



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Производственная безопасность»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ** к выполнению курсовой работы

# **«Оценка устойчивости работы промышленного объекта в чрезвычайных ситуациях»**

Автор  
Гапонов В.Л.  
Лапшин А.Н.  
Гераськова С.Е.  
Гапонова Е.Ю.

Ростов-на-Дону, 2014



## Аннотация

Излагается методика оценки обстановки в промышленном районе и на территории объекта при радиационном и химическом воздействии, при крупных производственных авариях, повлекших за собой возникновение чрезвычайной ситуации.

Приводятся справочные материалы, для проведения расчетов по оценке обстановки, определения последствий ущерба и риска поражения людей.

Разработаны в соответствии с учебной программой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Предназначены для студентов всех курсов, направлений подготовки и всех форм обучения.

## Автор

Д.т.н., профессор В.Л. Гапонов

Доцент А.Н. Лапшин

Старший преподаватель С.Е. Гераськова

Старший преподаватель Е.Ю. Гапонова





## Оглавление

### **ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.... 4**

Задание 1. Оценка радиационной обстановки при ЧС .....	4
Задание 2. Оценка последствий химической аварии 9 методом предварительного прогноза.....	9
Задание 3. Предварительный прогноз инженерной 11 обстановки при аварийных взрывах.....	11
Задание 4. Оценка зон теплового воздействия ..... при горении зданий и др. промышленных объектов .....	12

### **ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ..... 15**

### **ЛИТЕРАТУРА..... 32**



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Работа должна быть изложена на 10-15 машинописных страницах формата А 4, иметь титульный лист, на котором указаны название вуза, кафедры, дисциплины, номер варианта контрольной работы. Должны быть также указаны фамилия и инициалы студента, его адрес, номер зачетной книжки, фамилия и инициалы проверяющего преподавателя. В конце работы необходимо привести список используемой литературы.

### Задание 1. Оценка радиационной обстановки при ЧС

Оценка радиационной обстановки осуществляется в 3 этапа:

**I этап** – оценка радиационной обстановки по заблаговременному прогнозу с учетом преобладающих среднегодовых метеоусловий.

**II этап** – оценка радиационной обстановки по предварительному прогнозу после радиационной аварии на радиационно опасном объекте или ядерном взрыве.

**III этап** – оценка радиационной обстановки по данным разведки.

Выполним оценку радиационной обстановки методом предварительного прогноза по исходным данным первого задания.

Определить поражающую дозу облучения и утрату трудоспособности персоналом при выполнении неотложных производственных заданий на четырех промышленных объектах за 5, 15, 30 и 60 суток производственной деятельности, находясь в зоне радиоактивного загрязнения местности, вызванного радиационной аварией на АЭС. Режим производственной деятельности объектов: пятидневная рабочая неделя, начало рабочего дня в 08.00, окончание в 17.00 с часовым обеденным перерывом ( $K_{осл} = 8$ ), следование к месту работы и обратно к месту проживания 2 часа, автотранспортом не пользуются ( $K_{осл} = 1$ ), свободное от работы время проводят в одноэтажных жилых зданиях по месту проживания ( $K_{осл} = 12$ ); в выходные дни отводиться 2 часа на прогулку и другие цели с выходом из жилого здания ( $K_{осл} = 1$ ).

Результаты оценочного расчета представить в таблице. Сделать выводы.

## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

Исходные данные для задания 1:

№ варианта	Температура воздуха 50/200, см	Скорость ветра, м/с	Удаление ПОН <sup>№1</sup> , ПОН <sup>№2</sup> , ПОН <sup>№3</sup> , ПОН <sup>№4</sup> от АЭС по оси X, км (соответственно)	Местонахождение объекта в зоне радиоактивного загрязнения / продолжительность работ в производственном здании и на открытой местности (территории объекта), час			
				Промышленный объект № 1	Промышленный объект № 2	Промышленный объект № 3	Промышленный объект № 4
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	$\frac{12^0}{14^0}$	5	50,20,10,40	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона В (Х)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Х)</u> (8 и 0)
2.	$\frac{12^0}{10^0}$	10	30,50,70,10	<u>Зона Б (Ув)</u> (3 и 5)	<u>Зона А (Ув)</u> (2 и 6)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 2)	<u>Зона В (Ув)</u> (7 и 1)
3.	$\frac{12^0}{9^0}$	2	20,30,60,70	<u>Зона В (Х)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ув)</u> (7 и 1)	<u>Зона А (Ун)</u> (2 и 6)	<u>Зона А (Ув)</u> (1 и 7)
4.	$\frac{12^0}{13^0}$	5	60,20,40,70	<u>Зона А (Х)</u> (7 и 1)	<u>Зона В (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ун)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ув)</u> (4 и 4)
5.	$\frac{16^0}{14^0}$	5	50,75,15,30	<u>Зона А (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Х)</u> (7 и 1)	<u>Зона В (Х)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ун)</u> (5 и 3)
6.	$\frac{18^0}{15^0}$	3	40,60,75,15	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (2 и 6)	<u>Зона А (Х)</u> (7 и 1)	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2)
7.	$\frac{12^0}{11^0}$	2	20,45,55,85	<u>Зона В (Ув)</u> (8 и 0)	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)

## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

8.	$\frac{12^0}{13^0}$	6	60,15,40,85	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)
9.	$\frac{15^0}{16^0}$	5	50,70,20,40	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (3 и 5)	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ув)</u> (7 и 1)
10.	$\frac{12^0}{13^0}$	2	30,70,80,10	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (3 и 5)	<u>Зона В (Ув)</u> (8 и 0)
11.	$\frac{12^0}{11^0}$	4	20,40,65,80	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (7 и 1)
13.	$\frac{13^0}{14^0}$	10	60,80,10,25	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (6 и 2)	<u>Зона В (Х)</u> (8 и 0)	<u>Зона Б (Ув)</u> (7 и 1)
14.	$\frac{12^0}{15^0}$	5	40,60,75,15	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (6 и 2)	<u>Зона В (Ув)</u> (7 и 1)
15.	$\frac{10^0}{14^0}$	3	10,30,70,80	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (3 и 5)
16.	$\frac{12^0}{13^0}$	10	90,10,20,50	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (3 и 5)	<u>Зона Б (Ув)</u> (7 и 1)	<u>Зона А (Ун)</u> (6 и 2)
17.	$\frac{15^0}{14^0}$	12	70,90,10,30	<u>Зона А (Ун)</u> (2 и 6)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (7 и 1)	<u>Зона Б (Ув)</u> (2 и 6)
18.	$\frac{10^0}{11^0}$	5	35,50,60,15	<u>Зона Б (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (2 и 6)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)

Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

19.	$\frac{12^0}{13^0}$	8	10,40,65,80	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)
20.	$\frac{14^0}{14^0}$	10	80,30,40,65	<u>Зона А (Х)</u> (1 и 7)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)
21.	$\frac{12^0}{13^0}$	2	70,80,20,40	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)
22.	$\frac{12^0}{11^0}$	10	40,70,85,10	<u>Зона Б (Ув)</u> (7 и 1)	<u>Зона А (Ун)</u> (2 и 6)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)
23.	$\frac{12^0}{10^0}$	5	10,40,60,70	<u>Зона В (Ун)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)
24.	$\frac{11^0}{10^0}$	3	75,10,30,60	<u>Зона А (Х)</u> (2 и 6)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (7 и 1)
25.	$\frac{13^0}{14^0}$	2	65,80,10,20	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)
26.	$\frac{10^0}{10^0}$	5	40,50,70,10	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)
27.	$\frac{9,5^0}{10^0}$	10	10,35,60,75	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)
28.	$\frac{12^0}{11^0}$	5	90,10,40,65	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ун)</u> (7 и 1)	<u>Зона Б (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (3 и 5)

Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

29.	$\frac{8,5^0}{10^0}$	3	70,75,15,30	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)
30.	$\frac{9,5^0}{10^0}$	2	20,65,80,10	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)
31.	$\frac{11^0}{10^0}$	10	10,30,65,75	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)

\*Примечание: Ув – нахождение объекта на внутренней границе зоны загрязнения;  
 Ун – нахождение объекта на внешней границе зоны загрязнения;  
 Х – нахождение объекта в середине зоны загрязнения.





## Задание 2. Оценка последствий химической аварии методом предварительного прогноза

Определить глубину распространения облако АХОВ при аварийном выбросе его на химически опасном объекте при полном разрушении хранилища химически опасного объекта и ожидаемые поражения персонала объекта, их структуру при следующих исходных данных

Исходные данные для расчетов.

К основным задачам при оценке химической обстановки относятся:

1. Определение глубины заражения и времени подхода облака зараженного АХОВ воздуха к определенному рубежу (объекту).
2. Определение стойкости (времени самоиспарения и понижения токсичности) АХОВ.
3. Определение возможных поражений персонала и населения, сил ликвидации чрезвычайных ситуаций в зонах химического загрязнения.

Оценка химической обстановки осуществляется в 3 этапа:

I этап – заблаговременный прогноз химической обстановки, по оценочным параметрам аварии на химически опасном объекте с учетом преобладающих среднегодовых метеоусловий.

II этап – предварительный прогноз химической обстановки после аварии на химически опасном объекте. Основанием для прогнозирования являются данные, поступившие с места аварии, сил разведки объекта с учетом реальных метеоданных.

III этап – оценка фактической химической обстановки (по данным разведки).

Исходные данные для задания 2:

№ варианта	Температура воздуха на высоте, °С		Скорость ветра, м/с	Количество людей в районе разлива / загрязнения	Обеспеченность СИЗ, %	Тип и количество АХОВ (условия хранения – жидкость под давлением), т			
	50 см	200 см				Хлор	аммиак	оксид этилена	сероводород
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	11	12	5 • К	(2/10) • К	75	1 • К	0,5 • К	2 • К	1 • К
2.	10	9	1 • К	(20/3) • К	50	0,5 • К	2 • К	3 • К	1 • К



## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

3.	12	10	2 • K	(30/5) • K	25	2 • K	4 • K	2 • K	5 • K
4.	12	12	3 • K	(10/2) • K	0	1 • K	0 • K	2 • K	0 • K
5.	14	16	5 • K	(20/6) • K	100	0 • K	2 • K	3 • K	1 • K
6.	18	20	4 • K	(25/4) • K	75	0 • K	2 • K	4 • K	3 • K
7.	8	12	2 • K	(30/3) • K	50	1 • K	0 • K	2 • K	2 • K
8.	14	8	3 • K	(35/4) • K	25	1 • K	0 • K	2 • K	4 • K
9.	6	8	5 • K	(5/0) • K	0	1 • K	0 • K	2 • K	2 • K
10.	9	13	1 • K	(10/2) • K	100	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
11.	11	12	4 • K	(20/2) • K	75	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
12.	15	12	2 • K	(15/1) • K	50	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
13.	16	16,5	3 • K	(25/4) • K	25	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
14.	8	7,5	5 • K	(30/0) • K	0	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
15.	12	12	3 • K	(35/5) • K	100	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
16.	14	12	4 • K	(40/3) • K	75	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
17.	12	10,5	2 • K	(45/4) • K	50	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
18.	11	10	5 • K	(20/2) • K	25	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
19.	12	14	4 • K	(5/0) • K	0	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
20.	16	10	3 • K	(15/5) • K	100	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
21.	15	11	2 • K	(30/2) • K	75	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
22.	13	13,5	1 • K	(40/4) • K	50	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
23.	16	14	4 • K	(25/3) • K	25	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
24.	17	18	3 • K	(35/0) • K	0	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
25.	15	14,5	2 • K	(40/4) • K	100	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
26.	10	9,5	5 • K	(10/3) • K	75	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
27.	12	12	1 • K	(5/2) • K	50	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
28.	17	15	4 • K	(15/2) • K	25	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
29.	12	9	3 • K	(10/0) • K	0	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
30.	13	11	2 • K	(20/5) • K	100	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K
31.	11	10,8	1 • K	(30/2) • K	50	1 • K	0 • K	2 • K	1 • K

\*Примечание: K=1



### Задание 3. Предварительный прогноз инженерной обстановки при аварийных взрывах

Оценить инженерное состояние промышленных зданий, оказавшихся в зоне разрушений при аварийном взрыве ТВС. Определить количество людей пораженных в этих зданиях, их структуру и количество людей оказавшихся под завалом разрушений, по варианту исходных данных

Исходные данные для расчетов:

При оценке инженерной обстановки определяются:

- масштаб и степень разрушений;
- объем инженерных работ;
- влияние разрушений на устойчивость работы отдельных элементов объекта и организации в целом, а также жизнедеятельность проживаемого рядом населения.

Для оценки инженерной обстановки необходимо определить возможные последствия взрыва облака ТВС, который зависит от режима горения.

Учитывая режим взрывного превращения, а также зависимость массы топлива в ТВС содержащегося в облаке взрыва определяют границы зон полных, сильных, средних и слабых степеней разрушения производственных зданий и сооружений на территории завода.

Исходные данные для задания 3:

№ варианта	Нахождение промышленного здания в зоне разрушений:				Общее количество людей в каждом промышленном здании			
	полных	сильных	средних	слабых	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	5 • К	6 • К	7 • К	8 • К
2.	2-й цех	3-й цех	4-й цех	1-й цех	9 • К	4 • К	10 • К	11 • К
3.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	12 • К	6 • К	7 • К	8 • К
4.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	5 • К	9 • К	10 • К	12 • К
5.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	11 • К	6 • К	4 • К	12 • К
6.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	10 • К	8 • К	9 • К	11 • К
7.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	5 • К	6 • К	7 • К	8 • К



## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

8.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	9 • К	12 • К	11 • К	10 • К
9.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	12 • К	13 • К	9 • К	14 • К
10.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	6 • К	4 • К	9 • К	10 • К
11.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	7 • К	8 • К	9 • К	11 • К
12.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	10 • К	8 • К	12 • К	13 • К
13.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	9 • К	7 • К	8 • К	6 • К
14.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	6 • К	9 • К	10 • К	8 • К
15.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	9 • К	10 • К	11 • К	12 • К
16.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	11 • К	9 • К	12 • К	14 • К
17.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	10 • К	8 • К	9 • К	13 • К
18.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	15 • К	16 • К	14 • К	17 • К
19.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	12 • К	18 • К	16 • К	15 • К
20.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	5 • К	9 • К	10 • К	11 • К
21.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	15 • К	16 • К	12 • К	14 • К
22.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	10 • К	9 • К	8 • К	7 • К
23.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	15 • К	12 • К	11 • К	13 • К
24.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	9 • К	10 • К	11 • К	15 • К
25.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	5 • К	4 • К	6 • К	10 • К
26.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	12 • К	14 • К	11 • К	13 • К
27.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	7 • К	8 • К	9 • К	12 • К
28.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	13 • К	15 • К	16 • К	14 • К

29.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	9 • К	7 • К	8 • К	6 • К
30.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	5 • К	6 • К	9 • К	10 • К
31.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	15 • К	9 • К	12 • К	14 • К

\* *Примечание.* К – принимает значение 2.

1 - й цех – кузнечно-прессовый; 2 - цех – механический; 3-й цех – сварочный;

4-й цех – механо-сборочный.

## Задание 4. Оценка зон теплового воздействия

### при горении зданий и др. промышленных объектов

Определить протяженность безопасной зоны теплового воздействия при возгорании промышленного объекта на территории завода на объекты и вещества, находящиеся в зоне теплового воздействия.

## Исходные данные для задания 4:

№ варианта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	Вещ-во	
1	2	3	4	5	6
1	8	80	15	ацетон	Безопасное нахождение людей
2	10	90	25	мазут	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
3	12	60	20	нефть	возгорание ГЖ через 3 минуты
4	16	75	16	керосин	возгорание древесины через 5 минут
5	12	100	18	бензин	возгорание древесины через 10 минут
6	10	120	21	бензол	Безопасное нахождение людей
7	9	90	25	ацетон	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
8	12	85	22	керосин	возгорание ГЖ через 3 минуты
1	2	3	4	5	6
9	10	95	20	мазут	возгорание древесины через 5 минут
10	8	120	12	нефть	возгорание древесины через 10 минут
11	9	110	10	керосин	Безопасное нахождение людей
12	12	90	14	бензин	возгорание ГЖ через 3 минуты
1	2	3	4	5	6
13	8	150	20	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
14	9	130	24	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
15	10	90	20	бензин	возгорание древесины через 5 минут
16	8	100	15	мазут	возгорание древесины через 10 минут
17	6	120	21	нефть	Безопасное нахождение людей
18	12	90	12	керосин	возгорание древесины через 5 минут
19	10	160	10	бензин	Безопасное нахождение людей
20	15	100	15	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
21	12	140	24	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты



## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

22	10	120	22	нефть	возгорание древесины через 5 минут
1	2	3	4	5	6
23	8	140	16	мазут	возгорание древесины через 10 минут
24	9	105	15	нефть	Безопасное нахождение людей
25	10	80	18	керосин	возгорание древесины через 10 минут
26	12	160	20	бензин	Безопасное нахождение людей
27	10	85	24	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
28	8	100	28	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
29	9	140	26	бензол	возгорание древесины через 5 минут
30	10	110	18	керосин	возгорание древесины через 10 минут
31	9	180	16	бензин	Безопасное нахождение людей



## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

### 1. Оценка радиационной обстановки при ЧС

Исходные данные для расчетов 1

№ варианта	Температура воздуха 50/200, см	Скорость ветра, м/с	Удаление Пон <sup>№1</sup> , Пон <sup>№2</sup> , Пон <sup>№3</sup> , Пон <sup>№4</sup> от АЭС по оси X, км (соответственно)	Местонахождение объекта в зоне радиоактивного загрязнения / продолжительность работ в производственном здании и на открытой местности (территории объекта), час			
				Промышленный объект № 1	Промышленный объект № 2	Промышленный объект № 3	Промышленный объект № 4
31	$\frac{1}{10}$	0	10,30,65,75	<u>Зона В (Y<sub>В</sub>)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Y<sub>Б</sub>)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Y<sub>А</sub>)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (X)</u> (4 и 4)

#### Решение:

По метеоданным определяем категорию устойчивости приземного слоя атмосферы (высота до 1,5 км) на время развития радиационной аварии.

По разности температуры на высоте 50 и 200 см вычисляют температурный градиент ( $t$ ), который делят на квадрат скорости ветра на высоте 1 м ( $V_{10}$ ) и получают термодинамический критерий

$$\frac{t_{50} - t_{200}}{V_1^2}, \text{ где } t_{50} - t_{200} = \Delta t - \text{температурный градиент (при}$$

этом учитывается знак температурного градиента);

$$\frac{11-10}{100} = 0,01 \text{ (изотермия)}$$

Если  $СВУВ > 0,1$  то конвекция.

Если  $-0,1 \leq СВУВ \leq 0,1$  то состояние приземного слоя воздуха изотермия.

Если  $СВУВ < -0,1$  то состояние приземного слоя воздуха инверсия.

Определяем время начала загрязнения — формирования радиоактивно загрязненной местности (РЗМ) на каждом заданном объекте по таблице 1,  $t_{н.з}$ . Скорость ветра приводится приближением к близкому табличному значению. **12 м/с** приближаем к **10 м/с** и обращаемся к таблице 1.



Таблица 1

**Время начала формирования следа ( $t_{н.з.}$ ) после аварии  
АЭС, ч**

Расстояние от АЭС, км	Категория устойчивости атмосферы				
	Конвекция	Изотермия		Инверсия	
	Средняя скорость ветра, м/с				
	2	5	10	5	10
5	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1
10	1,0	0,5	0,3	0,5	0,3
20	2,0	1,0	0,5	1,0	0,5
30	3,0	1,5	0,8	1,5	0,8
40	4,0	2,0	1,0	2,0	1,0
50	5,0	2,5	1,2	2,5	1,3
60	6,5	3,0	1,5	3,0	1,5
70	7,5	4,0	2,0	4,0	2,0
80	8,0	4,0	2,0	4,0	2,0
90	8,5	4,5	2,2	4,5	2,5
100	9,5	5,0	2,5	5,0	3,0
150	14	7,5	3,5	8	4,0
200	19	10	5,0	10	5,0
250	23	12	6,0	13	6,5
300	28	15	7,5	16	8,0
350	32	17	9,0	18	9,0
400	37	19	10	21	11
450	41	22	11	23	12
500	46	24	12	26	13
600	53	29	15	31	16

\*Примечание: Если известная средняя скорость ветра отличается от табличного значения, то её значение приводиться к ближайшему табличному значению.

$$t_{н.з. об1} = 18 \text{ мин,}$$

$$L_{х об1} = 10 \text{ км,}$$

$$t_{н.з. об2} = 48 \text{ мин,}$$

$$L_{х об2} = 30 \text{ км,}$$

$$t_{н.з. об3} = 2 \text{ ч,}$$

$$L_{х об3} = 65 \text{ км,}$$

$$t_{н.з. об3} = 2 \text{ ч,}$$

$$L_{х об3} = 75 \text{ км.}$$

Уточняем время начала облучения  $t_{нач. обл}$  исходя из условий:

$$t_{нач. обл.} = t_{н.раб}, \text{ если } t_{н.раб} \geq t_{нз}, \text{ или } t_{нач. обл.} = t_{нз}, \text{ если } t_{нз} \geq t_{н.раб}$$

Так как, на предприятиях замкнутая календарная трудовая





## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

неделя, то выберем условие  $t_{\text{нач. обл.}} = t_{\text{чз.}}$ .

Так как степень внешней защиты от радиационного воздействия за определяемые временные интервалы жизнедеятельности людей занятых в производстве отличается, то рассчитаем усредненный коэффициент защиты за каждый интересующий период времени по формуле:

$$K_{\text{защ}} = \frac{\tau_{\text{раб}}}{\sum_{i=1}^n \frac{\tau_i}{K_{\text{осл}i}}},$$

где  $\tau_{\text{раб}}$  — общая продолжительность выполнения работ на объекте в часах;  $\tau_i$  — продолжительность этапа выполнения работ в часах на объекте, характеризующаяся кратностью ослабления излучения  $K_{\text{осл}i}$  (величина справочная);  $n$  — количество этапов выполнения работ на объекте, характеризующиеся различными значениями  $K_{\text{осл}i}$ .

Выполним расчет для 5, 15, 30 и 60 суток (включают два этапа — время работы и отдыха):

5 суток это 5 рабочих дней, тогда:

$$\text{Объект №1 } K_{\text{защ}} = \frac{5 \cdot 24ч}{5 \cdot \left( \frac{5ч}{8} + \frac{3ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right)} = 3,5;$$

$$\text{Объект № 2 } K_{\text{защ}} = \frac{5 \cdot 24ч}{5 \cdot \left( \frac{6ч}{8} + \frac{2ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right)} = 4;$$

$$\text{Объект № 3 } K_{\text{защ}} = \frac{5 \cdot 24ч}{5 \cdot \left( \frac{1ч}{8} + \frac{7ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right)} = 4,6;$$

$$\text{Объект № 4 } K_{\text{защ}} = \frac{5 \cdot 24ч}{5 \cdot \left( \frac{4ч}{8} + \frac{4ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right)} = 3.$$

15 суток это 11 рабочих дней и 4 выходных, тогда

$$\text{Об.№1 } K_{\text{защ}} = \frac{15 \cdot 24ч}{11 \cdot \left( \frac{5ч}{8} + \frac{3ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 4 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4;$$



## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

$$\text{Об.№2} \quad K_{\text{защ}} = \frac{15 \cdot 24ч}{11 \cdot \left( \frac{6ч}{8} + \frac{2ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 4 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4,5;$$

$$\text{Об.№3} \quad K_{\text{защ}} = \frac{15 \cdot 24ч}{11 \cdot \left( \frac{1ч}{8} + \frac{7ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 4 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 5;$$

$$\text{Об.№4} \quad K_{\text{защ}} = \frac{15 \cdot 24ч}{11 \cdot \left( \frac{4ч}{8} + \frac{4ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 4 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 3,6.$$

30 суток это 22 рабочих дня и 8 выходных, тогда

$$\text{Об.№1} \quad K_{\text{защ}} = \frac{30 \cdot 24ч}{22 \cdot \left( \frac{5ч}{8} + \frac{3ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 8 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 3,5;$$

$$\text{Об.№2} \quad K_{\text{защ}} = \frac{30 \cdot 24ч}{22 \cdot \left( \frac{6ч}{8} + \frac{2ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 8 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4;$$

$$\text{Об.№3} \quad K_{\text{защ}} = \frac{30 \cdot 24ч}{22 \cdot \left( \frac{1ч}{8} + \frac{7ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 8 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4,4;$$

$$\text{Об.№4} \quad K_{\text{защ}} = \frac{30 \cdot 24ч}{22 \cdot \left( \frac{4ч}{8} + \frac{4ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 8 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 3,6.$$

60 суток это 44 рабочих дня и 16 выходных, тогда

$$\text{Об.№1} \quad K_{\text{защ}} = \frac{60 \cdot 24ч}{44 \cdot \left( \frac{5ч}{8} + \frac{3ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 16 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 3,6;$$

$$\text{Об.№2} \quad K_{\text{защ}} = \frac{60 \cdot 24ч}{44 \cdot \left( \frac{6ч}{8} + \frac{2ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 16 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4;$$

$$\text{Об.№3} \quad K_{\text{защ}} = \frac{60 \cdot 24ч}{44 \cdot \left( \frac{1ч}{8} + \frac{7ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 16 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4,4;$$

$$\text{Об.№4} \quad K_{\text{защ}} = \frac{60 \cdot 24ч}{44 \cdot \left( \frac{4ч}{8} + \frac{4ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 16 \cdot \left( \frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 3,6.$$

Вычисляется доза облучения, которую получают за заданные периоды работы на промышленном объекте в соответствующей



Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

зоне РЗМ по формулам:

$$D = D_{зоны}^T \cdot \frac{1}{K_{осл}} \cdot K_{зоны}, \text{ рад}; \quad \text{при расположении объекта}$$

на внутренней границе зоны, т.е. для промышленного объекта № 1,

$$D = D_{зоны}^T \cdot \frac{1}{K_{осл} \cdot K_{зоны}}, \text{ рад};$$

при расположении объекта на внешней границе зоны, т.е. для промышленных объектов № 2 и № 3.

Для промышленного объекта № 4 используется любая формула при  $K_{зоны} = 1$ .

**Проведем расчет доз облучения.**

Определяется доза облучения для соответствующей зоны РЗМ по одной из таблицам 2.1, 2.2, 2.3, табличное значение дозы облучения при условии открытого расположения людей с учетом коэффициента зоны ( $K_{зоны}$ ) —  $D_{зоны}^T$ , ( $K_{зоны} = 1$  при расположении объекта на оси  $X$ ).

Таблица 2.1

**Доза облучения, получаемая при открытом расположении в середине зоны загрязнения  $D_{зоны}$ , рад.**

**Зона А**

Время начала облучения после аварии		Продолжительность пребывания в зоне загрязнения										
		Сутки							Месяцы			
		1	1,5	2	3	5	10	15	1	2	6	12
часы	1	5,56	7,41	9,03	11,8	16,4	25,1	31,9	47,0	67,8	115	158
	2	5,32	7,14	8,75	11,5	16,1	24,8	31,5	46,7	67,4	115	158
	3	5,13	6,93	8,52	11,3	15,8	24,5	31,2	46,3	67,1	114	157
	5	4,82	6,59	8,15	10,8	15,4	24,0	30,7	45,8	66,2	114	156
	6	4,70	6,44	7,99	10,7	15,2	23,8	30,5	45,5	66,2	114	156
	7	4,59	6,31	7,85	10,5	15,0	23,6	30,3	45,3	66,0	113	156
	9	4,39	6,08	7,59	10,2	14,7	23,2	29,9	44,9	65,5	113	156
	12	4,15	5,79	7,26	9,88	14,2	22,7	29,3	44,3	64,9	112	155
	15	3,95	5,54	6,99	9,56	13,9	22,3	28,9	43,8	64,4	112	154
	18	3,78	5,33	6,74	9,27	13,5	21,9	28,4	43,3	63,9	111	154
1 сутки	3,51	4,98	6,34	8,79	12,9	21,1	27,6	42,4	62,9	110	153	

\* *Примечание:* Дозы излучения на внутренней границе зоны примерно в 3,2 раза больше, а на внешней в 3,2 раза меньше указанных в таблице.



Таблица 2.2

**Доза облучения, получаемая при открытом  
расположении в середине зоны загрязнения  $D_{\text{зоны}}$   
рад**

**Зона Б**

Время начала облучения после аварии, час		Продолжительность пребывания в зоне загрязнения										
		Сутки						Месяцы				
		1	1,5	2	3	5	10	15	1	2	6	12
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
часы	1	30,4	40,6	49,4	64,9	90,1	137	174	257	371	633	868
	2	29,1	39,1	47,9	63,2	88,4	136	172	255	369	631	866
	3	28,1	37,9	46,7	61,9	86,9	134	171	254	367	629	864
	5	26,4	36,1	44,6	59,6	84,4	131	168	251	364	626	860
	6	25,7	35,3	43,8	58,7	83,4	130	167	249	363	624	859
	7	25,1	34,5	43,0	57,8	82,4	129	166	248	361	623	858
	9	24,0	33,3	41,6	56,2	80,6	127	163	246	359	620	855
	12	22,7	31,7	39,8	54,1	78,2	124	160	242	355	617	851
	15	21,6	30,3	38,2	52,3	76,1	122	158	240	352	614	848
	18	20,7	29,2	36,9	50,8	74,2	119	155	237	350	611	845
24	19,2	27,3	34,7	48,1	71,0	116	151	232	345	605	839	

\*Примечание: Дозы излучения на внутренней границе зоны примерно в 1,7 раза больше, а на внешней в 1,7 раза меньше указанных в таблице.

Таблица 2.3

**Доза облучения, получаемая при открытом расположении в середине зоны загрязнения  $D_{\text{зоны}}$  рад**

**Зона В**

Время начала облучения после аварии, час.		Продолжительность пребывания в зоне загрязнения										
		Сутки						Месяцы				
		1	1,5	2	3	5	10	15	1	2	6	12
часы	1	96,3	128	156	205	285	436	553	815	1174	2004	2745
	2	92,1	123	151	200	279	430	547	808	1168	1997	2739
	3	88,8	120	147	195	274	425	541	803	1162	1991	2733
	5	83,6	114	141	188	267	416	532	793	1152	1981	2722
	6	81,5	111	138	185	263	412	528	789	1148	1976	2717
	7	79,5	109	136	182	260	409	525	785	1143	1971	2713
	9	76,1	105	131	177	254	402	518	778	1136	1963	2704
	12	71,9	100	125	171	247	394	508	768	1125	1952	2693
	15	68,5	96,0	121	165	240	386	500	759	1115	1942	2683
	18	65,5	92,4	116	160	234	379	493	750	1107	1932	2673
24	60,8	86,3	109	152	224	367	479	735	1091	1915	2655	

\*Примечание: Дозы излучения на внутренней границе зоны примерно в 1,8 раза больше, а на внешней в 1,8 раза меньше указанных в таблице.



## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

За 5 суток:

$$D_{\text{раб.об1}} = \frac{285 \text{ рад} \cdot 1,8}{3,5} = 146,57 \text{ рад}; D_{\text{раб.об2}} = \frac{90,1 \text{ рад}}{4 \cdot 1,7} = 13,25 \text{ рад};$$

$$D_{\text{раб.об3}} = \frac{16,1 \text{ рад}}{4,6 \cdot 3,2} = 1,09 \text{ рад}; D_{\text{раб.об4}} = \frac{16,1 \text{ рад}}{3 \cdot 1} = 5,4 \text{ рад}.$$

За 15 суток:

$$D_{\text{раб.об1}} = \frac{553 \text{ рад} \cdot 1,8}{4} = 248,85 \text{ рад}; D_{\text{раб.об2}} = \frac{174 \text{ рад}}{5 \cdot 1,7} = 20,47 \text{ рад};$$

$$D_{\text{раб.об3}} = \frac{31,5 \text{ рад}}{5 \cdot 3,2} = 1,97 \text{ рад}; D_{\text{раб.об4}} = \frac{31,5 \text{ рад}}{3,6 \cdot 1} = 8,75 \text{ рад}.$$

За 30 суток:

$$D_{\text{раб.об1}} = \frac{815 \text{ рад} \cdot 1,8}{3,5} = 419,14 \text{ рад}; D_{\text{раб.об2}} = \frac{257 \text{ рад}}{4 \cdot 1,7} = 37,79 \text{ рад};$$

$$D_{\text{раб.об3}} = \frac{46,7 \text{ рад}}{4,4 \cdot 3,2} = 3,3 \text{ рад}; D_{\text{раб.об4}} = \frac{67,4 \text{ рад}}{3,6 \cdot 1} = 18,72 \text{ рад}.$$

За 60 суток:

$$D_{\text{раб.об1}} = \frac{1174 \text{ рад} \cdot 1,8}{3,6} = 587 \text{ рад}; D_{\text{раб.об2}} = \frac{371 \text{ рад}}{4 \cdot 1,7} = 54,56 \text{ рад};$$

$$D_{\text{раб.об3}} = \frac{46,7 \text{ рад}}{4,4 \cdot 3,2} = 3,3 \text{ рад}; D_{\text{раб.об4}} = \frac{67,4 \text{ рад}}{3,6 \cdot 1} = 18,72 \text{ рад}.$$

Для каждого промышленного объекта определим вероятность утраты трудоспособности персоналом объекта ( $\Pi$ , %) при выполнении производственных заданий на РЗМ.

Исходные данные:

– доза облучения полученная при выполнении работ от загрязненной местности на территории объекта,  $D_{\text{местн}} = D_{\text{раб}}$ ;

– продолжительность периода облучения при выполнении работ,  $\Delta t_{\text{обл}}$ .

Определяется табличным способом прогнозируемый радиационный ущерб (вероятность утраты трудоспособности) в зависимости от расчетной дозы облучения и продолжительности облучения (табл. 3).



Таблица 3

### Вероятность утраты трудоспособности при радиационных поражениях

Доза облучения, рад	Длительность облучения, суток			
	7	15	30	60
200	0	0	0	0
300	70	60	43	10
400	100	86	60	10
500	100	87	68	30
600	100	92	78	50
700	100	96	87	70
800	100	97	91	80
900	100	100	100	100

На промышленном объекте №1 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5суток 146,57 рад; за 15 суток 248,85 рад; за 30 суток 419,14 рад; за 60 суток 587 рад, при таких полученных дозах облучения в течение 5 первых суток радиационные поражения не прогнозируются. За 15 суток прогнозируется до 30% пораженных от общего числа работающих, за 30 суток до 50%, за 60 суток до 40% от продолжающих работать на РЗМ, все пораженные заболеют лучевой болезнью 1-й или 2-й степени.

На промышленном объекте №2 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5суток 13,25 рад; за 15 суток 20,47 рад; за 30 суток 37,79 рад; за 60 суток 54,56 рад, при таких полученных дозах облучения утрата трудоспособности не прогнозируется, вероятность заболевания лучевой болезнью крайне низка.

На промышленном объекте №3 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5суток 1,09 рад; за 15 суток 1,97 рад; за 30 суток 3,3 рад; за 60 суток 3,3 рад, при таких полученных дозах облучения утрата трудоспособности не прогнозируется, вероятность заболевания лучевой болезнью крайне низка.

На промышленном объекте №4 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5суток 5,4 рад; за 15 суток 8,75 рад; за 30 суток 18,72 рад; за 60 суток 18,72 рад, при таких полученных дозах облучения утрата трудоспособности не прогнозируется, вероятность заболевания лучевой болезнью крайне низка.



Таблица 4

### Оценочные последствия радиационных поражений при выполнении производственных заданий

Прогнозируемые дозы облучения, рад / утрата трудоспособности, %				
	5 суток	15 суток	30 суток	60 суток
Промышленный объект 1	146,57 рад/нет	248,85 рад/20	419,14 рад/86	587 рад/50
Промышленный объект 2	13,25 рад/нет	20,47 рад/нет	37,79 рад/нет	54,56 рад/нет
Промышленный объект 3	1,09 рад/нет	1,97 рад/нет	3,3 рад/нет	3,3 рад/нет
Промышленный объект 4	5,4 рад/нет	8,75 рад/нет	18,72 рад/нет	18,72 рад/нет

**Вывод.** Чрезвычайная ситуация вызванная радиационной аварией на АЭС носит техногенный характер, оказывает влияние на функционирование промышленных объектов в зонах РЗМ, по масштабу имеет региональный и федеральный уровень, так как протяженность зон РЗМ достигает сотни километров. Для снижения радиационных поражений персонала предприятий, выполняющих неотложные производственные задания должны выполняться предупредительные меры защиты, такие как производственная деятельность должна проходить в производственных зданиях, использоваться средства индивидуальные защиты, выполняться дезактивация территории и рабочих мест.

## 2. Оценка последствий химической аварии методом предварительного прогноза

Исходные данные для расчетов

№ варианта	Температура воздуха на высоте, <sup>0</sup> С		Скорость ветра, м/с	Количество людей в районе разлива / загрязнения	Обеспеченность СИЗ, %	Тип и количество АХОВ (условия хранения – жидкость под давлением), т			
	50 см	200 см				Хлор	аммиак	оксид этилена	сероводород
31	11	10,8	1 • К	(30/2) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К

### Решение:

1. Определяем глубину распространения облака АХОВ при полном разрушении хранилища химически опасного объекта и выброса АХОВ – 1т хлора, 2т оксид этилена и 1т сероводорода.

Все вещества хранились на складе сырья в металлических резервуарах в жидкой фазе под давлением, метеоусловия:  $T_n$



## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

$=11^\circ\text{C}$ ,  $T_b = 10,8^\circ\text{C}$ ; скорость ветра на высоте 10 метров,  $V_{10} = 1$  м/с.

По метеоданным определяем категорию устойчивости приземного слоя атмосферы на время развития химической аварии.

По разности температуры на высоте 50 и 200 см вычисляют температурный градиент ( $\Delta t$ ), который делят на квадрат скорости ветра на высоте 1 м ( $V_{10}$ ) и получают термодинамический критерий

$$\frac{t_{50} - t_{200}}{V_{10}^2},$$

где  $t_{50} - t_{200} = \Delta t$  – температурный градиент (при этом учитывается знак температурного градиента);

$$\frac{11 - 10,8}{1} = 0,2 \text{ (конвекция).}$$

2. Вычисляем эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха при разрушении всех емкостей хранения АХОВ при их свободном разливе. В случае полного разрушения химически опасного объекта расчет эквивалентного количества АХОВ в облаке ведется по формуле:

$$Q_o = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \sum_{i=1}^n K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i}^{1/2} \frac{Q_i}{d_i},$$

где  $d_i$  – плотность  $i$ -го АХОВ, т/м<sup>3</sup>;

$Q_i$  – запасы  $i$ -го АХОВ на объекте, т;

$K_{ji}$  –  $j$  коэффициенты для  $i$ -го АХОВ;

$n$  – количество одновременно выброшенных в окружающую среду наименований АХОВ.

Таблица 5

**Значения коэффициентов  $K_{2i}$ ,  $K_{3i}$ ,  $K_{7i}$ ,  $K_4$ ,  $K_5$ ,  $K_{6i}$  время самоиспарения ( $T_i$ ) и плотность ( $d_i$ ) АХОВ**

№ п/п	Наименование АХОВ	Значения коэффициентов					Плотность, $d_i$ (т/м <sup>3</sup> )	$K_{6i}$
		$K_{2i}$	$K_{3i}$	$K_{7i}$	$K_4$	$K_5$ (инверсия/изотермия/конвекция)		
1	Хлор	0,052	1,0	1,0	1,67	1/0,23/0,08	1,553	1
2	Аммиак	0,025	0,04	1,0	1,67	1/0,23/0,08	0,681	1
3	Оксид этилена	0,041	0,27	0,93	1,67	1/0,23/0,08	0,882	1
4	Сероводород	0,042	0,036	1,0	1,67	1/0,23/0,08	0,964	1





В результате эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха составит:

$$Q_3 = 20 \cdot 1,67 \cdot 0,08 \cdot (0,052 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1}{1,553} + 0,041 \cdot 0,27 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot \frac{2}{0,882} + 0,042 \cdot 0,036 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1}{0,964}) = 0,157.$$

3. Вычисляем продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения АХОВ с площади разлива, понижения токсичности, час),  $T$ .  $h$  – толщина слоя разлитого АХОВ на поверхности (равен 0,05) по формуле

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}$$

хлор –  $T_1 = \frac{0,05 \cdot 1,553}{0,052 \cdot 1,67 \cdot 1,0} = 0,89 \approx 1 \text{ ч},$

Аммиак –  $T_2 = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1,67 \cdot 1,0} = 0,82 \approx 1 \text{ ч},$

оксид этилена –  $T_3 = \frac{0,05 \cdot 0,882}{0,041 \cdot 1,67 \cdot 0,93} = 0,69 \approx 1 \text{ ч}, ,$

сероводород –  $T_4 = \frac{0,05 \cdot 0,964}{0,042 \cdot 1,67 \cdot 1,0} = 0,69 \approx 1 \text{ ч}.$

4. По табл. 6 с использованием формул линейного интерполирования, вычисляем глубину зоны возможного загрязнения АХОВ:

Таблица 6

**Глубины зон возможного загрязнения АХОВ, км**

Скорость ветра, м/с	ЭКВИВАЛЕНТНОЕ КОЛИЧЕСТВО АХОВ, Т													
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60

Общая глубина распространения зараженного воздуха составит –  $\Gamma = 2,3$  км.

$$\Gamma_x = \Gamma_m + \frac{\Gamma_b - \Gamma_m}{Q_b - Q_m} (Q_x - Q_m),'$$

$$\Gamma_x = 1,25 + \frac{3,16 - 1,25}{0,5 - 0,1} \cdot (0,15 - 0,1) = 1,488 \text{ км.}$$

Общая глубина распространения зараженного воздуха составит –  $\Gamma = 1,488$  км.

5. Прогнозируемое количество людей получивших химические поражения определяется:

$$N_{\text{пор}} = N_{\text{раб}} \cdot K_{\text{пор}},$$

где  $N_{\text{раб}}$  – количество людей в опасной зоне;

$K_{\text{пор}}$  – коэффициент химического поражения (табл. 7).



Таблица 7

**Возможные поражения людей в районе разлива  
и зонах химического загрязнения, %**

Условия размещения персонала	Обеспечение персонала специальными фильтрующими противогазами, в %				
	0	25	50	75	100
В районе разлива	До 100	70	50	30	до 10
В зонах загрязнения	35	25	15	10	2

Для оперативных расчетов принимается, что структура поражений составит:

35 % – безвозвратные (смертельные) поражения;

40 % – санитарные поражения тяжелой и средней форм тяжести (временная потеря трудоспособности на срок не менее чем на 2-3 недели с обязательной госпитализацией);

25 % – санитарные поражения легкой формы тяжести.

В зоне разлива оказалось 30 чел., их обеспеченность противогазами 50%, в зоне загрязнения 2 человека.

$$N_{\text{пор}} = N_{\text{раб}} \cdot K_{\text{пор}} = 30 \text{ чел.} \cdot 0,3 = 9 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{см}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{см}} = 9 \text{ чел.} \cdot 0,35 = 3 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{т и ср}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{т и ср}} = 9 \text{ чел.} \cdot 0,4 = 4 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{легк}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{легк}} = 9 \text{ чел.} \cdot 0,25 = 2 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{пор}} = N_{\text{раб}} \cdot K_{\text{пор}} = 2 \text{ чел.} \cdot 0,35 = 1 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{см}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{см}} = 1 \text{ чел.} \cdot 0,35 = 0 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{т и ср}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{т и ср}} = 1 \text{ чел.} \cdot 0,4 = 1 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{легк}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{легк}} = 1 \text{ чел.} \cdot 0,25 = 0 \text{ чел.}$$

Таблица 8

**Оценочные последствия химических поражений  
при выполнении производственных заданий**

Условия размещения персонала	Глубина распротр. облака АХОВ, км	Продолжительность загрязнения или понижение токсичности, час	Количество и категория поражений, чел.		
			Легк.	Тяж. и сред.	Смерт.
В районе разлива	1,488	1	3	4	2
В зонах загрязнения			—	1	—

**Вывод:** ЧС сложившаяся на территории завода после хими-



## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

ческой аварии носит объектовый масштаб, но может быть и муниципальный, если глубина зоны распространения облака АХОВ выйдет за границу территории завода, количество пострадавших людей 9 чел. (масштаб объектовый), вид чрезвычайной ситуации техногенный. Для ликвидации последствий аварии необходимо немедленно провести спасательные работы и дегазацию территории завод, рабочих мест, оповестить население, проживающее в зоне риска. При выполнении работ в зоне разлива использовать СИЗ органов дыхания изолирующего типа, а в зоне загрязнения фильтрующего типа (указать марку (тип) используемых АХОВ).

### 3. Предварительный прогноз инженерной обстановки при аварийных взрывах

Исходные данные

№ варианта	Нахождение производственного объекта в зоне разрушений:				Общее количество людей в каждом промышленном здании:			
	полных	сильных	средних	слабых	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех
31	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	15 • К	9 • К	12 • К	14 • К

#### Решение:

1. Оценим инженерное состояние каждого промышленного здания, оказавшегося в соответствующей зоне разрушений:

3-й цех - получил при аварийном взрыве полное разрушение – обрушение всех элементов здания, включая подвал;

2-й цех – получил при аварийном взрыве сильную степень разрушения – разрушение части стен и перекрытий верхних этажей, образование трещин в стенах, деформация перекрытий нижних этажей; возможно ограниченное использование сохранившегося подвала после расчистки входов в подвал здания.

1-й цех – получил при аварийном взрыве среднюю степень разрушения здания – разрушены главным образом второстепенных элементов (крыша, перегородки, оконные и дверные заполнения) перекрытия не разрушены, часть помещений пригодна для использования после расчистки от обломков и проведения ремонта.

4-й цех – получил при аварийном взрыве слабую степень разрушения здания – разрушены оконные и дверные заполнения



## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

и перегородки. Подвалы и нижние этажи полностью сохранены и пригодны для временного использования после уборки мусора и заделки проемов.

2. Определяем прогнозируемое количество людей получивших поражения при нахождении в поврежденных производственных зданиях.

Определяют состояние производственных объектов в каждой зоне на территории завода: полное, сильное, среднее и слабое разрушение.

Определяют прогнозируемое поражение людей в производственных зданиях:

$$N_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n n_i \left( 1 - \frac{P_i}{100\%} \right),$$

где  $n_i$  – количество работающих людей в здании;

$P_i$  – вероятность выживания людей:

$P_{\text{полн.раз.}} = 40\%$ ;  $P_{\text{сил.раз.}} = 90\%$ ;  $P_{\text{ср.раз.}} = 94\%$ ;  $P_{\text{сл.раз.}} = 98\%$ .

3. Прогнозируется следующее количество пораженных:

1-й цех:  $N_{\text{пор.}} = 30 \cdot (1 - 94/100) = 30 \cdot 0,06 = 2$  человек.

2-й цех:  $N_{\text{пор.}} = 18 \cdot (1 - 90/100) = 18 \cdot 0,1 = 2$  человек.

3-й цех:  $N_{\text{пор.}} = 24 \cdot (1 - 40/100) = 24 \cdot 0,6 = 14$  человек.

4-й цех:  $N_{\text{пор.}} = 28 \cdot (1 - 98/100) = 28 \cdot 0,02 = 1$  человек.

Общее количество пораженных 19 человек.

Прогнозируем структуру поражений:

60% – смертельные поражения.  $N_{\text{смер.}} = 19 \cdot 0,6 = 11$  человека.

40% – санитарные поражения.  $N_{\text{сан.}} = 19 \cdot 0,4 = 8$  человек.

Определим прогнозируемое количество людей, оказавшихся под завалом производственного здания

$$N_{\text{зав.}} = N_{\text{пол.р}} + 0,3 N_{\text{сил.р}} = 14 + 0,3 \cdot 2 = 15 \text{ человека.}$$



Таблица 9

### Оценочные последствия поражения людей в поврежденных производственных зданиях при аварийном взрыве ТВС

	Количество пораженных людей в производственных зданиях, чел.				Структура поражений и общее количество людей под завалом, чел.		
	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	анитарные	мертельные	Под завалом
	2	2	14	1	8	11	15

**Вывод.** Чрезвычайная ситуация, возникшая в результате аварийного взрыва на территории завода является по виду – техногенная, по масштабу – локальной.

#### Задание 4. Оценка зон теплового воздействия при горении зданий и др. промышленных объектов

Исходные данные для расчета:

№ варианта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	высота	длина	диаметр	вещество	
31	9	180	16	бензин	Безопасное нахождение людей

#### Решение:

Расчет протяженности зон теплового воздействия  $R$ , м, при горении зданий и промышленных объектов производится по формуле:

$$R = 0,282R \cdot \sqrt{\frac{q^{соб}}{q_{кр}}}$$

где  $q^{соб}$  — плотность потока собственного излучения пламени пожара, кВт/м<sup>2</sup>, (табл. 10);  $q_{кр}$  — критическая плотность потока излучения пламени пожара, падающего на облучаемую поверхность и приводящую к тем или иным последствиям, кВт/м<sup>2</sup> (табл. 11);  $R^*$  — приведенный размер очага горения, м, равный:  $\sqrt{l \cdot h}$  —



## Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС

– для горящих зданий;  $0,8 \cdot D_{рез}$  — для горения нефтепродуктов в резервуаре;  $l, h$  — длина и высота объекта горения, м;  $D_{рез}$  — диаметр резервуара, м.

Таблица 10

## Теплотехнические характеристики материалов и веществ

Плотность потока пламени пожара, $q^{cob}$ , кВт/м <sup>2</sup>						
Ацетон	Бензол	Бензин	Керосин	Мазут	Нефть	Древесина
1200	2500	1780–1220	1520	1300	874	260

Таблица 11

## Критические значения плотностей потока, падающего излучения

Критические значения плотностей потока, $q_{кр}$ , кВт/м <sup>2</sup>				
Безопасное нахождение человека	возгорание древесины через 10 минут	возгорание древесины через 5 минут	возгорание ЛВЖ через 3 минуты	возгорание ГЖ через 3 минуты
1,5	14,0	17,5	35,0	41,0

\*Примечание: ГЖ – горючие жидкости и вещества (мазут, торф, масло и т.п.); ЛВЖ – легковоспламеняемые жидкости (ацетон, бензол, спирт).

Рассчитаем протяженность зоны теплового воздействия  $R$ , м безопасного нахождения людей при горении деревянного здания и резервуара с ацетоном:

При горении деревянного здания

$$R = 0,282R \cdot \sqrt{\frac{q^{cob}}{q_{кр}}} = 0,282 \cdot \sqrt{9 \cdot 180} \cdot \sqrt{\frac{260}{1,5}} = 149,48 \text{ м.}$$

При горении резервуара с бензином

$$R = 0,282R \cdot \sqrt{\frac{q^{cob}}{q_{кр}}} = 0,282 \cdot 16 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{\frac{1750}{1,5}} = 123,29 \text{ м.}$$



## ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцев В.А. Методики оценки обстановки на промышленном предприятии при чрезвычайных ситуациях: Учеб. –метод. пособие. — М., 1993.
2. Демиденко Г.П. и др. Справочник. Защита ОНХ от ОМП. — Киев: Выш. шк., 1987.
3. Шадский И.П. Чрезвычайные ситуации в промышленности: Учеб. пособие. — М., 2001.
4. ГОСТ Р 22.0.08 — 96 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы. Термины и определения. Издание официальное Госстандарт. Введен 29.05.96 № 333 — М, 1996.
5. ГОСТ Р 22.0.05 — 94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. Издание официальное Госстандарт России. Введен 26.12.95 № 362 — М, 1995.
6. ГОСТ Р 22.0.07 — 95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров. Издание официальное Госстандарт России. Введен 02.04.95 № 561 — М, 1996.
7. ГОСТ Р 22.1.02 — 95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения. Издание официальное Госстандарт России. Введен 21.12.95 № 625 — М, 1996.