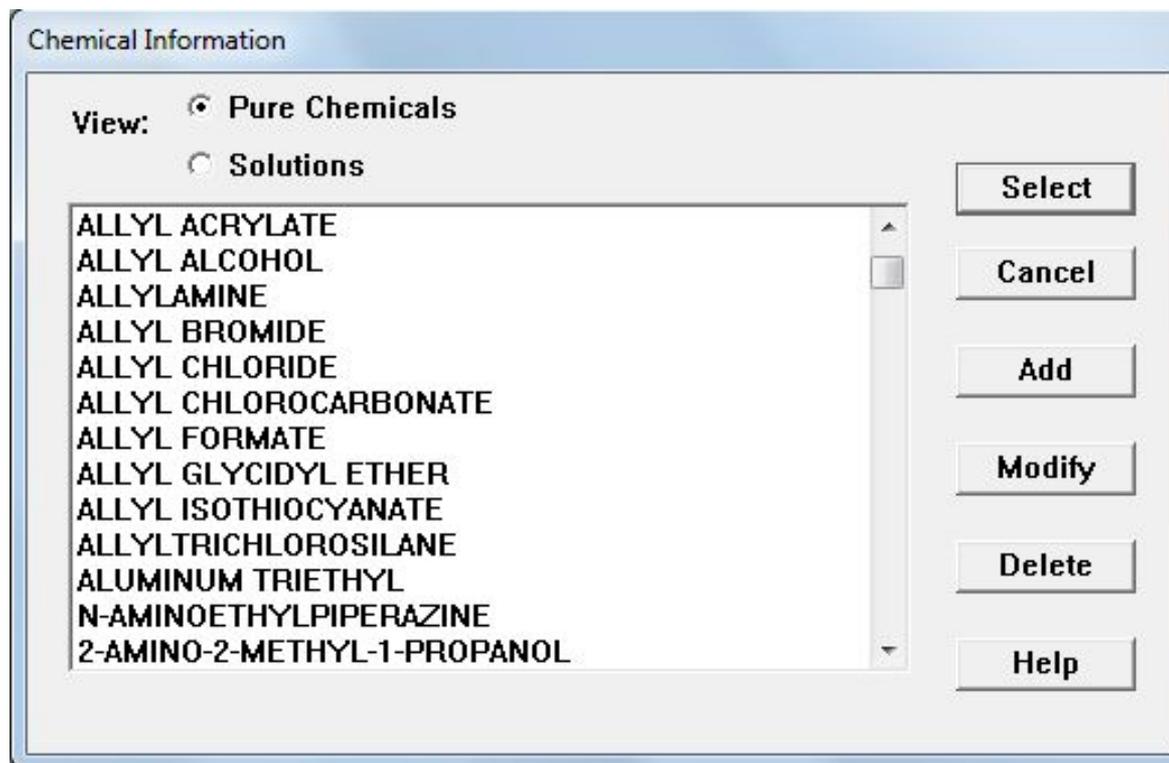
- минимизирует ошибки ввода данных путем перекрестной проверки вводимых значений и оповещения пользователя, если значения маловероятно или физически невозможно;
- содержит собственную химическую библиотеку с физическими свойствами примерно 1000 распространенных опасных химических веществ, так что пользователям не придется вводить эти данные.
- создает множество выходных данных для различных сценариев, в том числе изображения опасных зон, угрозы в определенных местах, и графики силы источника;
- вычисляет, как быстро ОВ высвобождения из резервуаров, проливов и газопроводов и прогнозирует, насколько эти показатели выпуска изменяются с течением времени;
- моделирует различные сценарии выброса: облака токсичного газа, BLEVE, реактивные пожары, взрывы паровых облаков и пожары в бассейнах;
- оценивает различные виды опасностей: токсичность, воспламеняемость, тепловое излучение и избыточного давления;
- моделирует рассеивание химических веществ на воде.

Ряд диалоговых окон предлагает пользователям ввести информацию о сценарии :

- место, дату и время;
- химическое вещество;
- информацию о погоде и местности;
- информацию о размерах и типе оборудования;
- химическое состояние и температуру хранения вещества;
- наполняемость оборудования;
- тип отказа резервуара;
- указать площадь и тип утечки;
- высоту открытия бака;
- параметры пролива (тип и температуру грунта, диаметр разлива);
- опасность для угрозы и токсические уровни.

Информация о сценарии и результаты расчета суммируются в текстовом окне с возможностью печати. Как только вычисления АЛОНА завершены, пользователи могут отображать различные графические выходы.

АЛОНА включает в себя файлы данных с физическими, химическими и токсикологическими свойствами для сотен чистых химических веществ и некоторых химических растворов. Для каждого химического вещества приведены химическое название, номер в системе CAS, молекулярная масса и токсикологические данные.



АЛОНА использует «уровни обеспокоенности» (LOC) для устранения воздействия токсичных воздушных шлейфов, пожаров и взрывов на людей.

Уровни AEGL (Уровни острого воздействия), ERPG (Руководство по планированию реагирования на чрезвычайные ситуации), PAC (критерии защитных действий) представляют собой многоуровневые руководящие принципы в случаях химических выбросов, воздействующих на большое количество людей.

IDLH (непосредственная опасность для жизни и здоровья) были разработаны для принятия решений относительно использования респираторов. В отличие от трехуровневых руководящих принципов, для применяемых химических веществ определяется только одно значение IDLH.

Toxic Level of Concern	Toxic Level of Concern	Flammable Level of Concern
<p>Select Toxic Level of Concern:</p> <p>Red Threat Zone</p> <p>LOC: AEGL-3 (60 min): 5700 ppm</p> <p>Orange Threat Zone</p> <p>LOC: AEGL-2 (60 min): 3200 ppm</p> <p>Yellow Threat Zone</p> <p>LOC: AEGL-1 (60 min): 200 ppm</p>	<p>Select Toxic Level of Concern:</p> <p>Red Threat Zone</p> <p>LOC: PAC-3: 5700 ppm</p> <p>Orange Threat Zone</p> <p>LOC: PAC-2: 3200 ppm</p> <p>Yellow Threat Zone</p> <p>LOC: PAC-1: 200 ppm</p>	<p>Select Flammable Level of Concern:</p> <p>Red Threat Zone</p> <p>LOC: 26000 ppm = LEL</p> <p>Orange Threat Zone</p> <p>LOC: 15600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets</p> <p>Yellow Threat Zone</p> <p>LOC: 2600 ppm = 10% LEL</p>

ALOHA включает в себя широты, долготы, высоты и данные часовых поясов для многих городов США. Эти данные используются для расчета солнечной радиации и местного атмосферного давления.

Location Information

LOCKPORT, ILLINOIS  
LODI, CALIFORNIA  
LONG BEACH, CALIFORNIA  
LORAIN, OHIO  
LOS ALAMITOS, CALIFORNIA  
LOS ALAMOS, NEW MEXICO  
LOS ANGELES, CALIFORNIA  
LOS GATOS, CALIFORNIA  
LOUISVILLE, COLORADO  
LOUISVILLE, KENTUCKY  
LOVELAND, COLORADO  
MACON, GEORGIA  
MADISON, WISCONSIN  
MADISONVILLE, KENTUCKY  
MANASSAS, VIRGINIA

Select  
Cancel  
Add  
Modify  
Delete  
Help

Location Input

Enter full location name:  
Location is

Is location in a U.S. state or territory?  
 In U.S.     Not in U.S.
 Select state or territory

Enter approximate elevation  
Elevation is   ft    m

Enter approximate location

	deg.	min.	
Latitude	<input type="text" value="38"/>	<input type="text" value="50.0"/>	<input checked="" type="radio"/> N <input type="radio"/> S
Longitude	<input type="text" value="77"/>	<input type="text" value="30.0"/>	<input type="radio"/> E <input checked="" type="radio"/> W

SAMOA  
SOUTH CAROLINA  
SOUTH DAKOTA  
TENNESSEE  
TEXAS  
UTAH  
VERMONT  
VIRGIN ISLANDS  
VIRGINIA

OK    Cancel    Help

## Модели прочности источника

ALOHA использует различные модели для оценки темпов, при которых химическое вещество освобождается от заключения и попадает в атмосферу; они называются моделями прочности источника.

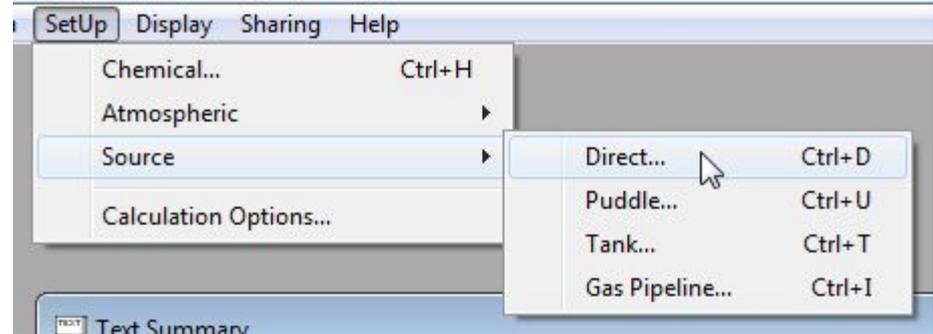
ALOHA может предсказать исходную силу для четырех классов химических источников:

- Прямой источник. Мгновенное или непрерывное высвобождение химических паров в воздух из одной точки.
- Пролив (лужа). Лужа постоянной площади, содержащая некипящую или кипящую жидкость.
- Резервуар. Цилиндрический или сферический резервуар на уровне грунта с одним отверстием или клапаном с утечкой. Резервуар может содержать жидкость, газ под давлением или газ, сжиженный при давлении.
- Газопровод. Труба под давлением, содержащая газ, либо подключенная к очень большому резервуару, либо не подключенная к какому-либо хранилищу.

ALOHA ограничивает длительность любого источника до одного часа, а самая короткая исходная длительность, допускаемая в ALOHA – одна минута. В большинстве случаев сила источника меняется постоянно на протяжении выпуска.

## Прямой источник

Прямой источник позволяет пользователю непосредственно указать количество химического вещества, попадающего в воздух из точки в пространстве. Пользователь может указать мгновенное освобождение или неизменное состояние ограниченной продолжительности.

A screenshot of the 'Direct Source' dialog box. It contains several sections for configuring a source:

- Select source strength units of mass or volume:** Radio buttons for 'grams', 'kilograms', 'pounds' (selected), and 'tons(2,000 lbs)'. Below are 'cubic meters', 'liters', 'cubic feet', and 'gallons'.
- Select an instantaneous or continuous source:** Radio buttons for 'Instantaneous source' (selected) and 'Continuous source'.
- Enter the amount of pollutant ENTERING THE ATMOSPHERE:** A text box containing '500' followed by 'pounds'.
- Enter source height (0 if ground source):** A text box containing '0', with radio buttons for 'feet' (selected) and 'meters'.

Buttons for 'OK', 'Cancel', and 'Help' are present at the bottom.

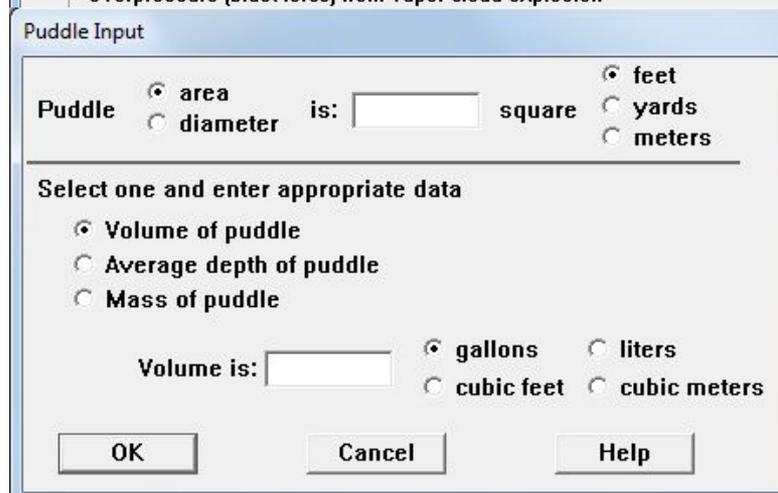
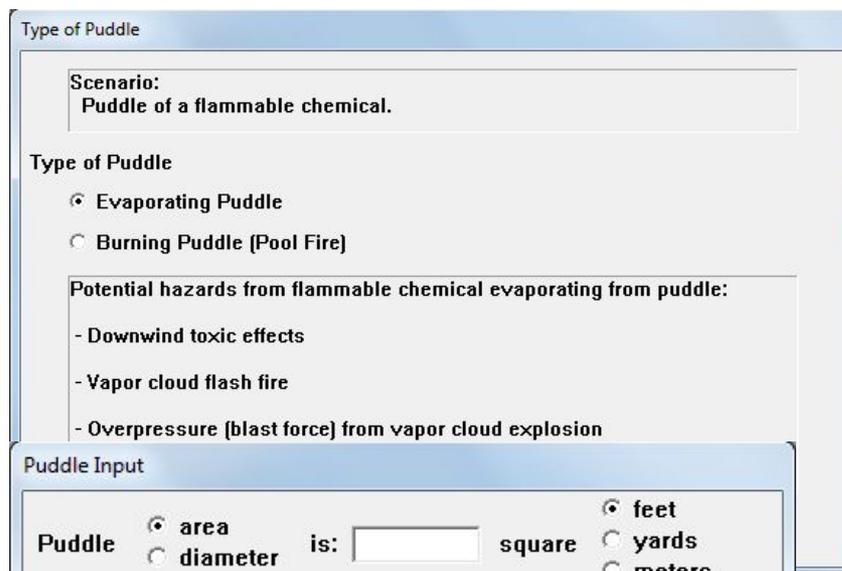
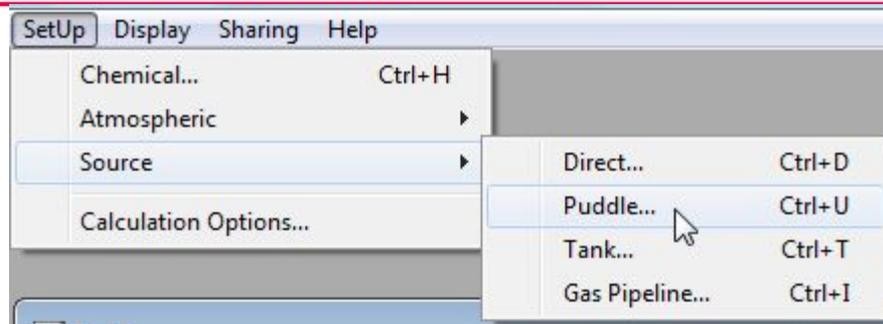
## Пролив (лужа)

Моделируют испарение летучих химикатов из лужи фиксированной зоны.

Скорость испарения некипящей лужи определяется скоростью ветра, площадью лужи и давлением химических паров.

Температура держится на точке кипения для кипящей лужи, и скорость испарения определяется энергетическим балансом.

Температура и состав пространственно едины для всей лужи. Предлагается, что лужа становится более тонкой, но ее радиус считается постоянным. ALOHA предполагает, что пролитая жидкость не проникает в почву, сточные воды, не растворяется в воде.

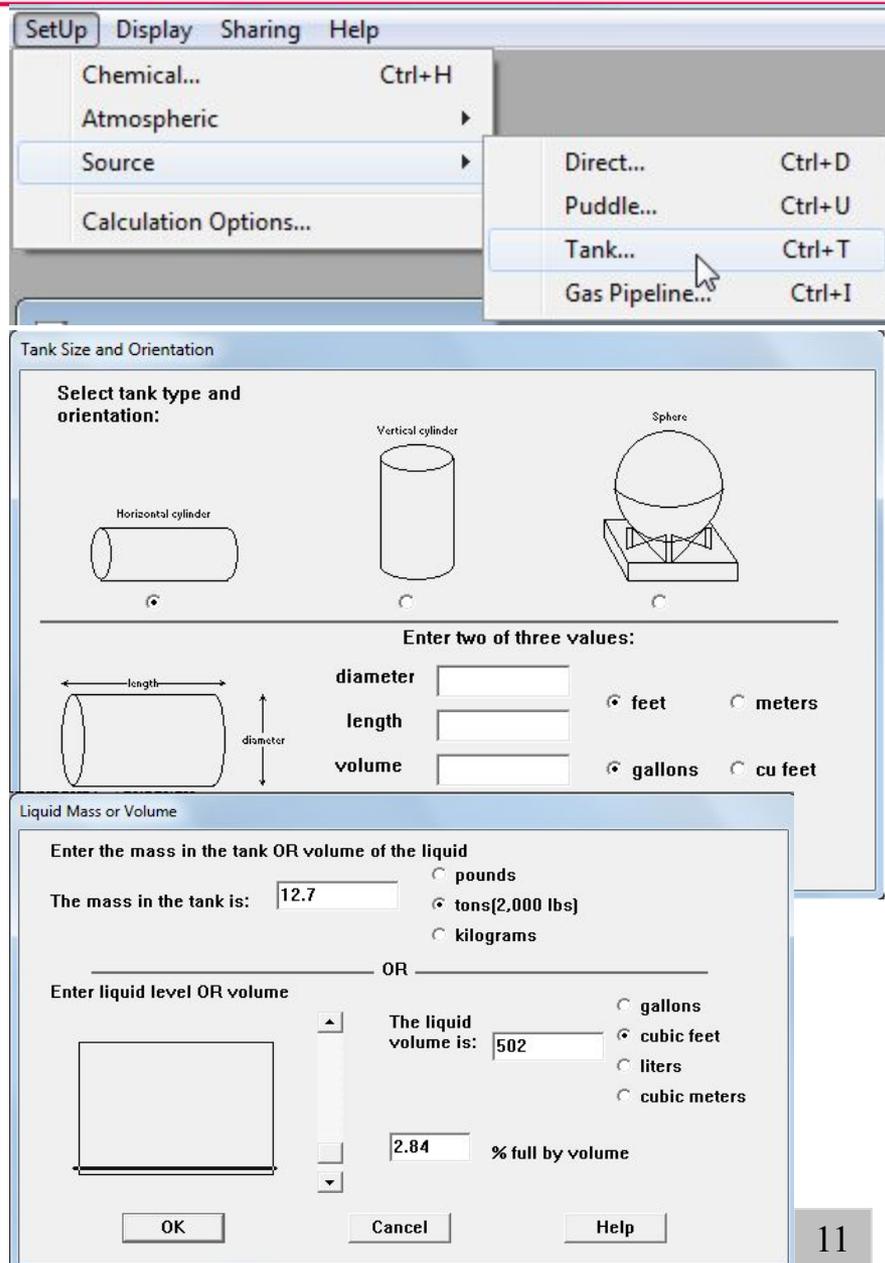


## Резервуар

ALOHA может оценить объем вещества, высвобожденного в воздух в результате разрушения резервуара. Программа рассматривает цистерны, содержащие газы под давлением, жидкости при давлении окружающего воздуха, газы, сжиженные охлаждением, и газы, сжиженные под давлением. ALOHA касается только резервуаров, содержащих одно химическое вещество.

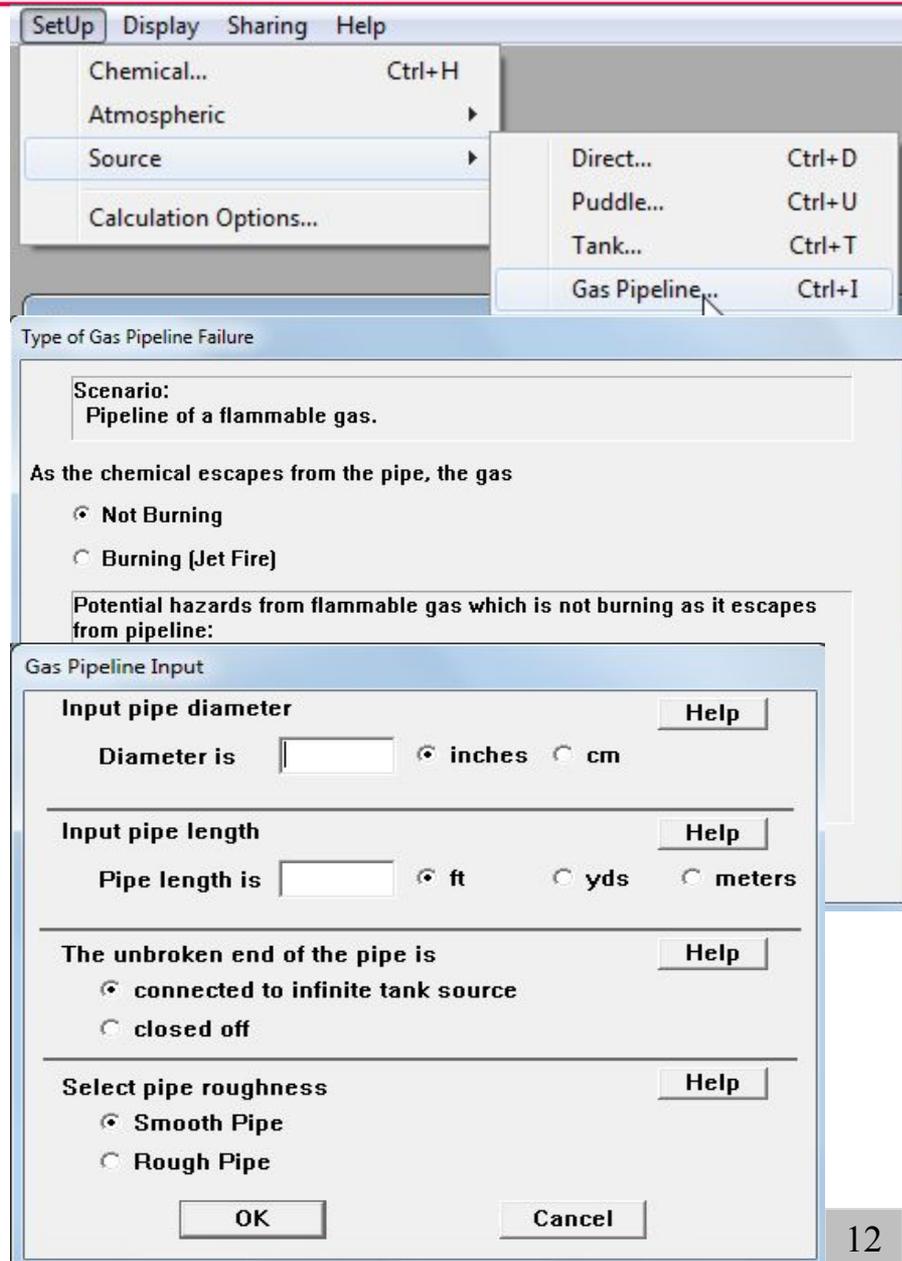
По мере того, как материал освобождается из резервуара, ALOHA переоценивает условия в резервуаре и может при необходимости изменить расчет скорости выпуска.

В цистернах, содержащих жидкости, точка выхода может быть выше уровня жидкости, ниже уровня жидкости или на уровне жидкости.



## Газопровод

ALOHA рассматривает только выбросы чистого газа из разрывов труб. Алгоритм газопровода ALOHA основан на модификациях, сделанных Wilson на модель, разработанную Беллом. Измерения показывают, что передача тепла движущемуся газу через стенки трубы поддерживает почти изотермическое состояние по всей длине трубы.



## Модели рассеивания воздуха

Модели рассеивания воздуха играют центральную роль в прогнозировании опасных зон. Эти модели используются для прогнозирования того, как концентрация загрязняющего вещества, попавшего в воздух, изменяется со временем и положением.

ALOHA включает в себя две полуэмпирические модели рассеивания воздуха:

- модель Гаусса подходит для облаков загрязнителей, на которые непосредственно не влияет гравитация;
- модель Тяжелый газ подходит для облаков загрязняющих веществ с плотностью, большей, чем окружающий воздух, и на которые значительно влияет гравитация.

Атмосферная турбулентность оказывает большое влияние на скорость рассеивания загрязняющего облака. Стабильность – это понятие, используемое для характеристики свойства низменной атмосферы, которая регулирует вертикальное движение воздуха.

ALOHA может использовать любой из двух методов оценки для определения класса устойчивости атмосферы в зависимости от того, вводит ли пользователь информацию о погоде вручную или метеостанция передает на нее показания.

## Ручной ввод данных атмосферных условий

Когда пользователь вручную вводит атмосферные данные, ALOHA использует метод класса устойчивости, который включает в себя схему типизации стабильности Пасквиля-Гиффорда-Тернера.

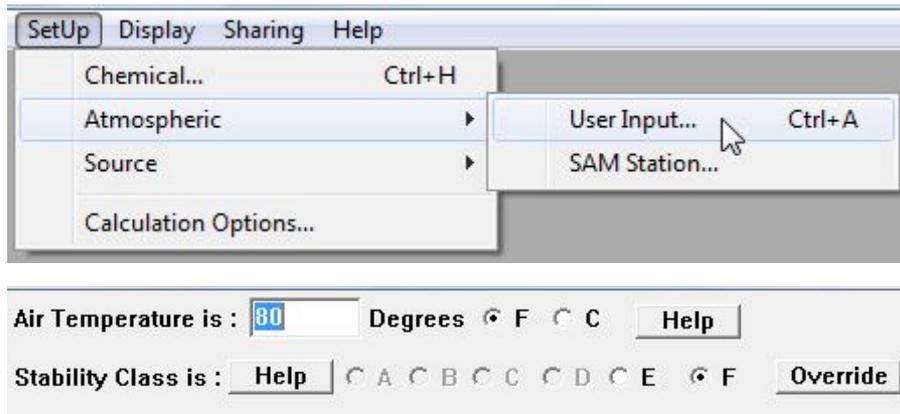
Солнечная инсоляция и скорость ветра являются двумя факторами, влияющими на выбор класса устойчивости в ALOHA. Таблица 1 служит основой для определения класса устойчивости шлейфов над сушей.

Для определения солнечной инсоляции используются введенные пользователем данные о дате, времени, местоположении и облачности. Если более чем один класс стабильности соответствует указанным условиям, ALOHA выбирает наиболее стабильный из этих классов. Есть возможность напрямую выбрать класс стабильности.

Таблица 1 – Таблица солнечной инсоляции и классов устойчивости

Wind Speed at 10 meters (m s <sup>-1</sup> )	Day			Night	
	Strong	Moderate	Slight	>50%	<50%
<2	A	A - B	B	E	F
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Stability is D for completely overcast conditions during day or night.

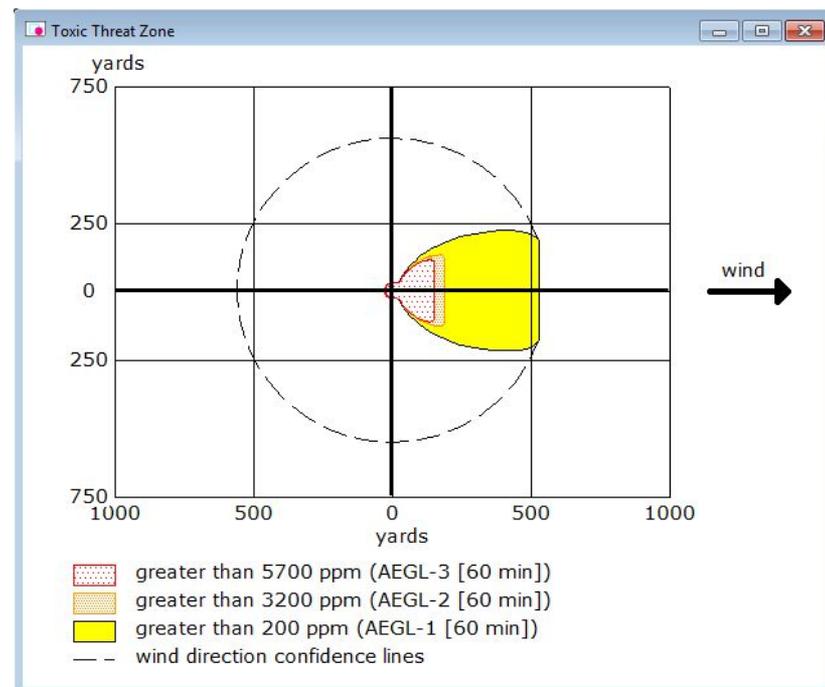
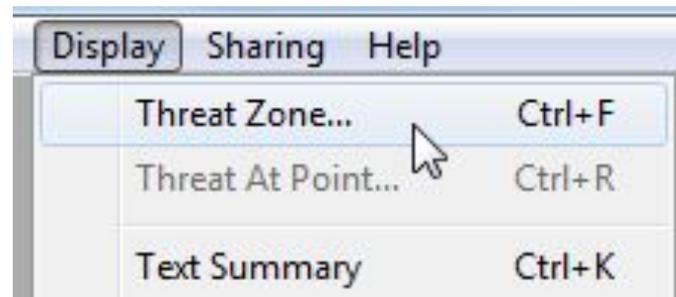


## Зоны угрозы

Зона угрозы ALOHA представляет собой область, в которой концентрация газа на уровне земли превышает уровень опасности в любое время.

Концентрация загрязняющего вещества зависит как от местоположения, так и от времени. Чтобы создать зону угрозы, ALOHA вычисляет пиковую концентрацию как функцию времени для всех точек в пространстве. Важно отметить, что это не истинный пик концентрации, так как концентрации в ALOHA усредняются по времени в разных временных интервалах.

Контур зоны угрозы проходит через точки, где максимальная концентрация равна LOC. Точки в зоне угрозы, функция максимальной концентрации превышает LOC.



## Модели для расчета воздействия ударной волны от взрывов облака пара

Когда химикат перемещается по ветру, он смешивается с воздухом. Облако, содержащее легко воспламеняющийся химикат, может загореться, если сталкивается с источником зажигания. Реакция сгорания может возникнуть от источника одним из двух механизмов:

- реакция дефлаграции распространяются посредством диффузии возвратных форм через облако;
- реакции детонации распространяются через реактивную воздушно-топливную смесь посредством волны давления, которая перемещается с местной скоростью звука.

Большинство сгораний облака пара являются дефлаграциями, которые распространяются медленно и не производят взрывную волну; они называются вспышки. Для некоторых высоко химически опасных веществ, скорость пламени в пределах части облака ускоряется турбулентностью, вызванной препятствиями или ограничениями, в результате быстрого перехода от дефлаграции к детонации; упоминается как взрыв.

## Модели теплового излучения и пожароопасных зон

Три модели в Алоха рассчитывают различные типы пожаров:

- Огненный шар возникает, когда резервуар, содержащий горючую жидкость, взрывается из-за избыточного давления и сразу же воспламеняется, обычно называют как BLEVE (пожар происходит на поверхности огненного шара);
- Струйные пожары возникают, когда горючий газ выходит из трубы или резервуара (пожар происходит на выходе и на краях активной зоны);
- Пожары-пролива возникают, когда горючая жидкость и пролив воспламеняется и горит непосредственно над бассейном.

Алоха рассматривает опасности, связанные с пожарами, которые возникают, когда облако пара рассеивается по ветру и образует горючую смесь с воздухом, воспламеняется, и горит путем моделирования огнеопасной области. Алоха явно не моделирует тепловое излучение, связанное с пожаром вспышкой.

Поверхность пламени рассматривается как усеченный конус, наклоненный ветром.

## BLEVE – Огненный шар

Модель BLEVE - модель непрерывного пламени, основанная на исследованиях огненных шаров в результате BLEVE (Взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости) с участием горючих сжиженных газов под давлением и хранимых при температуре окружающей среды.

Пожар попадает на резервуар, термически нагревает его, вызывает поднятие внутреннего давления. Клапаны сброса давления не могут уменьшить давление и резервуар взрывается.

Содержание мгновенно освобождается и быстро вскипает. Большая часть топлива, выбрасываются в воздух и воспламеняются. Огонь горит на поверхности, где достаточное количество воздуха может смешиваться с топливом. В результате чего огненный шар горит в течение десятков секунд и часто поднимается в воздух.

Type of Tank Failure

Scenario:  
Tank containing an unpressurized flammable liquid.

Type of Tank Failure:

Leaking tank, chemical is not burning and forms an evaporating puddle

Leaking tank, chemical is burning and forms a pool fire

BLEVE, tank explodes and chemical burns in a fireball

Potential hazards from BLEVE:

- Thermal radiation from fireball and pool fire
- Hazardous fragments and blast force from explosion [cannot be modeled by ALOHA]

BLEVE Percent Mass in Fireball

BLEVE / Fireball Scenario:  
The higher the internal tank pressure (or tank temperature) at the time of tank failure, the larger the fireball. Any liquid not consumed by the fireball will form a pool fire.

Enter one of the following:

Percentage of mass in the fireball: (0 % - 100%)

%

Pressure inside the tank at time of failure:

psia  mmHg

atm  Pa

Temperature inside the tank at time of failure:

degrees  F  C

## Струевые пожары

Анализ струевого пожара в АЛОНА предназначен для устранения опасности теплового излучения, связанного с газами и аэрозолями, освобожденными из герметичных резервуаров и труб, которые воспламеняются, прежде чем пары рассеиваются по ветру. Отличаются от пожаров вспышки тем, что они полностью сгорают сразу после высвобождения на поверхности топливной активной зоны. Отличаются от огненных шаров тем, что связаны с постоянными выпусками, в то время как огненные шары связаны со взрывным разрывом резервуара из-за избыточного давления.

Модель может быть применена к восходящей вертикальной струе выпуска: вертикально ориентированная труба или отверстие в верхней части бака. Метод в Алоха основан на эмпирической модели непрерывного пламени. Топливо, выпущенное из трубы или резервуара расширяется, смешивается с воздухом, и сгорает на его поверхности, испуская интенсивное тепловое излучение, который распространяется наружу.

## Пожар-пролива

Существуют 3 сценария выпуска, которые соединены с моделью Пожар-пролива:

- пользователь моделирует пролив постоянной области, которая не связана с выпуском резервуара;

- вместе с моделью, которая оценивает динамику формирования пролива, когда резервуар с химикатом протекает;

- автоматически применена к любому топливу, которое объединяет сценарии BLEVE.

Во всех случаях как предполагается, что пролив, является круглым, однородно толстым, и на ровной поверхности. Температура пролива приближена к начальной температуре пролива или начальной температуре резервуара.

Пламя пожара-пролива считается оптически плотным наклонным цилиндром, который пересекает плоскость, параллельную земле по кругу.

The image shows two screenshots of a software interface for modeling a fire spill. The top dialog box is titled "Type of Puddle". It has a "Scenario:" field containing "Puddle of a flammable chemical." Below this is a "Type of Puddle" section with two radio buttons: "Evaporating Puddle" (unselected) and "Burning Puddle (Pool Fire)" (selected). Underneath is a text area titled "Potential hazards from burning puddle (pool fire):" containing two bullet points: "- Thermal radiation" and "- Downwind toxic effects of fire byproducts (cannot be modeled by ALOHA)". At the bottom are "OK", "Cancel", and "Help" buttons.

The bottom dialog box is titled "Puddle Input". It has a "Puddle" section with two radio buttons: "area" (selected) and "diameter" (unselected). To the right of "diameter" is an "is:" label and a text input field. To the right of the input field is a "square" label. Further right are three radio buttons: "feet" (selected), "yards" (unselected), and "meters" (unselected). Below this is a section titled "Select one and enter appropriate data" with three radio buttons: "Volume of puddle" (selected), "Average depth of puddle" (unselected), and "Mass of puddle" (unselected). Below this is a "Volume is:" label and a text input field. To the right are four radio buttons: "gallons" (selected), "liters" (unselected), "cubic feet" (unselected), and "cubic meters" (unselected). At the bottom are "OK", "Cancel", and "Help" buttons.

Спасибо за внимание!