

# Аварии с выбросом аварийно химически опасных веществ



# Химически-опасный объект (ХОО)

предприятие народного хозяйства, при аварии или разрушении которого могут произойти массовые поражения людей, животных и растений сильнодействующими ядовитыми веществами (АХОВ).

*Применяются они в промышленности и других отраслях, при выбросе (выливе) могут приводить к заражению воздуха с поражающими концентрациями.*





**На территории России в 424 городах и населенных пунктах функционирует более 3600 химически опасных объектов. В зонах возможных очагов химического заражения находятся 300 тыс. кв км с населением свыше 60 млн. человек**



# ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В ЗОНАХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ, (ТЫС. ЧЕЛ)



# Классификация химически опасных объектов

## 1. По сфере использования

Предприятия химической и нефтехимической промышленности, производящие и потребляющие АХОВ;

Предприятия целлюлозно-бумажной, текстильной, металлургической, пищевой и др. видов промышленности, использующие в своих технологиях АХОВ;

Склады  
временного хранения БХОВ;  
предприятия по уничтожению БХОВ

Водоочистные сооружения

Промышленные холодильные установки

Железнодорожные станции, порты, терминалы и склады временного хранения АХОВ;

## 2. По способам и условиям хранения

Сжиженные газы, сжатые газы, жидкости, твёрдые вещества.



### 3. По категории химической опасности:

Критерием для определения категории химической опасности объекта является количество населения, попадающее в **зону возможного (прогнозируемого) химического заражения (ЗВХЗ)**, которая представляет площадь круга, очерченного радиусом, равным наибольшей глубине распространения облака зараженного воздуха с пороговой концентрацией.

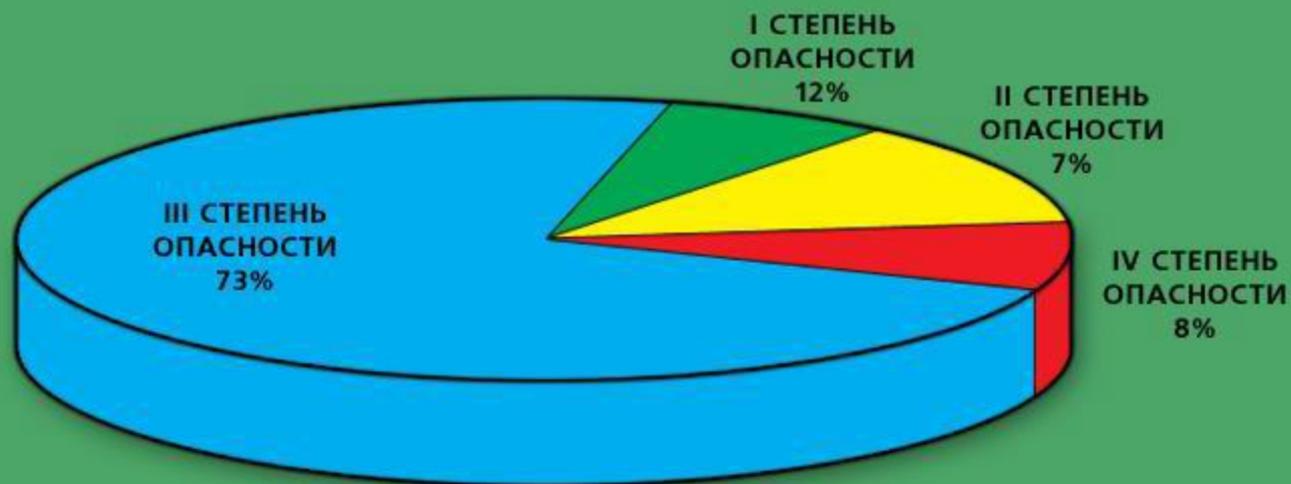
**I** ЗВХЗ БХОВ попадает более 75 тыс. человек

**II** – от 40 до 75 тыс. человек

**III** – менее 40 тыс. человек

**IV** – ЗВХЗ АХОВ не выходит за пределы территории объекта или его санитарно-защитной зоны.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ



Степень химической опасности	Численность населения, проживающего в зоне возможного заражения
I	Более 70 тысяч человек
II	От 40 до 74 тысяч человек
III	До 40 тысяч человек
IV	Зона заражения не выходит за пределы территории объекта или его санитарно-защитной зоны

**Химическая авария** – пролив или выброс аварийно химически опасных веществ, способный привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, с/х животных и растений или к химическому заражению окружающей среды.

## **Характеристики аварии**

**Масштаб** химического заражения пространственные границы (линейные размеры и площади) проявления последствий аварий и разрушений объектов, содержащих АХОВ

**Продолжительность** – временные пределы проявления последствий аварии или разрушения объекта, содержащего АХОВ.



**Пролив аварийно химически опасных веществ** – вытекание при разгерметизации из технологических установок, емкостей для хранения или транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способном вызывать химическую аварию.

**Выброс аварийно химически опасных веществ** – выход при разгерметизации за короткий промежуток времени из технологических установок, емкостей для хранения или транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способном вызывать химическую аварию.

## Основные причины ХА

- неудовлетворительное техническое состояние оборудования – 46%;
- нарушение правил эксплуатации оборудования и трудовой дисциплины – 31%;
- неудовлетворительная организация работ по запуску нового оборудования – 15%.



# Возможные причины аварий на ХОО

- высокий уровень износа основных производственных фондов (технологического оборудования);
- несовершенство технологий производства;
- халатность промышленного персонала при сливополивных операциях;
- отсутствие современных систем управления технологическими процессами;
- отсутствие противоаварийной защиты;
- в результате стихийного бедствия (чрезвычайной ситуации природного характера).

# *Классификации химических аварий*

## **Масштаб**

- Локальная
- Местная
- Общая

## **Категори**

**я:**

- 1 категория
- 2 категория

## **Степень химической опасности**

- Авария 1 степени
- Авария 2 степени
- Авария химически безопасная

## **Типы возможных ЧС**

- С образованием только первичного облака АХОВ
- С образованием пролива, первичного и вторичного облака АХОВ
- С образованием пролива и только вторичного облака АХОВ
- С заражением территории малолетучими АХОВ

## **Сфера возникновения**

- На хранилищах АХОВ
- При ведении технологических процессов
- При транспортировке

# Аварийные ситуации на ХОО

делятся на:

Аварии в  
цехах  
предприятия

Аварии в  
складских  
помещениях

Аварии на  
транспорте

В таких  
случаях  
предельно  
напряжены  
территории  
И  
в  
персонала  
оборудован  
порядке  
воздуха  
массовому  
заражение  
приводит к  
покапное  
объекта,  
место  
предельно  
ниже  
ниже  
продуктов  
расширять  
Авария  
в  
складских  
помещениях  
является  
крупнейшей  
через  
транспорт  
в  
(повреждаю  
маштаб  
с  
обращается  
разрушится  
ти, так  
опасно  
ю  
степень  
высокой  
более

# Классификация аварий на химически опасных объектах

В химических отраслях аварии делят на две категории:

- **аварии в результате взрывов, вызывающих разрушение технологической схемы, инженерных сооружений, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции и для восстановления требуются специальные ассигнования от вышестоящих организаций.**
- **аварии, в результате которых повреждено основное или вспомогательное техническое оборудование, инженерные сооружения, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции и для восстановления производства требуются затраты более нормативной суммы на плановый капитальный ремонт, но не требуются специальные ассигнования вышестоящих инстанций.**

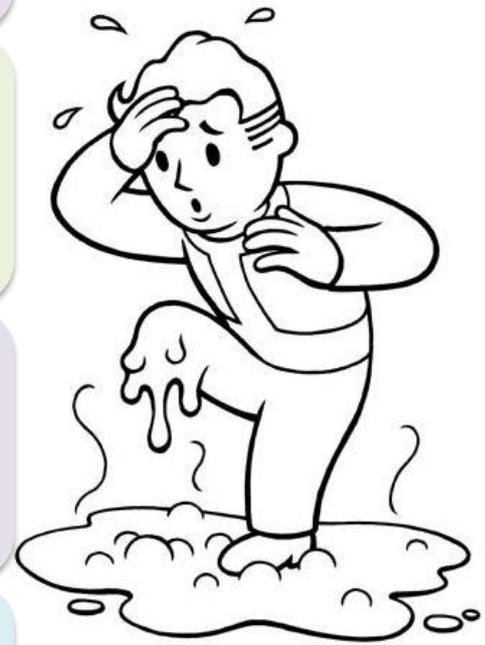
# Характерные особенности аварий на ХОО

внезапность возникновения ЧС

быстрое распространение поражающих факторов (особенно при ЧС с химической обстановкой первого и второго типов)

опасность тяжелого массового поражения людей и сельскохозяйственных животных, попавших в зону заражения

необходимость проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в короткие сроки.



# Развитие химических аварий

Газы под давлением,  
перегретые сжиженные  
АХОВ

Первичное парогазовое  
или аэрозольное облако

**Ингаляционное  
воздействие**

Сжиженные газы,  
перегретые летучие  
жидкости

Первичное облако,  
пролив и вторичное  
парогазовое облако

Более длительное  
ингаляционное воздействие и  
заражение воды и грунта

Сжиженные и жидкие  
АХОВ с  $T_{кип} \approx T_{окр. ср}$

Пролив и  
образование  
вторичного облака

Ингаляционное воздействие  
и заражение воды и грунта

Малолетучие АХОВ

-

Химическое  
заражение местности

# Химическая авария 14.05.2009 г на каучуковом заводе "Наирит" в Ереване



"Пожар достаточно сильный и виден практически со всех сторон города». Два взрыва



**5 погибших,  
20 раненых**



Фото ИТАР-ТАСС

# Химическая авария в Венгрии

4.10.2010г. На крупном заводе по производству алюминия разрушился резервуар с токсичными отходами, и 800 тысяч кубометров красного шлама залили города Колонтар и Дечевер, а также газопровод и железнодорожные пути.



Площадь разлива составила порядка 40 квадратных километров

9 человек погибли, около 150 получили травмы.

Размеры ущерба составляют не менее 30 миллионов евро

Вид сверху на поврежденный отстойник  
алюминиевого завода

# Последствия аварий на ХОО :

```
graph LR; A{{Аварии на химически опасных объектах}} --> B[Человеческие жертвы]; A --> C[Загрязнение территории, людей, животных, с/х растений]; A --> D[Загрязнение окружающей среды]; A --> E[Материальный ущерб];
```

Аварии на химически опасных объектах

Человеческие жертвы

Загрязнение территории, людей, животных, с/х растений

Загрязнение окружающей среды

Материальный ущерб

# Последствия химических аварий

## Основные источники опасности при авариях с выбросом (проливом) АХОВ :

- ✓ выбросы АХОВ в атмосферу с последующим заражением воздуха, местности и водоемов;
- ✓ сброс АХОВ в водоисточники;
- ✓ химический пожар с поступлением АХОВ и продуктов их горения в окружающую среду;
- ✓ взрывы АХОВ, разлетающиеся обломки оборудования и разрушения вследствие действия ударной волны;
- ✓ образование зон задымления с последующим осаждением в виде пятен по следу распространения загрязненного воздуха и формирование зон химического заражения.

**Зона химического заражения** – территория или акватория, в пределах которой распространены или куда привнесены опасные химические вещества в концентрациях или количествах, создающих опасность для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

**Дискомфортная зона (пороговая)** – зона химического заражения, на внешней границе которой люди испытывают дискомфорт, у них появляются первые признаки интоксикации.

**Зона поражающих токсодоз (опасного заражения)** – зона химического заражения, на внешней границе которой 50% людей выходят из строя, т.е. оказываются неработоспособными, им требуется медицинская помощь или госпитализация.

**Зона смертельных токсодоз (чрезвычайно опасного заражения)** – зона химического заражения, на внешней границе которой 50% людей получают смертельные поражения.

**Масштабы химического заражения** – пространственные границы (линейные размеры и площади) проявления последствий аварий с выбросом (проливом) АХОВ, характеризуется **глубиной, шириной и площадью заражения.**

# В результате химической аварии образуется

**очаг химического  
поражения**

```
graph TD; A[очаг химического поражения] --> B[участок местности, на котором разлился токсичический продукт]; A --> C[зона химического заражения с подветренной стороны от места разлива (источника заражения)];
```

**участок  
местности, на  
котором разлился  
токсический  
продукт**

**зона химического  
заражения с  
подветренной  
стороны от места  
разлива (источника  
заражения)**

## Масштабы и продолжительность химического заражения зависят от :

1. физико-химических свойств АХОВ,
2. токсичности АХОВ,
3. агрегатного состояния,
4. количества пролившегося или выброшенного АХОВ,
5. способа хранения,
6. метеорологических условий и особенностей состояния атмосферы,
7. характера местности и пр.

## Особенности состояния атмосферы

**Инверсия** - возникает в результате излучения тепла земной поверхностью, в результате чего поверхность земли и прилегающий слой воздуха охлаждается, образуется в безветренные ночи.

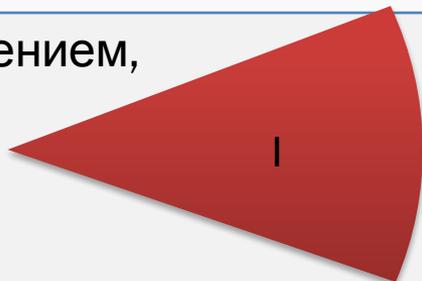
**Изотермия** – характеризуется стабильным равновесием воздуха, образуется в пасмурную погоду, в утренние и вечерние часы.

**Конвекция** - характеризуется вертикальным перемещением воздуха, наблюдается в ясные летние дни.

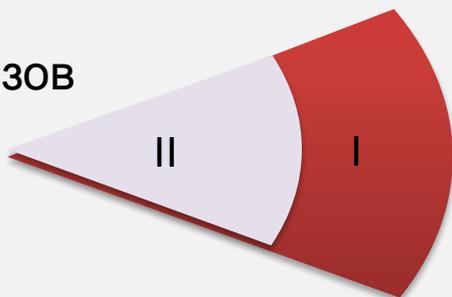
# Формирование зоны химического заражения

В зависимости от физико-химических свойств и агрегатного состояния АХОВ

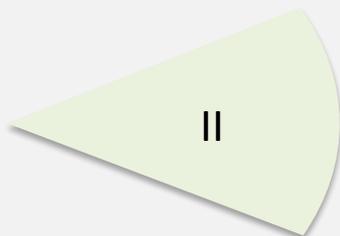
Для газов под давлением, перегретых сжиженных АХОВ



Для сжиженных газов



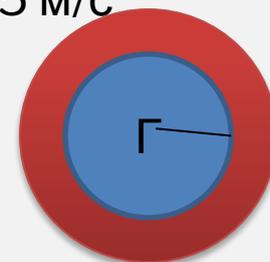
Для жидких АХОВ



В зависимости от скорости ветра,  $V$ , м/с

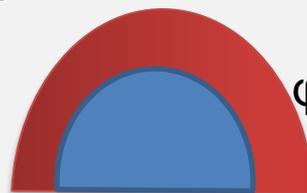
При скорости ветра  $V \leq 0,5$  м/с (безветрие)

$$\varphi = 360^\circ$$



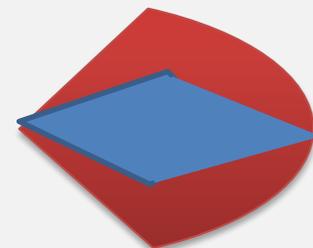
При  $V = 0,6 \dots 1$  м/с

$$\varphi = 180^\circ$$



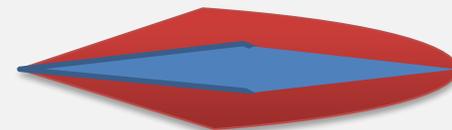
При  $V = 1,1 \dots 2$  м/с

$$\varphi = 90^\circ$$



При  $V > 2$  м/с

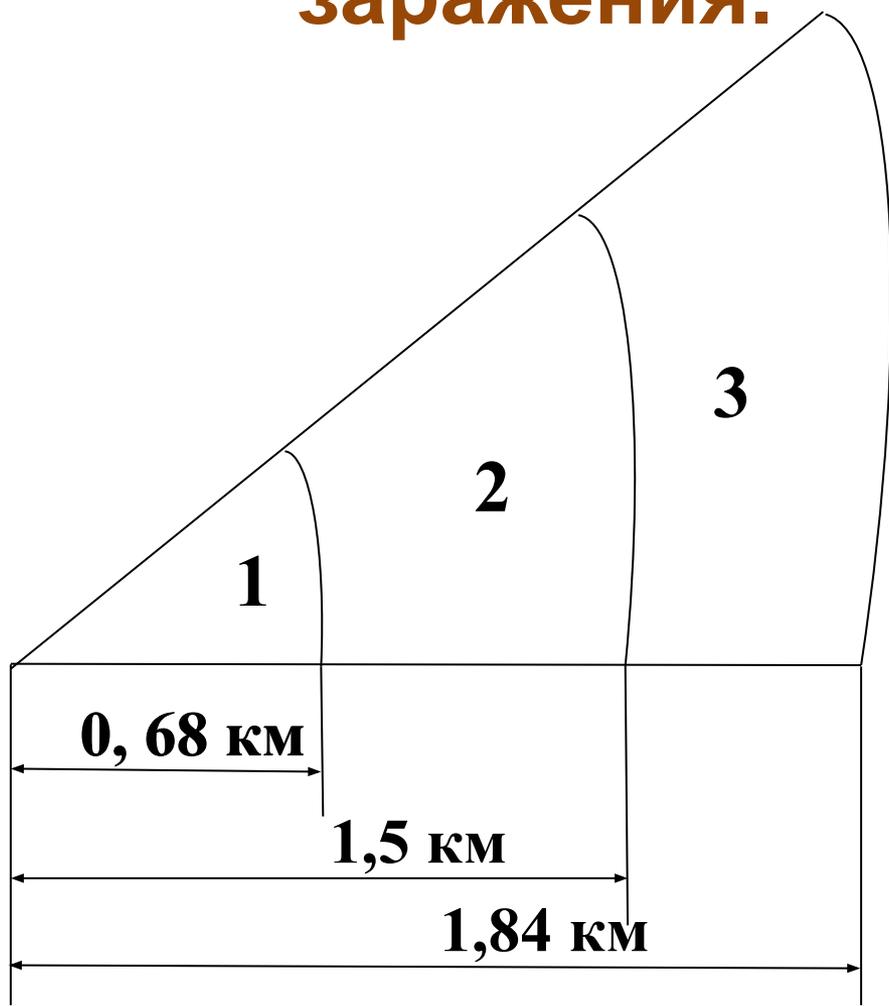
$$\varphi = 45^\circ$$



# ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИЙ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ



Территорию вокруг ХОО условно можно поделить по уровням поражающих факторов на **ТРИ ЗОНЫ** химического заражения.



# Зона химического заражения

территория или акватория, в пределах которой распространены (или куда принесены) аварийно химически опасные вещества в концентрациях и количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение того или иного времени.

**Очаг поражения** - территория, в пределах которой в результате аварии на химически опасном объекте произошли массовые поражения людей, животных, растений.

# Первая зона (Наиболее опасная)

Распространяется примерно на (250-700) м от источника заражения.

**В этой зоне образуется первичное облако ОХВ (опасного химического вещества) в результате быстрого (1-3) мин перехода в атмосферу части вещества из разрушенной ёмкости.**



## Вторая зона (Менее опасная )

- Концентрация АХОВ здесь примерно на 2-3 порядка меньше максимально возможной, воздействие жидкой фазы и огня маловероятно.
- К этой зоне можно отнести местность на расстоянии 1500 м от источника заражения.
- Образуется вторичное облако ОХВ в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности



## Третья зона.

- Эта зона химического заражения обычно имеет концентрацию АХОВ на 4-5 порядков ниже максимально возможной.
- Эта зона может быть удалена на расстояние 1500 м и более от источника заражения.



## Особенно опасны аварии, на которых происходит неуправляемый выброс АХОВ, возникающий в результате

- Взрыва
- Пожара
- поломки технологического оборудования, транспортной ёмкости или трубопровода.

При таких авариях токсичные продукты выделяются в атмосферу в виде

- газа,
  - пара
  - аэрозоля,
- образуя облако заражённого воздуха, которое может распространяться на большие расстояния.

# Глубина зоны распространения заражённого воздуха зависит от

концентрации АХОВ

скорости ветра.

- при скорости ветра 1 м/с облако за один час удаляется от места аварии примерно на 3,5 км
- при скорости 2 м/с – на 7
- при 3 м/с – на (10-11) км

# Формы зоны заражения

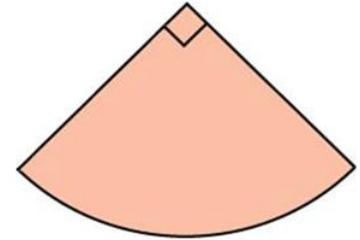
при скорости ветра 0,5 м/с она  
обычно напоминает окружность,



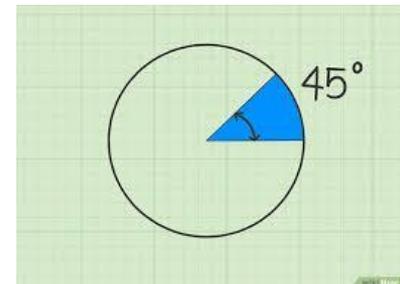
от 0,6 до 1 м/с – полуокружность,



от 1,1 м/с до 2 м/с – сектор с  
углом 90 градусов,



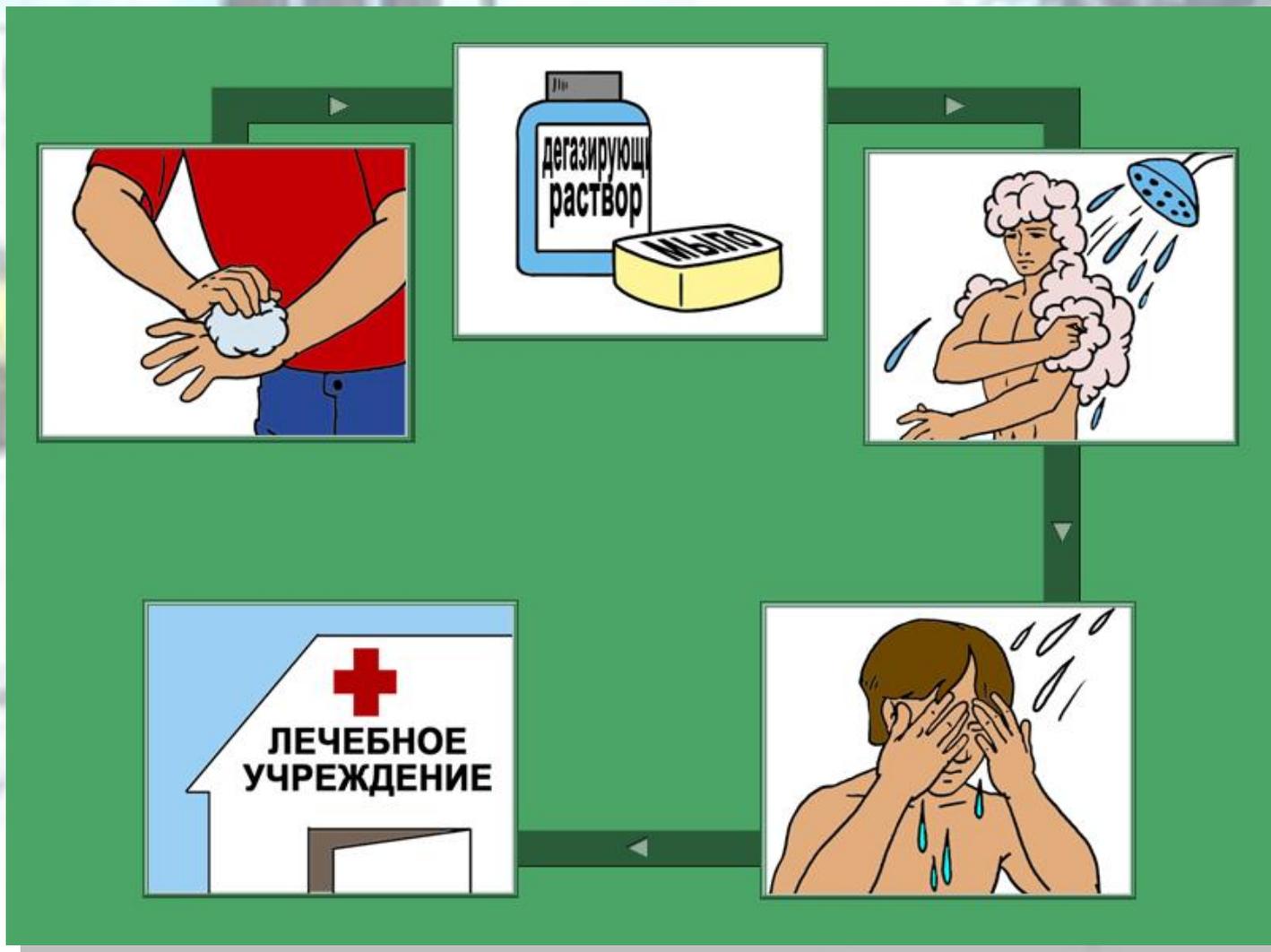
более 2 м/с - сектор с углом 45  
градусов.



# Действия населения при оповещении о химической аварии



# Действия после выхода из зоны химического заражения





***ОСНОВНЫЕ АХОВ***

**Аварийно химически опасное вещество** – вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях.

**Сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ)** – это химические вещества, предназначенные для применения в народнохозяйственных целях, которые при выливе или выбросе способны вызвать массовые поражения людей, животных и растений. Реальную угрозу для ОС представляют 34 СДЯВ.

# ***Аварийно химически опасные вещества***

## **Основные токсико-гигиеническими критерии оценки опасности химических веществ при авариях:**

1. Способность химического вещества к быстрому распространению в окружающей среде и созданию высоких, опасных для жизни и здоровья людей уровней аварийного загрязнения
2. Преимущественно **ингаляционный, кожный и в меньшей степени пероральный** пути поступления химических веществ в организм человека
3. Быстрота формирования санитарных потерь.

# Аварийно химически опасные вещества

Вредное вещество	LC <sub>50</sub>	КВИО	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Хлор	360	54560	1,0
Аммиак	4500	1290	20,0
Сернистый ангидрид	1580	5310	10,0
Фосген	100	64000	0,5
Окись этилена	1500	1320	1,0
Синильная кислота	50	19040	0,3
Изопрен	144000	11,8	40,0
Серовуглерод	30000	41,8	1,0
Бензол	45000	7,1	5,0

## Коэффициент возможности ингаляционного отравления

$$КВИО = \frac{C_{\max}^{20^{\circ}}}{LC_{50}}$$

максимальная концентрация газа (пара при 20°C, мг/м<sup>3</sup>)  
 среднесмертельная концентрация газа (пара) в воздухе (время воздействия 1-4 часа), мг/м<sup>3</sup>.

**К АХОВ, кроме 34 СДЯВ ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{F}_2$  и их производные) отнесены ещё 17 наиболее распространенных опасных химических соединений.**

**Это:**

- компоненты ракетного топлива;
- отравляющие вещества: фенол, бензол, концентрированная азотная и серная кислоты, анилин, ртуть и др.

**Среди многочисленных ядовитых веществ, используемых в промышленном производстве и экономике, наибольшее распространение получили хлор и аммиак.**

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АХОВ ПО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫМ ОБЪЕКТАМ



# По опыту ликвидации аварий, к наиболее тяжелым последствиям с гибелью людей приводили выбросы следующих АХОВ:

аммиака

хлора

оксида углерода

оксида этилена

хлористого водорода

сернистого  
ангидрида

цианистого водорода

Среди этих веществ на первом месте среди случаев гибели людей стоят хлор и аммиак.



**Хлор** – это газ желто-зеленого цвета с резким запахом. Он применяется на *хлопчатобумажных комбинатах для отбеливания тканей, при производстве бумаги, изготовлении резины, на водопроводных станциях для обеззараживания воды.*

При разливе из неисправных ёмкостей хлор "дымит". **Хлор тяжелее воздуха, поэтому он скапливается в низинных участках местности, проникает в нижние этажи и подвальные помещения зданий. Хлор сильно раздражает органы дыхания, глаза и кожу. Признаки отравления хлором – резкая боль в груди, сухой кашель, рвота, резь в глазах, слезотечение.**



Аммиак – бесцветный газ с резким запахом "нашатырного спирта". Он применяется на объектах, где используются холодильные установки (мясокомбинаты, овощные базы, хладокомбинаты), а также при производстве удобрений и другой химической продукции. Аммиак легче воздуха.

Острое отравление аммиаком приводит к поражению дыхательных путей и глаз. Признаки отравления аммиаком – насморк, кашель, удушье, слезотечение, учащенное сердцебиение.



**Синильная кислота – бесцветная легкоподвижная жидкость с запахом горького миндаля. Синильная кислота широко распространена на химических предприятиях и заводах по производству пластмасс, оргстекла и искусственного волокна. Она также применяется как средство борьбы с вредителями сельского хозяйства.**

Синильная кислота легко смешивается с водой и многими органическими растворителями. Смеси паров синильной кислоты с воздухом могут взрываться. **Признаки отравления синильной кислотой - металлический привкус во рту, слабость, головокружение, беспокойство, расширение зрачков, замедление пульса, судороги.**

Таблица 1. Характеристика некоторых наиболее распространенных АХОВ.

СДЯВ	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Температура кипения, °С	Токсические св-ва		Дегазирующие веще- ства
			поражаю- щая концен- трация, мг/л	смертель- ная кон- центрация, мг/л	
Аммиак	0,68	-33,4	0,2	7	Вода
Хлор	1,56	-34,6	0,01	0,1 – 0,5	Гашеная известь
Фосген	1,43	8,2	0,05	0,4 – 0,5	Щелочь, вода
Сернистый ангидрид	1,46	-10	0,4 – 0,5	1,4 – 1,7	Гашеная известь
Серовуглерод	1,26	46	1,6 -2,5	10	Сернистый натрий
Треххлори- стый фосфор	1,53	74,8	0,015 – 0,08	0,5 – 1,0	Аммиачная вода
Фтористый водород	0,98	19,4	0,4	1,5	Аммиачная вода
Синильная кислота	0,7	25,6	0,02 – 0,04	0,1 – 0,2	Аммиачная вода

# ***Крупнейшие потребители АХОВ***

***Чёрная и цветная металлургия (хлор, аммиак, соляную кислоту и т.д.)***

***Целлюлозно-бумажная промышленность (хлор, аммиак, сернистый ангидрид, сероводород, соляная кислота)***

***Машиностроительная и оборонная промышленность (хлор, аммиак, соляная кислота, водород фтористый)***

***Коммунальное хозяйство (хлор, аммиак)***

***Медицинская промышленность (аммиак, хлор, фосген, нитрил акриловые кислоты, соляная кислота)***

***Сельское хозяйство ( аммиак, хлорпикрин, сернистый ангидрид)***

# Пути поступления АХОВ в организм человека

Через  
глаза

Через  
НОС

Ингаляционный  
путь

Через  
рот

Через  
кожу



Пероральный путь

Кожно-  
резорбтивный путь

**Токсичность** - свойство веществ вызывать отравления (интоксикацию) организма.

Характеризуется дозой вещества, вызывающей ту или иную степень отравления.

**Токсодоза** - количественная характеристика опасности АХОВ, соответствующая определенному уровню поражения при его воздействии на живой организм. Для ингаляционных и для кожно-резорбитных поражений она определяется по-разному.

**Концентрация** - количественная характеристика облака зараженного воздуха, измеряется в г/м<sup>3</sup> или мг/л.

# Способы классификации АХОВ:

- по степени воздействия на организм человека
- по преимущественному синдрому, складывающемуся при острой интоксикации
- по основным физико-химическим свойствам и условиям хранения
- по степени опасности на основе учета нескольких факторов
- по способности к горению

## **Классификация АХОВ по степени воздействия на организм человека**

<b>Показатель</b>	<b>Класс опасности</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>ПДК АХОВ в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup></b>	<b>0,1&lt;</b>	<b>0,1-1,0</b>	<b>1,1-10,0</b>	<b>&gt;10,0</b>
<b>Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг</b>	<b>15&lt;</b>	<b>15-150</b>	<b>150-500</b>	<b>&gt;500</b>
<b>Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг</b>	<b>100&lt;</b>	<b>100-500</b>	<b>500-2500</b>	<b>&gt;2500</b>
<b>Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м<sup>3</sup></b>	<b>500&lt;</b>	<b>500-5000</b>	<b>5000 – 50000</b>	<b>&gt;50000</b>

# Классификация АХОВ по преимущественному синдрому, складывающемуся при острой интоксикации

- вещества с преимущественно удушающим действием
- вещества преимущественно общеядовитого действия
- вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием
- нейротропные яды
- вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием
- метаболитические яды
- вещества, нарушающие обмен веществ

# ***Классификация АХОВ по основным физико-химическим свойствам и условиям хранения***

- жидкие летучие, хранимые в емкостях под давлением**
- жидкие летучие, хранимые в емкостях без давления**
- дымящие кислоты**
- сыпучие и твердые нелетучие при хранении до 40°C**
- сыпучие и твердые летучие при хранении до 40°C**

# **Классификация АХОВ по способности к горению**

- **негорючие** (не горят в условиях при температуре менее 900°C и концентрации кислорода до 21 %)
- **негорючие пожароопасные вещества** (не горят в условиях при температуре менее 900°C и концентрации кислорода до 21 %, но разлагаются с выделением горючих паров)
- **трудногорючие вещества** (способны возгораться только при действии источника огня)
- **горючие вещества** (способны к самовозгоранию и горению даже после удаления источника огня)

# **Особенности очага поражения АХОВ**

- сложность процесса образования облаков АХОВ и их распространения в окружающей среде;
- наличие на объекте аварии, как правило, нескольких поражающих факторов (ударная волна, химическое заражение, высокая (низкая) температура), а вне объекта - химическое заражение окружающей среды;
- наиболее опасный поражающий фактор - воздействие паров АХОВ через органы дыхания;
- длительность очага поражения во времени;
- смерть может наступить как мгновенно так и через некоторый промежуток времени после отравления АХОВ