

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ.  
ВЫБОР СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ АВАРИЙ  
НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Методические указания  
к выполнению практической работы  
для студентов направлений 20.03.01, 44.03.05

Курган 2022

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности».

Дисциплины: «Безопасность в чрезвычайных ситуациях»,  
«Промышленная безопасность».

Направления:

20.03.01 «Техносферная безопасность» (профиль «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»);

44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профиль «Физическая культура и безопасность жизнедеятельности»).

Составил: ст. преподаватель С. Б. Попадчук.

Печатается в соответствии с планом издания, утвержденным методическим советом университета «16» декабря 2021 г.

Утверждены на заседании кафедры «28» октября 2021 г.

## Введение

В 2020 году территориальными органами Ростехнадзора осуществлялся государственный надзор на более чем 3350 предприятиях химического комплекса. К числу химически опасных поднадзорных производств и объектов относятся: объекты, связанные с производством или использованием сжиженного аммиака, других хладагентов и криопродуктов; объекты, связанные с производством хлора, хлорсодержащих веществ; объекты, связанные с производством и использованием концентрированных кислот и щелочей, объекты по производству минеральных удобрений; водоочистные сооружения городов. В 2020 году произошло 8 аварий и 2 случая смертельного травматизма [1].

Чаще всего аварии на химически опасных объектах являются результатом взрыва, вызывающего разрушения технологических сетей или инженерных сооружений, при этом происходит выброс в окружающую среду химически опасных веществ [2].

Безопасность функционирования химически опасных объектов зависит от многих факторов: характера технологического процесса, физико-химических свойств сырья, конструкции и надежности оборудования, эффективности средств противоаварийной защиты. Аварии с выбросом аварийно химически опасных веществ отличаются разнообразием характера протекания, последствий, комплексным действием поражающих факторов в зависимости от особенностей производства, свойств используемых и хранящихся веществ, условий окружающей среды.

Для качественного и верного проведения прогнозирования последствий аварий на химически опасных объектах важен выбор сценария аварии.

Тема практической работы: прогнозирование последствий аварий, выбор сценариев развития аварий на химически опасных объектах.

Задачи:

- изучить основные характеристики аварийно химически опасных веществ;
- определить причины, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций;
- рассмотреть потенциальные аварийные ситуации исследуемого химически опасного объекта;
- составить блок-схему сценариев развития и возникновения аварии.

Выполнение практической работы будет способствовать формированию следующих компетенций:

- владение основными методами защиты персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;

- способность создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;
- способность использовать знание организационных основ безопасности производственных процессов в чрезвычайных ситуациях.

## **1 Основные понятия и определения**

Основные понятия и определения приведены в Федеральном законе «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», ГОСТе Р 22.0.02-2016, ГОСТе 22.0.05-97 [3–5].

**Опасное химическое вещество** – химическое вещество, прямое или опосредованное, воздействие которого на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель.

**Аварийно химически опасное вещество (АХОВ)** – опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе или разливе которого может произойти заражение окружающей среды с поражающими живой организм концентрациями (токсодозами).

По признакам своего поражающего действия АХОВ делят на следующие группы:

- удушающего действия: фосген, хлор, хлористый водород;
- общеядовитого действия: хлорциан, цианистый водород, синильная кислота, этиленхлоргидрин;
- удушающего и общеядовитого действия: акрилонитрил, аммиак, азотная кислота, окислы азота, сернистый ангидрид, сероводород, фтористый водород;
- нейротропные яды: сероуглерод, фосфорорганические соединения;
- удушающего и нейротропного действия: аммиак, сернистый водород;
- метаболические яды: окись этилена, хлор, фосген и др., способные нарушить обмен веществ и привести к смертельному исходу.

**Химически опасный объект (ХОО)** – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды.

**Выброс опасного химического вещества** – выход при разгерметизации за короткий промежуток времени из технологических установок, емкостей для

хранения или транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способном вызвать химическую аварию.

**Пролив опасных химических веществ** – вытекание при разгерметизации из технологических установок, емкостей для хранения или транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способным вызвать химическую аварию.

**Химическая авария** – авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений, или к химическому заражению окружающей природной среды.

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

**Сценарий развития аварии** – последовательность отдельных логически связанных событий, обусловленных конкретным иницирующим (исходным) событием, приводящих к возникновению поражающих факторов аварии и причинению ущерба от аварии людским и (или) материальным ресурсам или компонентам природной среды.

**Сценарий наиболее вероятной аварии** – сценарий аварии, вероятность реализации которого максимальна за определенный период (месяц, год).

**Сценарий наиболее опасной по последствиям аварии** – сценарий аварии с наибольшим ущербом по людским и (или) материальным ресурсам или компонентам природной среды.

## **2 Прогнозирование последствий аварий на химически опасных объектах.**

### **Выбор сценариев развития аварий**

К АХОВ отнесены 34 вещества: акрилонитрил, акролеин, аммиак, ацетонитрил, ацетонциангидрин, окислы азота, бромистый водород, бромистый метил, диметиламин, метиламин, метилакрилат, метилмеркаптан, мышьяковистый водород, сероводород, сероуглерод, сернистый ангидрид, соляная кислота, синильная кислота, триметиламин, формальдегид, фосген, фосфор треххлористый, хлорокись фосфора, фтор, фтористый водород, хлор, хлорпикрин, хлористый водород, хлорциан, хлористый метил, этилмеркаптан, этиленамин, этиленсульфид и окись этилена. В этот перечень включены только те опасные химические соединения, которые обладают высокой летучестью и

токсичностью и в аварийных ситуациях могут стать причиной массового поражения людей.

Характеристика опасных веществ должна включать:

- наименование вещества;
- молекулярную формулу;
- физико-химические параметры (молекулярный вес, запах, цвет, температура кипения, плотность при нормальных условиях);
- данные о взрыво-пожароопасности;
- реакционную способность;
- коррозионную активность;
- токсическую опасность;
- характер воздействия на организм человека;
- индивидуальные средства защиты;
- меры первой помощи пострадавшим, а также методы перевода (нейтрализации) вещества в безопасное состояние.

Характеристика наиболее распространенных АХОВ представлена в таблице 1.

Основные причины аварий следующие:

а) технологические нарушения:

- отклонения технологических параметров: давления, температуры, расхода, концентрации, скорости реакции, теплоты реакции, изменение фазового состояния;
- спонтанные реакции: полимеризация, неконтролируемые процессы, внутренний взрыв, разложение;
- разгерметизация трубопроводов, резервуаров, сосудов, отказ прокладок, сальников вследствие механических повреждений, физического износа, коррозии оборудования;
- отказы средств КИПиА (измерительных приборов, датчиков, блокировок);
- неисправности систем обеспечения: электрической, подачи воздуха или азота, водоснабжения, охлаждения, теплообмена, вентиляции;

б) отказ системы административного управления и ошибки эксплуатационного персонала (нарушение требований технологических регламентов, рабочих инструкций, неудовлетворительная организация проведения ремонтных работ, отсутствие надзора за техническим состоянием оборудования, низкая производственная дисциплина);

в) внешние события: экстремальные погодные условия, землетрясения, воздействия других аварий, случаи вандализма, диверсии.

Таблица 1 – Характеристика АХОВ

Наименование АХОВ	Агрегатное состояние при нормальных условиях, другие признаки	Температура кипения, С	Характерный запах	Пожаро-взрывоопасность
1	2	3	4	5
Акрилонитрил	Жидкость	77,5	Специфичный	Взрывоопасен
Аммиак	Бесцветный газ. Хорошо растворим в воде	-33,4	Резкий, похож на запах нашатырного спирта	Взрывоопасен
Метилмеркаптан	Газ	5,9	Неприятный	Пожаро-взрывоопасен
Сероуглерод	Бесцветная жидкость, нерастворимая в воде.	46,3	Сладковатый эфирный	Взрывоопасен
Синильная кислота	Жидкость	25,6	Горького миндаля	Пожароопасна
Фосген	Бесцветный газ. Дымит на воздухе, плохо растворим в воде	8,2	Прелого сена, гнилых фруктов, сладковатый	Негорюч
Хлор	Зеленовато-желтый газ, плохо растворим в воде	-34,1	Резкий удушающий	Негорюч
Хлорпикрин	Бледно-желтая маслянистая жидкость, плохо растворимая в воде	112,3	Резкий удушающий, картофельной ботвы	Негорюч
Хлорциан	Газ	12,6	Резкий	Пожаро-взрывоопасен
Водород хлористый	Газ. Дымит на воздухе, хорошо растворим в воде	-85,0	Резкий, раздражающий	Негорюч
Водород фтористый	Газ. Бесцветный или бесцветная легколетучая жидкость, растворимая в воде	19,52	Резкий	Негорюч
Метил хлористый	Бесцветный газ, плохо растворим в воде	-24,1	Сладковатый	Горюч, в смеси с воздухом взрывоопасен

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Метил бромистый	Бесцветны газ, не растворим в воде	3,6	Слабый, эфирный	Горючий, в смеси с воздухом взрывоопасен
Ацетонциангидрин	Бесцветная жидкость, растворимая в воде	120,0	Слабый, ацетона	Горюч, взрывоопасен в смеси с воздухом
Сернистый ангидрид	Бесцветный газ, дымит на воздухе, растворим в воде	-10,0	Резкий, сладковатый, раздражающий	Негорюч, взрывоопасен при нагревании ёмкостей
Сероводород	Бесцветный газ, растворим в воде	-60,3	Тухлых яиц	Горюч в смеси с воздухом взрывоопасен
Окись этилена	Бесцветный газ, , растворим в воде	10,7	Резкий эфирный	Горюч и взрывоопасен
Деметиламин	Бесцветный газ, дымит на воздухе, растворим в воде	7,4	Резкий аммиачный	Горюч, в смеси с воздухом взрывоопасен
Гептил	Жидкость бесцветная, дымит на воздухе, хорошо растворима в воде	63,0	Аммиачный	Легко воспламеняем от искр и пламени, самовоспламеняем, взрывоопасен в смесях
Азотная кислота	Бесцветная жидкость. Парит на воздухе, неограниченно растворима в воде	83,8	Резкий, раздражающий	Негорюча, при контакте с горючими материалами вызывает их самовозгорание
Диоксид азота	Газ	- 21	Удушливый сладковатый	Негорюч, поддерживает горение
Соляная кислота	Бесцветная жидкость, неограниченно растворима в воде	1,9	Острый водорода хлористого	Негорюча



Прогнозирование сценария аварии необходимо начинать с описания исследуемого химически опасного объекта. В качестве основного параметра ХОО выбирают показатель, определяющий суммарное количество и типы аварийно химически опасных веществ на объекте, условия потенциальной аварии.

В качестве вспомогательных параметров выбирают:

- количество АХОВ в наибольшей емкости;
- агрегатное состояние АХОВ – сжатые газы, сжиженные газы, жидкости;
- условия хранения емкостей с АХОВ – обвалованы, расположены открыто или заглублены, расположены в помещении;
- условия осуществления аварии – полная или частичная разгерметизация, с воспламенением, со взрывом;
- способ хранения АХОВ – под давлением, изотермически;
- метеоусловия наиболее характерные для данной местности: стратификация, направление и скорость приземного ветра, температура воздуха;
- типовые виды разрушений резервуаров с АХОВ в случае террористических актов – полная или частичная разгерметизация, с воспламенением и взрывом [6].

Характеристика типовых сценариев аварии представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Типовые аварийные ситуации, связанные с выбросом ОХВ [2]

Агрегатное состояние	Вид источника заражения	Степень разрушения источника заражения	Характер попадания ОХВ в окружающую среду	Варианты разлива ОХВ	Образование вида облака химического заражения
1	2	3	4	5	6
Сжатые газы АХОВ	Хранилища, емкости Трубопроводы	Полное Частичное	Мгновенный выброс объема АХОВ с мгновенным переходом в атмосферу Истечение во времени через отверстие с мгновенным переходом в атмосферу	Разлив отсутствует	Первичное облако заражения
	Хранилища, железнодорожные цистерны Технологические емкости Трубопроводы	Полное Частичное	Мгновенный выброс всего содержимого емкости с последующим испарением разлива Истечение во времени через отверстия с последующим испарением разлива	Свободный или в обваловку Свободный	Первичное и вторичное облако
Жидкости (мало летучих АХОВ)	Хранилища и железнодорожные цистерны	Полное Частичное	Мгновенный выброс всего содержимого емкости с последующим испарением разлива Истечение во времени через отверстия с последующим испарением разлива	Свободный или в обваловку (поддон)	Образование в основном вторичного облака
	Технологические емкости и трубопроводы	Частичное	Мгновенный выброс всего содержимого емкости с последующим испарением разлива Истечение во времени через отверстия (трещину) с последующим испарением разлива	Свободный	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Жидкости (стойких АХОВ)	Хранилища и железнодорожные цистерны	Полное	Мгновенный выброс содержимого емкости с последующим испарением разлива	Свободный или обваловку (поддон)	Вторичное облако
		Частичное	Истечение во времени через отверстия (трещину) с последующим испарением разлива		
	Технологические емкости и реакционная аппаратура	Частичное	Мгновенный выброс содержимого емкости с последующим испарением разлива Истечение во времени через отверстия (трещину) с последующим испарением разлива	Свободный	
	Трубопроводы	Частичное	Истечение во времени через отверстия (трещину) с последующим испарением разлива	Свободный	

Разгерметизация оборудования приводит к аварийному процессу, при котором опасные вещества, технологическое оборудование вовлекаются в не предусматриваемые технологическим регламентом процессы: взрывы и пожары создают поражающие факторы – ударные и тепловые нагрузки для персонала объекта, населения и окружающей среды и самого объекта.

Описание типовых сценариев аварий представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Типовые сценарии аварий [6]

Номер сценария	Описание сценария
1	2
1	Характеризуется полным проливом содержимого всех емкостей, содержащих АХОВ, при их разрушении на объекте и соответствующим максимально возможным масштабом химического заражения окружающей среды
2а	Характеризуется либо полным проливом АХОВ одной из наибольших емкостей на объекте, либо частичным проливом в зависимости от величины отверстия разгерметизации и его расположения относительно уровня земли
2б	Характеризуется большим количеством содержимого АХОВ в емкости, идущим на образование первичного облака химического заражения. Предусматривают необвалованное расположение емкостей с АХОВ на объекте, что предполагает свободный разлив жидкого АХОВ на подстилающую поверхность с принятым допущением для прогнозирования высотой разлива равной 0,05 м
2в	Характеризуется небольшим количеством содержимого АХОВ в емкости, идущим на образование первичного облака химического заражения. Предусматривают необвалованное расположение емкостей с АХОВ на объекте, что предполагает свободный разлив жидкого АХОВ на подстилающую поверхность с принятым допущением для прогнозирования высотой разлива равной 0,05 м
3	Характеризуется проливом жидкого АХОВ полностью или частично в поддон обвалования, что скажется на снижении глубины химического заражения и увеличении времени его испарения в зависимости от высоты обвалования и количества пролитого АХОВ
4	Характеризуется полным или частичным проливом АХОВ в землю и возможным химическим заражением подпочвенных вод. Глубина химического заражения в основном будет определяться вторичным облаком химического заражения и зависеть от площади разгерметизации выступающей поверхности емкости
5	Характеризуется особенностями полной или частичной разгерметизации автомобильной (железнодорожной) цистерны в процессе транспортировки АХОВ

Продолжение таблицы 3

1	2
6	Характеризуется разгерметизацией полностью всех или частичного количества контейнеров (баллонов) при транспортировке
7	Характеризуется полной или частичной разгерметизацией (разрушением) трубопровода между автоматическими отсекающими
8	Характеризуется частичной разгерметизацией автомобильной цистерны под непосредственным бронебойно зажигательным пулевым воздействием с невзрывоопасными АХОВ при разгерметизации посредством взрыва без опрокидывания транспорта
9	Характеризуется частичной разгерметизацией железнодорожной цистерны под непосредственным бронебойно зажигательным пулевым воздействием с невзрывоопасными АХОВ при разгерметизации посредством взрыва без схода с железнодорожного полотна
10а	Характеризуется возгоранием рассматриваемых материалов по техногенным причинам при наличии источника зажигания, пожаром и выделением в опасной концентрации ОХВ
10б	Характеризуется возгоранием рассматриваемых материалов с сопутствующим взрывом вследствие террористического акта, пожаром и выделением в опасной концентрации ОХВ

Определение возможных сценариев возникновения и динамики развития аварийных ситуаций проводится с помощью типовой схемы. Блок-схема сценариев развития и возникновения аварии при выбросе токсичного вещества представлена на рисунке 1.

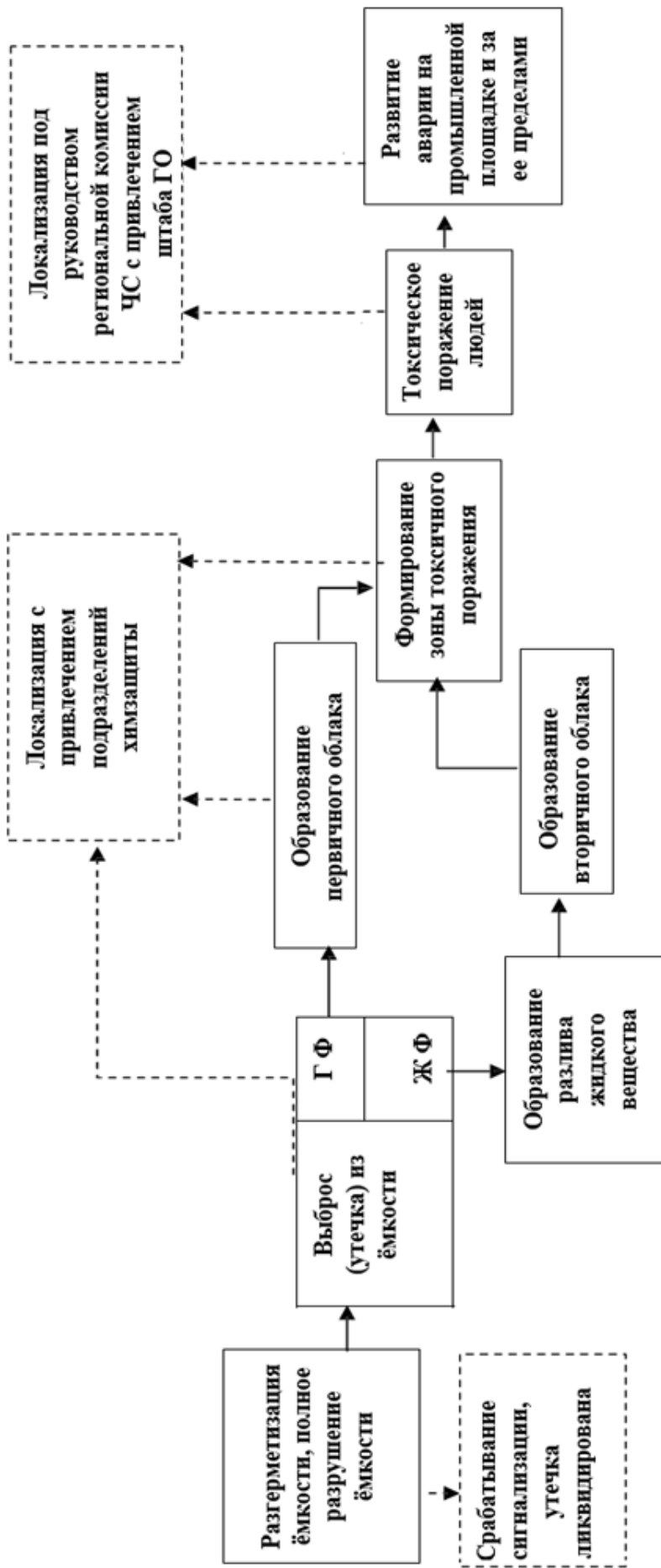


Рисунок 1 – Блок-схема сценариев развития и возникновения аварии при выбросе токсичного вещества

### Задание

На ХОО транспортируется, хранится, используется в технологических процессах АХОВ. Провести прогнозирование последствий аварий на ХОО, выбрать сценарии развития аварии. Вариант задания выбрать в таблице 4 в соответствии с номером по списку.

Таблица 4 – Вариант АХОВ

Номер варианта	Аварийно химически опасное вещество	Количество АХОВ
1	Хлорпикрин	3 бака хранения по 100 кг
2	Ацетонитрил	4 резервуара 50 м <sup>3</sup> каждый
3	Формальдегид	3 резервуара 100 м <sup>3</sup> каждый
4	Акролеин	2 цистерны 200 м <sup>3</sup> каждая
5	Ацетонциангидрин	2 бака хранения по 100 кг
6	Оксид азота	8 резервуаров 10 м <sup>3</sup> каждый
7	Метилакрилат	3 цистерны 1000 м <sup>3</sup> каждая
8	Метиламин	2 цистерны 100 м <sup>3</sup> каждая
9	Диметиламин	3 резервуара 250 м <sup>3</sup> каждый
10	Синильная кислота	6 баллонов по 10 кг каждый
11	Сернистый ангидрид	2 цистерны 200 м <sup>3</sup> каждая
12	Фосген	2 баллона по 5 кг каждый
13	Аммиак	5 баллонов по 10 кг каждый
14	Акрилонитрил	2 резервуара 50 м <sup>3</sup> каждый
15	Хлор	20 баллонов по 15 кг
16	Фтористый водород	20 баллона по 5 кг каждый
17	Сероводород	2 резервуара 300 м <sup>3</sup> каждый
18	Хлорциан	4 резервуара 100 м <sup>3</sup> каждый
19	Окись этилена	2 резервуара 50 м <sup>3</sup> каждый
20	Азотная кислота	2 резервуара по 200 кг каждый

При выполнении задания должна быть отражена:

- 1) характеристика АХОВ;
- 2) факторы, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций;
- 3) возможные причины аварийных ситуаций;
- 4) типовые группы сценариев аварий;
- 5) определение наиболее вероятной и наиболее опасной аварий;
- 6) блок-схема сценариев развития и возникновения аварии.

**Пример.** На ХОО транспортируется, хранится, используется в технологических процессах соляная кислота. Кислота хранится в 2 гуммированных ёмкостях вместимостью 30 м<sup>3</sup> в помещении склада.

Соляная кислота – неорганическое вещество, одноосновная кислота, одна из самых сильных кислот. Кислота в чистом виде представляет собой жидкость без цвета и запаха. Техническая кислота обычно содержит примеси, которые придают ей слегка желтоватый оттенок.

Соляная кислота относится к веществам III класса опасности. Рекомендуемая предельно допустимая концентрация (ПДК) в рабочей зоне – 5 мг/м<sup>3</sup>. Бесцветная, прозрачная, едкая жидкость, дымящаяся на воздухе.

Высококонцентрированная соляная кислота представляет собой едкое вещество. При попадании на кожу вызывает сильные химические ожоги. Особенно опасным считается попадание в глаза (в значительном количестве). Для нейтрализации ожогов применяют раствор слабого основания или соли слабой кислоты, обычно пищевой соды.

При открывании сосудов с концентрированной соляной кислотой пары хлороводорода, притягивая влагу воздуха, образуют туман, раздражающий глаза и дыхательные пути человека. Реагируя с сильными окислителями (хлорной известью, диоксидом марганца, перманганатом калия), образует токсичный газообразный хлор.

### **Факторы, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций**

1 Перекачивание соляной кислоты создает опасность выброса вещества при аварийной разгерметизации системы.

2 Наличие соляной кислоты, являющейся токсическим веществом, создает опасность выброса при аварийной разгерметизации системы.

3 Разрушение автомобильной цистерны с соляной кислотой представляет опасность выброса вещества.

4 Способность соляной кислоты при определенных условиях вызывать массовые отравления людей и животных, а также заражать окружающую среду.

### **Возможные причины аварийных ситуаций**

1 Ошибки при изготовлении, монтаже и ремонте оборудования, ёмкостей, в том числе раковины, дефекты, усталостные явления в металле, не выявленные при освидетельствовании оборудования, что может привести к полной или частичной разгерметизации.

2 Разгерметизация оборудования из-за внутренних механических дефектов, механических повреждений, коррозии, отказа системы обогрева.



3 Воздействия внешних факторов (механические повреждения при проведении погрузочно-разгрузочных операций, нагрев, атмосферная коррозия и др.).

4 Ошибки персонала при проведении технологического процесса перекачки продукта.

5 Превышения давления и температуры выше регламентируемых значений.

6 Разгерметизация (разрушение) емкостей при их переполнении продуктами.

7 Ошибки ремонтного персонала.

8 Террористические и диверсионные акты.

Исходя из свойств опасных веществ, условий их использования, определяем  **типовые группы сценариев аварий.**

Сценарий С1

Разрушение гуммированной ёмкости с соляной кислотой → образование площади пролива с образованием вторичного облака → локальное поражение/дрейф облака → токсическое поражение персонала объекта и населения, находящегося на близлежащей территории к объекту.

Сценарий С2

Утечка соляной кислоты из гуммированной ёмкости с соляной кислотой вместимостью 30 м<sup>3</sup> через отверстие → образование пролива соляной кислоты → токсическое поражение персонала объекта и населения, находящегося на близлежащей территории к объекту.

Сценарий С3

Разрушение автомобильной цистерны при транспортировке кислоты → образование площади пролива с образованием вторичного облака → локальное поражение/дрейф облака → токсическое поражение персонала объекта и населения, находящегося на близлежащей территории к объекту.

Наиболее вероятной аварией является авария по сценарию С2.

Наиболее опасной по последствиям аварии является авария по сценарию С1 при разрушении двух гуммированных ёмкостей с соляной кислотой.

Приводим блок-схему сценариев развития и возникновения аварии при выбросе соляной кислоты.

## Библиографический список

1 Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2020 году // Ростехнадзор : официальный сайт. – URL: <https://www.gosnadzor.ru/> (дата обращения: 20.11.2021).

2 Безопасность и защита человека в чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / Н. В. Святова, А. А. Мисбахов, Е. Г. Кабыш [и др.]. – Казань : ТГГПУ-НЦ БЖД, 2011. – 132 с.

3 О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : Федеральный закон № 68-ФЗ // Техэксперт : справ. система. – URL: <https://docs.cntd.ru/> (дата обращения: 22.11.2021).

4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения : ГОСТ Р 22.0.02-2016 // Техэксперт : справ. система. – URL: <https://docs.cntd.ru/> (дата обращения: 22.11.2021).

5 Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения : ГОСТ 22.0.05-97. // Техэксперт : справ. система. – URL: <https://docs.cntd.ru/> (дата обращения: 22.11.2021).

6 Савчук О. Н. Методология выбора «сценария аварии» при прогнозировании последствий аварий на объектах, вызывающих химическое заражение / О. Н. Савчук. – URL: <https://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V51/2.pdf> (дата обращения: 25.11.2021).

7 Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах : руководство по безопасности ; утверждено приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.04.2016 г. № 144 // Техэксперт : справ. система. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200133801> (дата обращения: 25.11.2021).

8 Характеристика аварийно химически опасных веществ (АХОВ). – URL: <https://www.sites.google.com/site/himiceskiopasnyeobektyspb/himiceski-opasnye-vesestva/kratkaa-harakteristika-osnovnyh-ahov> (дата обращения: 28.11.2021).

Попадчук Светлана Борисовна

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ.  
ВЫБОР СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ АВАРИЙ  
НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Методические указания  
к выполнению практической работы  
для студентов направлений 20.03.01, 44.03.05

Редактор Л. П. Чукомина

---

Подписано в печать 03.06.22	Формат 60x84 1/16	Бумага 80 г/м <sup>2</sup>
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,19	Уч.-изд. л. 1,19
Заказ 39	Тираж 25	

---

Библиотечно-издательский центр КГУ.  
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.  
Курганский государственный университет.