

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра безопасности жизнедеятельности
и технологического оборудования

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПО ДАННЫМ ХИМРАЗВЕДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА ВПХР

Направление подготовки

2.13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация выпускника

бакалавр

Уфа 2018

Рекомендованы к изданию методической комиссией энергетического факультета (*протокол № 3 от 25 октября 2018 г.*)

Составители: профессор, д-р. техн. наук Кабашов В.Ю.
доцент, канд. биол. наук Латыпова Г.Ф.

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и технологического оборудования, канд.биол.наук
Латыпова Г.Ф.

Лабораторная работа

Оценка химической обстановки по данным химразведки с использованием прибора ВПХР

Цель и задачи работы

Цель: Научиться оценивать химическую обстановку на объекте экономики и ее последствия на основе определения отравляющих веществ и их концентраций с использованием прибора ВПХР.

Задачи:

1) Изучить назначение, устройство и методику определения отравляющих веществ с использованием войскового прибора химической разведки (ВПХР).

2) Научиться определять характер и масштабы химического заражения сильнодействующими ядовитыми веществами и их влияние на деятельность объектов и населения.

Оборудование и приборы

Войсковой прибор химической разведки (ВПХР), индикаторные трубки и цветные эталоны окраски для определения концентрации отравляющих веществ.

1 Общие положения

Обнаружение и определение степени заражения отравляющими веществами (ОВ) и сильно действующими ядовитыми веществами (СДЯВ) воздуха, местности, сооружений, оборудования, транспорта, средств индивидуальной защиты, одежды, продовольствия, воды, фуража и других объектов производится с помощью приборов химической разведки или путем взятия проб и последующего анализа их в химических лабораториях.

Основным прибором химической разведки является войсковой прибор химической разведки (ВПХР), а также аналогичный ему по тактико-техническим характеристикам и принципу действия полуавтоматический прибор химической разведки (ВПХР).

Принцип обнаружения и определения ОВ приборами химической разведки основан на изменении окраски индикаторов при взаимодействии их с ОВ. В зависимости от того, какой был взят индикатор и как он изменил окраску, определяют тип ОВ, а сравнение интенсивности полученной окраски с цветным эталоном позволяет судить о приблизительной концентрации ОВ в воздухе или о плотности заражения.

1.1 Назначение и устройство войскового прибора химической разведки

Войсковой прибор химической разведки ВПХР (рисунок 1) предназначен для определения в воздухе, на местности и технике отравляющих веществ типа VX (Ви-Икс), зарин, зоман, иприт, синильная кислота, хлорциан и фосген.

Прибор состоит из корпуса с крышкой и размещенных в них: ручного насоса 1, насадки к насосу 3, бумажных кассет с индикаторными трубками 11, защитных колпачков 4, противодымных фильтров 5, электрофонаря 7, грелки 10 и патронов к ней 6. Кроме того, в комплект прибора входит лопатка для взятия проб 9, штырь 8, «Инструкция по эксплуатации», памятка по работе с прибором, памятка по определению ОВ типа зоман в воздухе, плечевой ремень 2 с тесьмой. Масса прибора – 2,3 кг, чувствительность к фосфорорганическим ОВ – до $5 \cdot 10^{-6}$ мг/л, к фосгену, синильной кислоте и хлорциану – до $5 \cdot 10^{-3}$ мг/л, иприту – до $2 \cdot 10^{-3}$ мг/л; диапазон рабочих температур от -40 до $+40^{\circ}\text{C}$.

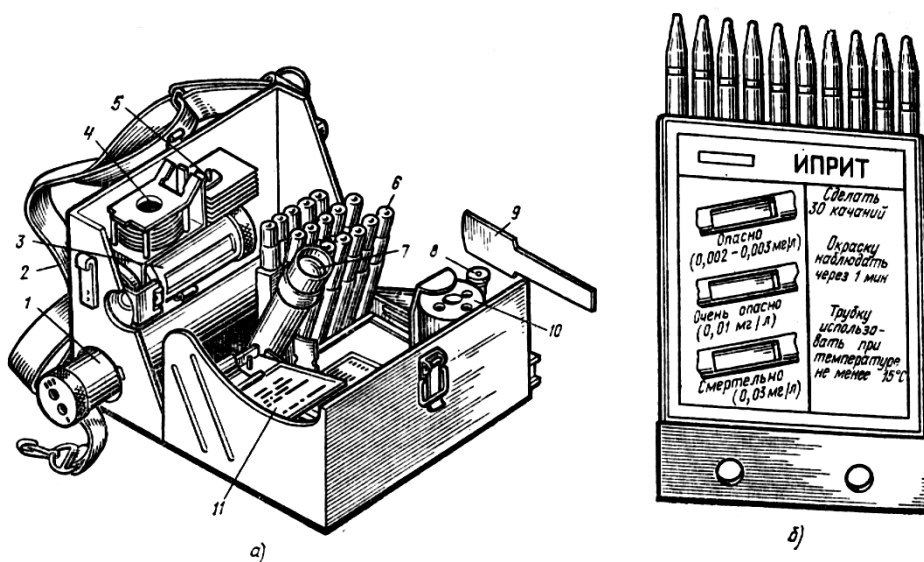


Рисунок 1.1 Войсковой прибор химической разведки ВПХР

Ручной насос (поршневой) служит для прокачивания зараженного воздуха через индикаторную трубку, которую устанавливают для этого в гнездо головки насоса. При 50...60 качаниях насосом в 1 мин через индикаторную трубку проходит около 2 л воздуха. На головке насоса размещены нож для надреза и два углубления для обламывания концов индикаторных трубок; в ручке насоса – ампуловскрывать.

Насадка к насосу является приспособлением, позволяющим увеличивать количество паров ОВ, проходящих через индикаторную трубку, при определении ОВ на почве и различных предметах, в сыпучих материалах, а также обнаруживать ОВ в дыму и брать пробы дыма.

Индикаторные трубки, расположенные в кассетах (рисунок 2), предназначены для определения ОВ и представляют собой запаянные стеклянные трубки, внутри которых помещены наполнитель и ампулы с реактивами. Индикаторные трубки маркированы цветными кольцами и

уложены в бумажные кассеты, на которых приведен цветной эталон окраски и указан порядок работы с трубками.

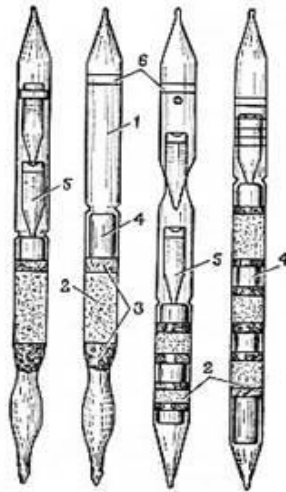


Рисунок 1.2 Индикаторные трубки: 1 - корпус трубки; 2 - наполнитель; 3 - ватный тампон; 4 - обтекатель; 5 - ампулы с индикатором; 6 - маркировочное кольцо.

Защитные колпачки служат для предохранения внутренней поверхности воронки насадки от заражения каплями ОВ и для помещения проб почвы и сыпучих материалов при определении в них ОВ.

Противодымные фильтры применяют для определения ОВ в дыму, малых количеств ОВ в почве и сыпучих материалах, а также при взятии проб дыма. Они состоят из одного слоя фильтрующего материала (картона) и нескольких слоев капроновой ткани.

Грелка служит для подогрева индикаторных трубок при пониженной температуре окружающего воздуха от -40°C .

1.2 Определение отравляющих веществ прибором ВПХР

Определение отравляющих веществ в воздухе начинают с зарина, зомана и VX. Для этого открывают крышку прибора, отодвигают защелку и вынимают насос. Берут две индикаторные трубки с красным кольцом и красной точкой, надпиливают их концы и вскрывают. При температуре 5°C и ниже трубки перед вскрытием нагревают (оттаивают реактив) в грелке до температуры не выше 40°C .

С помощью ампуловскрывателя насоса с маркировкой, соответствующей маркировке индикаторных трубок, разбивают верхние ампулы обеих трубок и, взяв их за концы с маркировкой, энергично встряхивают 2...3 раза. Одну из трубок (опытную) немаркированным концом вставляют в насос и прокачивают через нее воздух, сделав 5...6 качаний со скоростью 1 качание в секунду. Через вторую трубку (контрольную) воздух не прокачивают, а оставляют в штативе, расположенном в корпусе прибора. После прокачивания воздуха разбивают

нижнюю ампулу опытной трубки и встряхивают ее наотмашь 1...2 раза так, чтобы полностью смочить верхний слой наполнителя. Сразу после этого разбивают нижнюю ампулу контрольной трубки и также встряхивают ее. Наблюдают за изменением окраски наполнителей. При низкой температуре перед вскрытием нижних ампул обе трубки нагревают в грелке в течение 1 мин.

Сразу после вскрытия нижних ампул и их встряхивания наполнитель становится красным, а затем желтым. Одновременный переход красного цвета и желтый в обеих трубках свидетельствует об отсутствии ОВ в опасных концентрациях. К моменту образования желтой окраски в контрольной трубке сохранение красного цвета верхнего слоя наполнителя опытной трубки указывает на наличие в воздухе ОВ в опасных концентрациях.

С помощью прибора можно также определить безопасные концентрации зарина, зомана, VX, что весьма важно в случаях принятия решения о снятии противогазов. Определение проводят в описанном выше порядке, лишь при прокачивании воздуха через опытную индикаторную трубку делают 50...60 качаний насосом и нижние ампулы трубок разбивают не сразу после прокачивания, а по истечении 2...3 мин.

Независимо от результатов исследования на содержание ОВ нервно-паралитического действия определяют присутствие в воздухе фосгена (дифосгена) и синильной кислоты или хлорциана. Для этого вскрывают индикаторную трубку с тремя зелеными кольцами, разбивают в ней ампулу, вставляют трубку в насос и делают 10...15 качаний насосом. Вынув трубку из насоса, сравнивают окраску наполнителя с эталоном, нанесенным на кассете, в которой хранятся индикаторные трубки.

Затем определяют в воздухе пары иприта, для чего вскрывают трубку с одним желтым кольцом, вставляют ее в насос и делают 60 качаний насосом. Далее вынимают трубку из насоса и через 1 мин сравнивают окраску наполнителя с эталоном на кассете.

Для определения отравляющих веществ в почве и сыпучих материалах следует достать и подготовить необходимую индикаторную трубку и вставить ее в головку насоса. Затем навернуть на насос насадку, оставив откинутым прижимное кольцо, надеть на воронку насадки защитный колпачок. Лопаткой взять верхний слой почвы (сыпучего материала) в подозрительном на заражение месте и насыпать в защитный колпачок до краев. Накрыть воронку противодымным фильтром, закрепить его прижимным кольцом и сделать необходимое число качаний насоса. После этого выбрасывают противодымный фильтр, пробу и колпачок, вынимают индикаторную трубку и определяют ОВ, как указывалось выше.

Для определения отравляющих веществ на местности, технике, одежде и различных предметах вставляют подготовленную трубку в насос, навинчивают насадку, надевают защитный колпачок и прикладывают насадку к почве или поверхности обследуемого объекта так, чтобы колпачок накрыл участок с наиболее выраженными признаками заражения, после чего делают необходимое количество качаний. Далее снимают насадку, выбрасывают

колпачок, вынимают из головки насоса индикаторную трубку и проводят определение ОВ, руководствуясь указаниями, описанными выше.

1.3 Оценка химической обстановки в очаге, образованном сильнодействующими ядовитыми веществами

Под оценкой химической обстановки понимается определение масштаба и характера заражения отравляющими веществами (ОВ) и сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ), анализ их влияния на деятельность объектов сил ГО и населения.

Исходными данными для оценки химической обстановки являются: район и время применения химического оружия или разлива (выброса) СДЯВ; тип и количество ОВ или СДЯВ; метеоданные; топографические условия местности и характер застройки или растительности на пути движения зараженного воздуха; условия хранения и характер выброса (разлива) ядовитых веществ; степень защищенности людей и сельскохозяйственных животных, продовольствия, кормов, укрытия техники и имущества.

Для оценки химической обстановки необходимо знать скорость и направление приземного ветра, температуру воздуха и почвы, степень вертикальной устойчивости воздуха. Эти метеоданные штаб ГО объекта получает от метеостанций или постов радиационного и химического наблюдения.

Степень вертикальной устойчивости можно определить с помощью графика (рисунок 1.3) по скорости ветра на высоте 1 м и температурному градиенту

$$\Delta t = t_{50} - t_{200},$$

где t_{50} – температура воздуха на высоте 50 см от поверхности земли;

t_{200} – температура воздуха на высоте 200 см от поверхности земли.



Рисунок 1.3 График для определения вертикальной устойчивости воздуха

Инверсия – характеризуется отсутствием восходящих потоков воздуха. Температура почвы меньше температуры воздуха. Наблюдается обычно вечером при ясной погоде и слабом ветре (до 4 м/с).

Изотермия – состояние, при котором восходящие потоки слабые, температуры воздуха и почвы примерно одинаковы. Наблюдается обычно в пасмурную погоду.

Конвекция – характеризуется сильно развитыми восходящими потоками. Температура почвы выше температуры воздуха. Наблюдается при ясной погоде и слабом ветре (до 4 м/с).

Размеры зоны химического заражения характеризуются глубиной распространения облака зараженного воздуха (Γ) и шириной (Π).

Глубину распространения определяют по формуле:

$$\Gamma = K \cdot \Gamma_0, \quad (1.1)$$

где Γ_0 – вероятная глубина распространения облака зараженного воздуха при скорости ветра 1 м/с, км (выбирается по таблице 1.1);

K – поправочный коэффициент, учитывающий влияние скорости ветра на глубину распространения облака зараженного воздуха (принимается по таблице 1.2).

Таблица 1.1 Глубина распространения облаков заражённого воздуха с поражающими концентрациями СДЯВ, км (ёмкости не обвалованы, скорость ветра 1 м/с)

Наименование СДЯВ	Количество СДЯВ в ёмкости (на объекте), т								
	инверсия			изотермия			конвекция		
	1	5	10	1	5	10	1	5	10
<i>на открытой местности</i>									
хлор, фосген	9	23	49	1,8	4,6	7	0,47	1	1,4
цианистый водород	6	16	21	1,2	3,2	4,8	0,36	0,7	1,1
аммиак	2	0,5	4,5	0,4	0,7	0,9	0,12	0,21	0,27
сернистый ангидрид	2,5	4	4,5	0,5	0,8	0,9	0,15	0,24	0,27
сероводород	3	5,5	7,5	0,6	1,1	1,3	0,18	0,33	0,45
<i>на закрытой местности</i>									
хлор, фосген	2,6	6,6	14	0,5	1,3	2,0	0,15	0,1	0,52
цианистый водород	1,7	4,6	6,8	0,3	0,9	1,4	0,1	0,3	0,4
аммиак	0,6	1,0	1,3	0,1	0,2	0,3	0,03	0,06	0,08
сернистый ангидрид	0,7	1,1	1,3	0,1	0,2	0,3	0,04	0,07	0,08
сероводород	0,8	1,6	2,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,09	0,13

Примечания: Для обвалованных и заглублённых емкостей со СДЯВ глубина распространения облака зараженного воздуха уменьшается в 1,5 раза.

Таблица 1.2 Поправочные коэффициенты для учёта влияния скорости ветра на глубину распространения зараженного воздуха

Состояние приземного слоя воздуха	Скорость ветра U_1 м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Инверсия	1	0,6	0,45	0,38	-	-	-	-	-	-
Изотермия	1	0,7	0,55	0,5	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,3
Конвекция	1	0,7	0,62	0,55	-	-	-	-	-	-

Ширина зоны заражения зависит от степени вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха и определяется по следующим соотношениям:

$$\begin{aligned} \text{Ш} &= 0,03 \cdot \Gamma \text{ при инверсии;} \\ \text{Ш} &= 0,15 \cdot \Gamma \text{ при изотермии;} \\ \text{Ш} &= 0,80 \cdot \Gamma \text{ при конвекции.} \end{aligned} \quad (1.2)$$

Площадь зоны химического заражения принимается как площадь равнобедренного треугольника, которая равна половине произведения глубины распространения (Γ) на ширину (Ш):

$$S = (1/2) \cdot \Gamma \cdot \text{Ш} \quad (1.3)$$

Для оценки химической обстановки и своевременного принятия мер по защите населения от химического заражения необходимо знать время, в течение которого облако зараженного воздуха достигнет определенного рубежа и создастся угроза поражения людей на нем. Время подхода (t) определяется по формуле:

$$t = x/u, \quad (1.4)$$

где x – расстояние от места разлива СДЯВ до данного объекта, м;

u – средняя скорость переноса облака зараженного воздуха, м/с (таблица 1.3).

Таблица 1.3 Средняя скорость переноса облака, заражённого СДЯВ, воздушным потоком (u), м/с

Скорость ветра, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	Удаление от места возникновения очага, км					
	до 10	более 10	до 10	более 10	до 10	более 10
1	2,0	2,2	1,5	2,0	1,5	1,8
2	4,0	4,5	3,0	4,0	3,0	3,5
3	6,0	7,0	4,5	6,0	4,5	5,0
4	-	-	6,0	8,0	-	-
5	-	-	7,5	10,0	-	-
6	-	-	9,0	12,0	-	-

Примечание к таблице 1.3: 1. Облако зараженного воздуха распространяется на значительные высоты, где скорость ветра больше, чем у поверхности земли. Вследствие этого средняя скорость распространения зараженного воздуха будет больше, чем скорость ветра на высоте 1 м. 2. Конвекция и инверсия при скорости ветра более 3 м/с наблюдаются в редких случаях.

Время поражающего действия СДЯВ ($t_{\text{пор}}$) зависит от времени его испарения ($t_{\text{исп}}$) из поврежденной емкости и определяется следующим образом:

$$t_{\text{пор}} = t_{\text{исп}} \cdot K, \quad (1.5)$$

где $t_{\text{исп}}$ – время испарения СДЯВ (при скорости ветра 1 м/с), ч;

K – поправочный коэффициент, учитывающий время испарения СДЯВ при различных скоростях ветра.

Время испарения некоторых СДЯВ приведено в таблице 1.4. Поправка, учитывающая зависимость испарения от скорости ветра, приведена в таблице 1.5.

Таблица 1.4 Время испарения некоторых СДЯВ, ч (при скорости ветра 1 м/с)

Наименования СДЯВ	Характер разлива	
	не обвалованной ёмкости	обвалованной ёмкости
Хлор	1,3	22
Фосген	1,4	23
Цианистый водород	3,4	57
Аммиак	1,2	20

Таблица 1.5 Поправочный коэффициент (K), учитывающий время испарения СДЯВ при различных скоростях ветра

Скорость ветра, м/с	Поправочный коэффициент	Скорость ветра, м/с	Поправочный коэффициент
1	1,00	6	0,32
2	0,70	7	0,28
3	0,55	8	0,25
4	0,43	9	0,22
5	0,37	10	0,20

Пример: На хладокомбинате произошло разрушение необвалованной емкости, содержащей 10 т аммиака. Объект расположен на окраине города, на открытой местности. Определить размеры и площадь зоны химического заражения. Метеоусловия: разность температур на высотах 50 и 200 см $\Delta t = -1^\circ\text{C}$, скорость ветра 3 м/с.

Решение: Используя график (рисунок 1.3), определяем, что при указанных метеоусловиях степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия. По таблице 1.1 находим, что для 10 т аммиака глубина распространения зараженного воздуха при скорости ветра 1 м/с равна 4,5 км.

По таблице 1.2 определяем поправочный коэффициент для скорости ветра 3 м/с. Он равен 0,45. Глубина распространения облака зараженного воздуха будет $\Gamma = 4,5 \cdot 0,45 = 2$ км. Ширина зоны химического заражения $\Pi = 0,03 \cdot \Gamma = 0,03 \cdot 2 = 0,06$ км. Площадь зоны поражения составит $S = (1/2) \cdot 2 \cdot 0,06 = 0,06$ км².

2 Порядок выполнения работы

2.1 Изучить устройство войскового прибора химической разведки ВПХР, освоить методику определения им отравляющих веществ и их концентраций.

2.2 Определить в соответствии с вариантом задания (таблица 2.1) размеры и площадь зоны химического заражения в случае разрушения на предприятии необвалованной емкости, содержащей сильнодействующие ядовитые вещества, используя рисунок 1.3, формулы (1.1) – (1.3) и таблицы 1.1, 1.2.

Таблица 2.1 Исходные данные для оценки химической обстановки

№, п/п	СДЯВ	Количество, т	Местность	Расстояние от места разлива СДЯВ до объекта, км	Δt , °C	U, м/с
1	2	3	4	5	6	7
1	Хлор	6	открыт.	4,2	–0,5	3
2	Аммиак	4	открыт.	2,5	–1,0	2
3	Фосген	10	закрыт.	2,9	–0,9	3
4	Цианистый водород	8	открыт.	3,4	–0,5	4
5	Аммиак	10	открыт.	2,4	–0,6	2
6	Хлор	9	открыт.	2,8	+1,0	3
7	Цианистый водород	10	закрыт.	3,6	–0,6	4
8	Фосген	7	закрыт.	2,5	–0,5	2
9	Аммиак	10	закрыт.	3,5	–1,4	3
10	Хлор	2	открыт.	2,2	–0,7	2
11	Цианистый водород	9	открыт.	1,5	+1,4	1
12	Фосген	10	закрыт.	3,7	+0,2	4
13	Аммиак	8	открыт.	1,3	0,0	1
14	Хлор	4	закрыт.	2,6	–1,0	2
15	Аммиак	2	открыт.	1,4	–0,3	1
16	Цианистый водород	3	закрыт.	2,1	–1,4	2

2.3 Определить время подхода облака зараженного воздуха к объекту и время поражающего действия сильнодействующих ядовитых веществ, используя формулы (1.4) – (1.5) и таблицы 1.3, 1.4, 1.5.

Вопросы для самоконтроля знаний

- 1) Каково назначение и принцип обнаружения отравляющих веществ войсковым прибором химической разведки (ВПХР)?
- 2) Из каких основных частей состоит войсковой прибор химической разведки (ВПХР)?
- 3) Каким образом маркируются индикаторные трубки для зарина (зомана), фосгена (синильной кислоты) и иприта?
- 4) На основе, каких данных определяется степень вертикальной устойчивости воздуха (инверсия, изотермия и конвекция)?
- 5) Как определить площадь зоны химического заражения?
- 6) Как определить время подхода зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту)?

Библиографический список

1. Сергеев В.С. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для студ. вузов / В.С. Сергеев; Московская открытая социальная академия. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Академический Проект, 2010. – 461 с.
2. Мاستрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Безопасность жизнедеятельности» / Б.С. Мастрюков. – М.: Академия, 2011. – 368 с. (Высшее профессиональное образование. Безопасность жизнедеятельности).
3. Юртушкин В.И. Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий [Электронный ресурс]: электронный учебник: рек. УМО вузов / В.И. Юртушкин. – М.: Кнорус, 2009. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).