



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности и защита  
окружающей среды»

## **Учебно-методическое пособие** по дисциплине

# **«Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций»**

Авторы  
Денисов О. В.,  
Лоскутникова И. Н.,  
Богданова И. В.

Ростов-на-Дону, 2018

## Аннотация

В пособии изложен материал по вопросам прогнозирования Чрезвычайных ситуаций. Приводятся алгоритмы решения практических задач по основным темам дисциплины.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности Пожарная безопасность, Техносферная безопасность, а также для студентов, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности». Материал может быть использован для проведения практических занятий, выполнения расчетно-графических работ, курсового и дипломного проектирования.

В учебном пособии приведены общие сведения о чрезвычайных ситуациях, принцип оценки и прогнозирования чрезвычайных ситуациях, вызванных различными причинами, методики и примеры расчетов, а также рекомендации по ликвидации последствий аварий.

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры «БЖиЗОС»

Денисов О.В.,

к.х.н., доцент кафедры «БЖиЗОС»

Лоскутникова И.Н.,

к.т.н., доцент кафедры «БЖиЗОС»

Богданова И.В.



## Оглавление

Предисловие .....	4
1. Методические указания к выполнению практического задания по теме: «Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций, вызванных гидротехническими авариями» .....	5
2. Методические указания к выполнению практического задания по теме: «Оценка устойчивости работы промышленного объекта в Чрезвычайных ситуациях» ...	18
Эквивалентное количество АХОВ, т .....	36
3. Методические указания к выполнению практического задания по теме: «определение количества пострадавших при чрезвычайных ситуациях технического характера» ..	77
4. Методические указания к выполнению практической работы по теме: «Определение длительности аварийно–спасательных работ» .....	104
5. Методические указания к выполнению практического задания по теме: «Приборы радиационной и химической разведки» .....	115

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В современном обществе человечество всё больше и больше ощущает на себе проблемы, возникающие при проживании в высокоиндустриальном обществе. Опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился объём этого вмешательства, оно стало многообразнее и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества. Наибольшую опасность представляют крупные аварии, катастрофы на промышленных объектах. Аварии и катастрофы не имеют национальных границ, они ведут к гибели людей и создают в свою очередь социально политическую напряженность. На всех континентах Земли эксплуатируются тысячи потенциально опасных объектов с такими объёмами запасов радиоактивных, взрывчатых и отравляющих веществ которые в случае ЧС могут нанести невосполнимые потери окружающей среде или даже уничтожить на Земле жизнь.

В Концепции национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Президентом Российской Федерации, отмечается, что одной из важнейших составляющих национальных интересов России является защита личности, общества и государства от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В последние годы в Российской Федерации наметилась устойчивая тенденция увеличения возникновения аварий в техногенной сфере и стихийных бедствий, которые привели к росту количества и масштабов чрезвычайных ситуаций и создали угрозу жизни и здоровью людей. При этом ухудшение экологической ситуации в стране и истощение ее природных ресурсов находится в прямой зависимости от состояния экономики и готовности общества осознать глобальность и важность этих проблем. Для России эта угроза особенно велика из-за преимущественного развития топливно-энергетических отраслей промышленности, неразвитости законодательной основы природоохранной деятельности, отсутствия или ограниченного использования природосберегающих технологий, низкой; экологической культуры.

Деятельность по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций относится к числу важнейших в обеспечении государственной (национальной) безопасности России и может быть представлена в виде комплекса общегосударственных организационно-технических, экономических и правовых мер, осуществляемых органами государственной власти и органами местного самоуправления, силами предприятий и учреждений, общественными объединениями и гражданами как заблаговременно,

так и при угрозе возникновения и возникновении такой ситуации

## **1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ: «ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ВЫЗВАННЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИМИ АВАРИЯМИ»**

### **1. Цель работы**

Цель работы – ознакомиться с терминологией, основными поражающими факторами катастрофических затоплений, а также с методикой практического расчета степени разрушений зданий и сооружений в населенном пункте с высокими рисками наводнений, вызванных естественными и техногенными факторами.

### **2. Общие положения**

В связи с произошедшими ЧС в г. Крымске (ночь на 7 июля 2012г. по данным МЧС по Краснодарскому краю 171 погибших и 20 млрд руб. ущерба) и в г. Дербенте (10 октября 2012г. 6 погибших), актуальность оценки и прогнозирования степени разрушения городов, впоследствии гидродинамических аварий значительно возросла.

*Гидродинамическая авария* — авария на гидротехническом сооружении (ГТС), связанная с распространением с большой скоростью воды и создающая угрозу возникновения ТЧС.

При прорыве плотины в ней образуется проран. Проран - узкий проток в теле плотины. От размеров прорана зависят объем и скорость падения вод верхнего бьефа в нижний бьеф ГТС и параметры волны прорыва.

Основными поражающими факторами катастрофического затопления являются: волна прорыва, характеризующаяся высотой волны и скоростью движения, и длительность затопления. Продольный разрез такой сформировавшейся волны схематично показан на рисунке 1.

Параметры волны прорыва зависят от гидрологических и топографических условий реки и характеризуются на расстоянии  $L$ , км, от ГТС высотой гребня  $h$ , м, и скоростью  $v$ , м/с, определяемыми по следующим формулам:

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

$$h = A_h / \sqrt{B_h + L}; \quad v = A_v / \sqrt{B_v + L}, \quad (1)$$

где  $A_h, B_h, A_v, B_v$ , — коэффициенты, зависящие от высоты уровня воды в верхнем бьефе плотины (уровня воды в водохранилище)  $H_0$ , м, гидравлического уклона реки  $i$  (превышение в метрах высоты уровня реки на 1000 м длины) и относительной ширины прорана  $B$  (таблица 1). Время прихода гребня  $\tau_{гр}$  и фронта  $\tau_{ф}$  волны прорыва определяют по таблице 2 в зависимости от  $H_0, i$  и удаленности  $L$  створа объекта от ГТС.

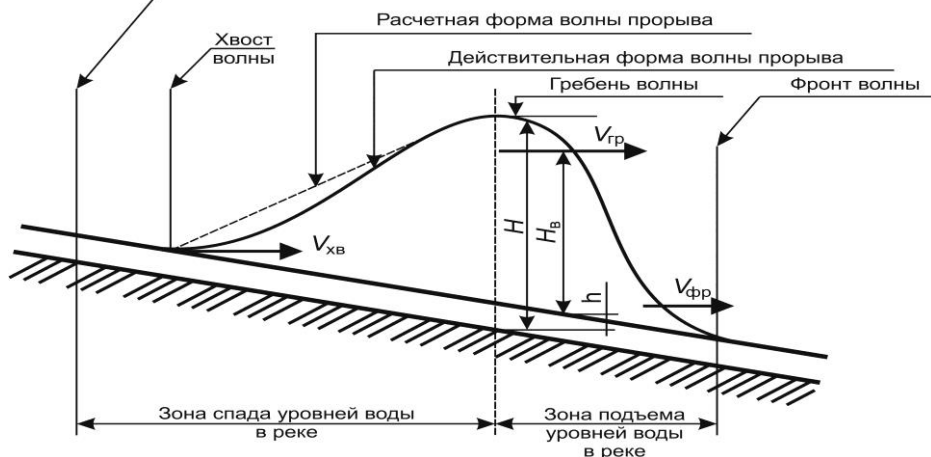


Рисунок 1 - Продольный разрез волны прорыва

Таблица 1 Значение коэффициентов в формулах (1)

при уклонах реки

$H_{0,м}$	$B$	$i = 1 \cdot 10^{-4}$				$i = 1 \cdot 10^{-3}$			
		$A_h$	$B_h$	$A_v$	$B_v$	$A_h$	$B_h$	$A_v$	$B_v$
20	1	100	90	9	7	40	10	16	21
30		190	120	14	8	75	20	24	22
40		280	150	20	9	110	30	32	24
60		500	236	29	10	205	45	47	26
80		720	286	39	12	300	60	62	29

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

20	0,75	114	147	10	9	48	30	17	29
30		212	194	14	10	82	45	24	31
40		310	120	19	12	117	59	32	34
60		546	241	27	12	211	86	46	37
80		782	437	37	15	305	113	61	40
20	0,5	128	204	11	11	56	51	18	38
30		234	268	15	12	90	70	25	41
40		340	332	19	14	124	89	32	44
60		592	460	26	15	217	127	46	48
80		844	588	34	17	310	166	61	52
20	0,35	134	198	9	16	48	44	16	41
30		207	279	13	17	82	63	23	43
40		280	360	16	18	116	81	31	46
60		571	522	22	19	217	118	46	52
80		862	684	28	20	213	156	61	58
20	0,25	140	192	8	21	40	38	15	43
30		180	290	10	21	74	56	22	46
40		220	388	13	21	108	74	30	50
60		550	584	18	21	212	110	46	57
80		880	780	23	21	316	146	61	65
20	1	200	150	5	4	70	50	9	11
30		340	197	10	5	135	70	16	12
40		480	245	16	6	200	90	24	13
60		695	327	25	7	385	137	34	15
80		910	410	35	9	570	185	44	16
20	0,75	245	240	6	5	80	92	11	13
30		382	298	10	7	152	128	15	15
40		520	357	15	8	225	165	20	17
60		750	472	23	9	410	227	31	19
80		980	587	32	12	595	290	42	21
20	0,5	290	330	8	7	90	135	13	16
30		425	400	11	9	170	187	15	18
40		560	470	13	11	250	240	17	21
60		805	617	21	12	435	317	29	24
80		1050	765	30	15	620	395	41	26

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

20	0,35	287	314	6	9	83	123	14	21
30		447	442	9	10	156	177	17	23
40		607	571	12	12	230	232	21	24
60		843	681	19	13	436	308	29	27
80		1080	792	26	15	643	385	37	29
20	0,25	285	298	4	11	75	110	16	26
30		470	485	7	12	142	167	20	27
40		655	672	10	13	210	225	24	28
60		882	746	17	14	437	300	29	30
80		1110	820	23	16	665	375	35	32

Продолжительность затопления территории объекта определяется по следующей формуле, ч:

$$\tau_{зам} = \beta(\tau_{ГР} - \tau_{Ф})(1 - h_{М}/h),$$

(2)

где  $\beta$  — коэффициент, зависящий от высоты плотины  $H_0$ , м, гидравлического уклона реки  $i$  и расстояния до объекта  $L$ , км (таблица 3);  $h_{М}$  — высота месторасположения объекта, м.

В зависимости от скорости движения и глубины затопления  $h_3 = h_{ГР} - h_{М}$  степень разрушения зданий и сооружений будет различной (таблица 4)

$H_{0,м}$	$B$	$i = 0,5 \cdot 10^{-3}$				$i = 1,5 \cdot 10^{-3}$			
		$A_h$	$B_h$	$A_v$	$B_v$	$A_h$	$B_h$	$A_v$	$B_v$
20	1	50	35	13	15	30	10	21	28
30		85	43	18	16	60	15	29	30
40		120	51	23	18	90	20	37	32
60		265	68	37	20	145	32	54	35
80		410	85	52	22	200	45	72	38
20	0,75	65	60	14	15	30	20	22	37
30		108	79	18	19	57	37	29	42
40		152	98	23	24	80	55	36	47
60		290	133	36	27	147	78	53	50
80		855	168	50	29	215	205	71	53



## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

20	0,5	80	85	15	16	30	30	23	46
30		132	115	19	24	55	60	29	54
40		185	145	23	31	70	90	36	62
60		315	198	36	34	150	125	53	65
80		445	251	49	36	230	160	71	68
20	0,35	62	72	13	25	22	22	21	49
30		108	108	18	30	47	45	28	56
40		155	145	22	34	68	67	36	63
60		305	196	35	38	141	97	52	67
80		910	248	47	41	215	127	70	71
20	0,25	45	60	12	34	15	15	20	52
30		85	102	17	36	40	30	28	58
40		125	145	22	38	65	45	36	64
60		295	195	34	42	132	70	52	69
80		465	245	46	46	200	95	69	75

 Таблица 2 **Время прихода гребня  $\tau_{гр}$  и фронта  $\tau_{ф}$  волны прорыва**

L, км	$H_0 = 20$				$H_0 = 40$				$H_0 = 80$			
	$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$		$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$		$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$	
	$\tau_{ф}, ч$	$\tau_{гр}, ч$	$\tau_{ф}, ч$	$\tau_{гр}, ч$	$\tau_{ф}, ч$	$\tau_{гр}, ч$	$\tau_{ф}, ч$	$\tau_{гр}, ч$	$\tau_{ф}, ч$	$\tau_{гр}, ч$	$\tau_{ф}, ч$	$\tau_{гр}, ч$
5	0,		0,		0,		0,		0,		0,	
1									1		1	
2	0,	1,8	2	1,2	1	2	1	1,2	0,	1,1	0,	0,2
0		4	0,	2,4	0,	3	0,	2	2	1,7	1	0,4
5		7	6	5	3	6	3	4	0,	3	1	1
4	1,	14	2	10	1	10	1	7	5	5	0,	2
0		30	4	21	3	21	2	14	1,	9	4	4
8			11		8		6		2		1	
5	13								3		3	

L, км	$H_0 = 30$				$H_0 = 60$			
	$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$		$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$	
	$\tau_{ф}, ч$	$\tau_{гр}, ч$	$\tau_{ф}, ч$	$\tau_{гр}, ч$	$\tau_{ф}, ч$	$\tau_{гр}, ч$	$\tau_{ф}, ч$	$\tau_{гр}, ч$

5	0,15	1,9	0,15	1,2	0,1	1,55	0,1	0,7
10	0,4	3,5	0,45	2,2	0,25	2,35	0,2	1,2
20	1,3	6,5	1,5	4,5	0,75	4,5	0,7	2,5
40	4	12	5	8,5	2,1	7,5	1,5	4,5
80	10,5	25,5	8,5	17,5	5,5	15	4,5	9

Таблица 3

**Значения коэффициента  $\beta$**

$iL/H_0$	Отношение высоты плотины $H_0, м$ , к средней глубине реки в нижнем бьефе $h_0, м$	
	$H_0/h_0 = 10$	$H_0/h_0 = 20$
0,05	15,5	18
0,1	14	16
0,2	12,5	14
0,4	11	12
0,8	9,5	10,8
1,6	8,3	9,9

Таблица 4 **Параметры волны прорыва, приводящие к разрушениям объектов**

Объект	Степень разрушения					
	Сильная		Средняя		Слабая	
	$v$ , м/с	$h$ , м	$v$ , м/с	$h$ , м	$v$ , м/с	$h$ , м
<i>Здания и сооружения</i>						
Сборные деревянные жилые дома	3	2	2,5	1,5	1	1
Деревянные дома (1...2 этажа)	3,5	2	2,5	1,5	1	1
Кирпичные малоэтажные здания (1...3 этажа)	4	2,4	3	2	2	1
Промышленные здания с лёгким металлическим каркасом и здания бескаркасной постройки	5	2,5	3,5	2	2	1
Кирпичные дома средней этажности (4этажа)	6	3	4	2,5	2,5	1,5
Кирпичные дома средней этажности (4этажа)	7,5	4	6	3	3	1,5
Промышленные здания с тяжелым металлическим или железобетонным каркасом (стены из керамзитовых панелей)	12	4	9	3	4	1,5
Бетонные и железобетонные здания, здания антисейсмической конструкции	4	6	2	4	1	1
Стенки, набережные и пирсы на деревянных сваях	5	6	3	4	1	1
Стенки, набережные и пирсы напряженной конструкции с заполнением камнем	6	6	3	4	1	2
Стенки, набережные и пирсы на железобетонных и металлических сваях	7	6	4	4	2	2
Стенки, набережные, молы, волноломы из кладки массивов						
<i>Оборудование портов и промышленных предприятий</i>						

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Стандартное оборудование	3	2	2	2	1	1
Оборудование химических и электротехнических цехов и лабораторий	4	1,5	3	1,5	1	1
Стапели и ступельные места судостроительных и судоремонтных заводов	4	4	3	3	2	1
Трансформаторно-понижительные подстанции	5	2	4	2	2	1
Крановое оборудование:						
портальные краны						
грузоподъёмность:						
5 т	6	4	6	2	2	1,5
10 т	8	5	6	2	2	2
16 т	8	6	6	3	2	2
Мостовой перегружатель 16 т	10	9	6	4	2	2
<i>Мосты, дороги и транспортные средства</i>						
Деревянные мосты (поток выше проезжей части)	1	2	1	1,5	0	0,5
Железобетонные мосты	2	3	1	2	0	0,5
Металлические мосты и путепроводы с пролётом 30...100 м	2	3	1	2	0	0,5
То же с пролётом более 100 м	2	2,5	1	2	0	0,5
Железнодорожные мосты	2	2	1	1	0,5	0,5
Дороги с гравийным (щебёночным) покрытием	2,5	2	1	1,5	0,5	0,5
Шоссейные дороги с асфальтовым и бетонным покрытием	4	3	2	1,5	1	1
Автомобили	2	2	1,5	1,5	1	1
Подвижной состав	3,5	3	3	1,5	1,5	1
<i>Плавучие средства</i>						

Малотоннажные речные суда, катера с осадкой менее 2 м	5	2	4	1,5	2	1,5
Вспомогательные суда (плавучие краны, землечерпательные снаряды и т.д.)	7	2	4	1,5	2	1,5
Крупнотоннажные речные, пассажирские и грузовые суда (с осадкой более 2,5 м)	9	2	5	1,5	3	1,5
Плавучие доки	8	2	5	1,5	3	1,5
Плавучие причалы	9	2	6	2	3	2

**3. Пример задачи.** В результате произвольного подъема заслонки шлюза на гидроузле образовался проран с относительным размером  $B = 0,25$ . На расстоянии  $L = 20$  км вниз по течению реки расположен город. Высота уровня воды перед плотиной  $H_0 = 80$  м, высота месторасположения города  $h_M = 6$  м, гидравлический уклон реки  $i = 1 \cdot 10^{-4}$ , глубина реки в нижнем бьефе  $h_0 = 4$  м.

Оценить степень разрушения зданий в городе, железнодорожного (металлического) и автомобильного (железобетонного) мостов.

Решение:

1. Найдем высоту гребня  $h$  и скорость  $v$  волны прорыва [смотреть формулу (1)], используя данные таблицы 1:

$$h = \frac{880}{\sqrt{78 + 20}} \approx 31 \text{ м};$$

$$v = \frac{23}{\sqrt{21 + 20}} \approx 3,59 \text{ м/с}.$$

2. Определим время прихода гребня волны прорыва  $\tau_{гр}$  и фронта  $\tau_{ф}$  волны прорыва, интерполируя приведенные в таблице 2 данные для  $L = 20$  км:

$$\tau_{ф} = 0,5 \text{ ч}, \tau_{гр} = 3 \text{ ч}.$$

3. Продолжительность затопления территории города и завода  $\tau_{зат}$  рассчитаем по формуле (2), предварительно определив по таблице 3 для  $iL/H_0 = 1 \cdot 10^{-4} \cdot 20000/80 = 0,025$ ,

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

$$H_0/h_0 = 20 \text{ значение } \beta = 18:$$

$$\tau_{\text{зат}} = 18(3 - 0,5) \left(1 - \frac{6}{31}\right) = 36,29 \text{ ч}$$

4. Оценим степень разрушений в городе по таблице 4. При скорости движения волны прорыва  $v = 3,59$  м/с и глубины затопления  $h_3 = h_{\text{ГР}} - h_{\text{М}} = 31 - 6 = 25$  м в городе полностью будут разрушены деревянные дома, кирпичные малоэтажные здания, получат сильные разрушения кирпичные дома средней этажности. Велика опасность сильного разрушения железобетонного и металлического мостов, дорог с гравийным покрытием. Шоссейные дороги с асфальтовым и бетонным покрытием получают также сильные разрушения.
5. **Индивидуальное задание.** Оценить степень разрушения зданий в городе, железнодорожного(металлического) и автомобильного (железобетонного) мостов. Варианты заданий для решения задач приведены в таблице 5.

*Номер варианта определяется по последним двум числам зачётной книжки*

Таблица 5 Исходные данные

№	$B, \text{ м}$	$L, \text{ км}$	$H_0, \text{ м}$	$h_m, \text{ м}$	$i, \text{ м/км}$	$h_0, \text{ м}$
00	0,5	10	20	1	$0,5 * 10^{-3}$	0,5
01	0,6	10,5	22	2	$1 * 10^{-3}$	0,6
02	0,7	11	24	3	$1,5 * 10^{-3}$	0,7
03	0,8	11,5	26	4	$0,5 * 10^{-4}$	0,8
04	0,9	12	28	5	$1 * 10^{-4}$	0,9
05	0,25	12,5	30	6	$1,5 * 10^{-4}$	1
06	0,3	13	32	7	$0,5 * 10^{-3}$	1,1
07	0,35	13,5	34	8	$1 * 10^{-3}$	1,2
08	0,4	14	36	9	$1,5 * 10^{-3}$	1,3
09	0,45	14,5	38	10	$0,5 * 10^{-4}$	1,4
10	1	15	40	1	$1 * 10^{-4}$	1,5
11	0,55	15,5	42	2	$1,5 * 10^{-4}$	1,6
12	0,65	16	44	3	$0,5 * 10^{-3}$	1,7

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

13	0,75	16,5	46	4	$1 * 10^{-3}$	1,8
14	1,9	17	48	5	$1,5 * 10^{-3}$	1,9
15	0,9	17,5	50	6	$0,5 * 10^{-4}$	2
16	0,25	18	52	7	$1 * 10^{-4}$	2,1
17	0,3	18,5	54	8	$1,5 * 10^{-4}$	2,2
18	0,35	19	56	9	$0,5 * 10^{-3}$	2,3
19	0,4	19,5	58	10	$1 * 10^{-3}$	2,4
20	0,45	20	60	1	$1,5 * 10^{-3}$	2,5
21	1	20,5	62	2	$0,5 * 10^{-4}$	2,6
22	0,55	21	64	3	$1 * 10^{-4}$	2,7
23	0,65	21,5	66	4	$1,5 * 10^{-4}$	2,8
24	0,75	22	68	5	$0,5 * 10^{-3}$	2,9
25	0,9	22,5	70	6	$1 * 10^{-3}$	3
26	0,25	23	72	7	$1,5 * 10^{-3}$	3,1
27	0,3	23,5	74	8	$0,5 * 10^{-4}$	3,2
28	0,35	24	76	9	$1 * 10^{-4}$	3,3
29	0,4	24,5	78	10	$1,5 * 10^{-4}$	3,4
30	0,45	25	80	1	$0,5 * 10^{-3}$	3,5
31	1	25,5	20	2	$1 * 10^{-3}$	3,6
32	0,55	26	22	3	$1,5 * 10^{-3}$	3,7
33	0,65	26,5	24	4	$0,5 * 10^{-4}$	3,8
34	0,75	27	26	5	$1 * 10^{-4}$	3,9
35	0,8	27,5	28	6	$1,5 * 10^{-4}$	4
36	0,9	28	30	7	$0,5 * 10^{-3}$	4,1
37	1	28,5	32	8	$1 * 10^{-3}$	4,2
38	0,9	29	34	9	$1,5 * 10^{-3}$	4,3
39	0,25	29,5	36	10	$0,5 * 10^{-4}$	4,4
40	0,3	30	38	1	$1 * 10^{-4}$	4,5
41	0,35	30,5	40	2	$1,5 * 10^{-4}$	4,6
42	0,4	31	42	3	$0,5 * 10^{-3}$	4,7
43	0,45	31,5	44	4	$1 * 10^{-3}$	4,8

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

44	1	32	46	5	$1,5 * 10^{-3}$	4,9
45	0,55	32,5	48	6	$0,5 * 10^{-4}$	5
46	0,65	33	50	7	$1 * 10^{-4}$	5,1
47	0,75	33,5	52	8	$1,5 * 10^{-4}$	5,2
48	0,5	34	54	9	$0,5 * 10^{-3}$	5,3
49	0,6	34,5	56	10	$1 * 10^{-3}$	5,4
50	0,7	35	58	1	$1,5 * 10^{-3}$	0,5
51	0,8	35,5	60	2	$0,5 * 10^{-4}$	0,6
52	0,9	36	62	3	$1 * 10^{-4}$	0,7
53	1	36,5	64	4	$1,5 * 10^{-4}$	0,8
54	0,9	37	66	5	$0,5 * 10^{-3}$	0,9
55	0,25	37,5	68	6	$1 * 10^{-3}$	1
56	0,3	38	70	7	$1,5 * 10^{-3}$	1,1
57	0,35	38,5	72	8	$0,5 * 10^{-4}$	1,2
58	0,4	39	74	9	$1 * 10^{-4}$	1,3
59	0,45	39,5	76	10	$1,5 * 10^{-4}$	1,4
60	1	40	78	1	$0,5 * 10^{-3}$	1,5
61	0,55	40,5	80	2	$1 * 10^{-3}$	1,6
62	0,65	41	20	3	$1,5 * 10^{-3}$	1,7
63	0,75	41,5	22	4	$0,5 * 10^{-4}$	1,8
64	0,5	42	24	5	$1 * 10^{-4}$	1,9
65	0,6	42,5	26	6	$1,5 * 10^{-4}$	2
66	0,7	43	28	7	$0,5 * 10^{-3}$	2,1
67	0,8	43,5	30	8	$1 * 10^{-3}$	2,2
68	0,9	44	32	9	$1,5 * 10^{-3}$	2,3
69	1	44,5	34	10	$0,5 * 10^{-4}$	2,4
70	0,9	45	36	1	$1 * 10^{-4}$	2,5
71	0,25	45,5	38	2	$1,5 * 10^{-4}$	2,6
72	0,3	46	40	3	$0,5 * 10^{-3}$	2,7
73	0,35	46,5	42	4	$1 * 10^{-3}$	2,8
74	0,4	47	44	5	$1,5 * 10^{-3}$	2,9



## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

75	0,45	47,5	46	6	$0,5 * 10^{-4}$	3
76	1	48	48	7	$1 * 10^{-4}$	3,1
77	0,55	48,5	50	8	$1,5 * 10^{-4}$	3,2
78	0,65	49	52	9	$0,5 * 10^{-3}$	3,3
79	0,75	49,5	54	10	$1 * 10^{-3}$	3,4
80	0,5	50	56	1	$1,5 * 10^{-3}$	3,5
81	0,6	50,5	58	2	$0,5 * 10^{-4}$	3,6
82	0,7	51	60	3	$1 * 10^{-4}$	3,7
83	0,8	51,5	62	4	$1,5 * 10^{-4}$	3,8
84	0,9	52	64	5	$0,5 * 10^{-3}$	3,9
85	1	52,5	66	6	$1 * 10^{-3}$	4
86	0,9	53	68	7	$1,5 * 10^{-3}$	4,1
87	0,25	53,5	70	8	$0,5 * 10^{-4}$	4,2
88	0,3	54	72	9	$1 * 10^{-4}$	4,3
89	0,35	54,5	74	10	$1,5 * 10^{-4}$	4,4
90	0,4	55	76	1	$0,5 * 10^{-3}$	4,5
91	0,45	55,5	78	2	$1 * 10^{-3}$	4,6
92	1	56	80	3	$1,5 * 10^{-3}$	4,7
93	0,55	56,5	20	4	$0,5 * 10^{-4}$	4,8
94	0,65	57	22	5	$1 * 10^{-4}$	4,9
95	0,75	57,5	24	6	$1,5 * 10^{-4}$	5
96	0,5	58	26	7	$0,5 * 10^{-3}$	5,1
97	0,6	58,5	28	8	$0,5 * 10^{-3}$	5,2
98	0,7	59	30	9	$1 * 10^{-3}$	5,3
99	0,8	59,5	32	10	$1,5 * 10^{-3}$	5,4

**5. Контрольные вопросы.**

1. Что такое гидродинамическая авария?
2. Какие основные поражающие факторы катастрофического затопления?
3. Чем характеризуются параметры волны прорыва?

**Литература:**

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях /Под ред. Н. К. Шишкина. - М.: ГУУ, 2000.
2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях/ Б.С. Мاستрюков - М.: Изд. Центр "Академия", 2003.
3. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий при ЧС: Учеб.пособие/ В.В. Денисов, И.А. Денисова. - М.:ИКЦ "МарТ", Ростов н/д: Издательский центр "Март", 2003.- 608 с.
4. Гражданская оборона /Под ред. Е.П.Шубина. - М.: Просвещение, 1991.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ: «ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ»**

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.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) это обстановка, сложившаяся на определённой территории в результате опасного природного явления (стихийного бедствия) или опасного техногенного происшествия (крупной производственной аварии), характеризующаяся действием одного или нескольких поражающих факторов.

Успех защиты людей от возможного поражения зависит от готовности сил Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), способности объектов и территориальных аварийно-спасательных формирований быстро организовать и провести спасательные и другие неотложные работы. Целью выполнения работы заключается в приобретении знаний и навыков необходимых специалисту в области безопасности в техносфере:

- оценки последствия действия поражающих факторов радиационной, химической, инженерной и пожарной обстановки при ЧС;
- определения размеров и площади зон действия по-

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

- ражающих факторов ЧС;
- определения возможных поражений людей в зоне действия поражающих факторов;
- выбора способа защиты и ликвидации последствий ЧС;

### 1. Содержание и этапы оценки радиационной обстановки при ЧС

Оценка радиационной обстановки предполагает определение степени воздействия поражающего фактора на режим работы объекта экономики (предприятия) и проживания населения, а также действия сил ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, выбора их способа применения, при котором обеспечиваются минимальные радиационные поражения. Основная задача оценки радиационной обстановки на объекте (предприятии) это определение радиационных поражений людей при нахождении промышленного или другого объекта в зонах радиоактивного загрязнения местности.

Оценка радиационной обстановки осуществляется в 3 этапа:

**I этап** – оценка радиационной обстановки по заблаговременному прогнозу радиационной аварии (выброса радиоактивных веществ) на радиационно опасном объекте с учетом преобладающих среднегодовых метеоусловий.

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

**III этап** – оценка радиационной обстановки по данным разведки. Основанием для этого являются данные, полученные от органов разведки, наблюдения и лабораторного контроля о мощностях доз излучения и степени радиоактивного загрязнения различных промышленных объектов на определенное время.

Допущения используемые при прогнозировании:

– источниками радиоактивного загрязнения местности являются радиоактивное облако (мгновенный объемный источник) с выбросом на высоту до 1,5 км или струя радиоактивных веществ с выбросом на высоту до 200 м из ядерного реактора;

– обычная классификация шести категорий устойчивости атмосферы по Пасквиллу укрупненная до трех: *A* – сильно неустойчивая (конвекция); *D* – нейтральная (изотермия); *F* – очень неустойчивая (инверсия).

Основными исходными данными для оценки радиационной

обстановки в случае аварии ядерного энергетического реактора (ЯЭР) по прогнозу являются:

а) характеристики ЯЭР: тип ЯЭР, электрическая мощность ЯЭР ( $I_{\text{э}}$ ), количество аварийных ЯЭР ( $n$ ), астрономическое время аварии ( $t_{\text{астр.время}}$ ), доля выброшенных радиоактивных веществ ( $\eta$ ), координаты (место нахождения) ЯЭР и др.;

б) метеорологические характеристики: скорость приземного ветра ( $V_1$ ) и его направление ( $\alpha_1$ ), состояние атмосферы;

в) дополнительные данные: время начала ( $t_{\text{нач.раб}}$ ) и продолжительность работ ( $\Delta t_{\text{раб}}$ ), допустимая доза облучения ( $D_{\text{зад}}$ ), местонахождения промышленного объекта и сил ликвидации чрезвычайной ситуаций и т.д.

Выявление радиационной обстановки по прогнозу осуществляется в следующей последовательности:

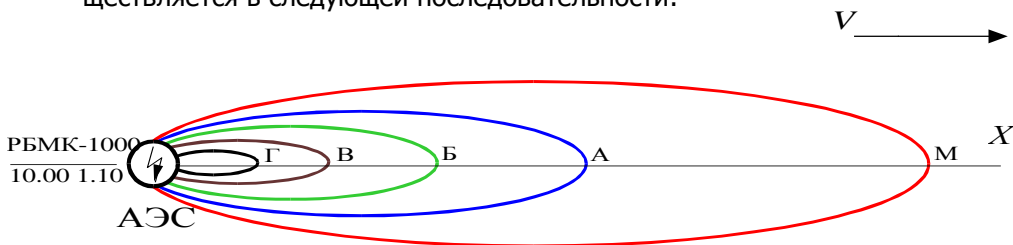


Рис. 1. Выявление радиационной обстановки в случае аварии

на радиационно опасном объекте по прогнозу

Для заданного типа ЯЭР и других исходных данных при помощи справочных таблиц определяют размеры зон радиоактивного загрязнения и наносят их на карту (план, схему) соответствующим цветом (табл. 1 и рис. 1). Определяют положение промышленных объектов в этих зонах (рис. 2).

Выявление фактической радиационной обстановки осуществляется по данным прогноза или разведки и контроля с привлечением соответствующих сил ликвидации чрезвычайных ситуаций.

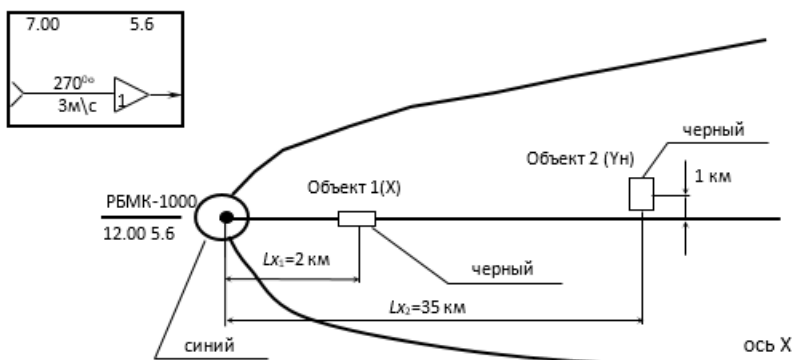


Рис. 2 Выявление радиационной обстановки по отношению к промышленным объектам

Дополняющими исходными данными являются значения мощности дозы излучения, прогнозируемые или измеренные на определенное время, в определенных точках местности и приведенные к 1-му часу (другому времени) после аварии (рис. 3). Точки с мощностями доз излучения, равными или близкими к их значениям на границах зон М, А, Б, В и Г, соединяют плавными изолиниями.

Таблица 1 - Характеристика зон радиоактивного загрязнения местности при аварии на АЭС

№ п/ п	Наименование	Индекс	Цвет	Доза за первый год после аварии, рад			Мощность дозы на 1-й час после аварии, рад/ч	
				На внешней границе	В середине зоны	На внутренней границе	На внешней границе	На внутренней границе
1	Радиационной опасности	М	красный	5	16	50	0,014	0,14

2	Умеренного загрязнения	А	синий	50	160	500	0,14	1,4
3	Сильного загрязнения	Б	зеленый	500	866	1500	1,4	4,2
4	Опасного загрязнения	В	коричневый	1500	2740	5000	4,2	14
5	Чрезвычайно опасного загрязнения	Г	черный	5000	9000	—	14	—

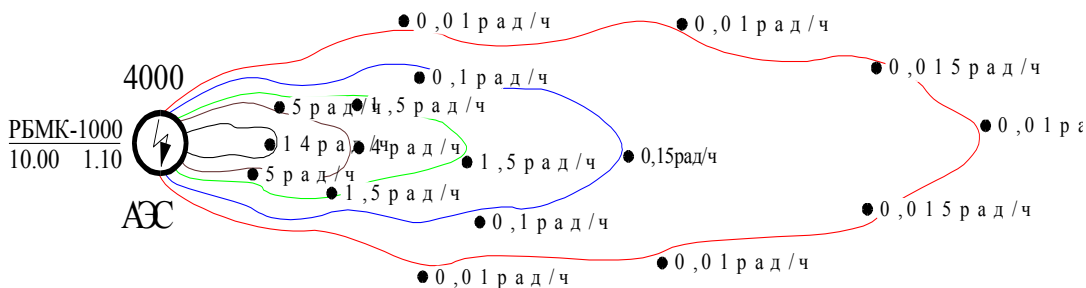


Рис. 3. Выявление радиационной обстановки по данным разведки

Следующим этапом работы является оценка фактической радиационной обстановки по данным разведки, т.е. решение определенных, ранее формализованных или других задач по указанию непосредственного руководителя или председателя КЧС и ПБ.

## 2. Методика решения задач по оценке радиационной обстановки на территории промышленного объекта методом предварительного прогноза

1-я задача. Решается для определения дозы облучения ( $D$ ),

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

которую можно получить за время выполнения работ в зоне радиоактивного загрязнения местности (РЗМ) при заданных исходных данных:

– объект (предприятие) находится в середине одной из зон (на внешней или внутренней стороне границы);

– время начала работ (оперативное или астрономическое),  $t_{\text{нач.}} = t_{\text{нач. обл.}}$ ;

– продолжительность периода работ или др. деятельности,  $\Delta t_{\text{раб.}}$ ;

– кратность ослабления мощности дозы,  $K_{\text{защ}} (K_{\text{осл.}})$ , для открытой местности вне укрытий он соответствует,  $K_{\text{осл.}} = 1$ .

Алгоритм решения задачи:

1. Определяют время начала загрязнения — формирования радиоактивно загрязненной местности (РЗМ) на заданном объекте,  $t_{\text{н.з}}$

2. Уточняют время начала облучения  $t_{\text{нач. обл}}$  исходя из условий:

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

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

3. Определяется доза облучения для соответствующей зоны РЗМ по одной из таблиц 3. Это табличное значение дозы облучения при условии открытого расположения людей без учета коэффициента зоны ( $K_{\text{зоны}}$ ):  $D_{\text{зоны}}^T$ ,  $K_{\text{зоны}} = 1$  (при расположении объекта на оси).

4. Вычисляется доза облучения, которую получают за время выполнения работ на промышленном объекте в соответствующей зоне РЗМ с учетом расположения, т.е. коэффициента зоны по формулам:

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

при расположении объекта на внутренней границе зоны, или

$$D = D_{\text{зоны}}^T \cdot \frac{1}{K_{\text{осл}} \cdot K_{\text{зоны}}}, \text{ рад}; \quad (2)$$

при расположении объекта на внешней границе зоны.

Если люди за время выполнения работ находятся в различных условиях, вместо  $K_{\text{осл}}$  рассчитывается  $K_{\text{защ}}$  по формуле:

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

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

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  $K_{\text{осли}}$  (величина справочная);  $n$  — количество этапов выполнения работ на объекте, характеризующиеся различными значениями  $K_{\text{осли}}$ .

Таблица 2 - Время начала формирования следа ( $t_{\text{н.з.}}$ ) 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



Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

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 приводится к ближайшему табличному значению.

Таблица 3.1 — Доза облучения, получаемая при открытом расположении  
в середине зоны загрязнения  $D_{\text{зоны}}$ , рад. **Зона А**

Время начала облучения после аварии, часа	Продолжительность пребывания в зоне загрязнения	
	Сутки	Месяцы

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

	1	1,5	2	3	5	10	15	1	2	6	12
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 3.2 — Доза облучения, получаемая при открытом расположении

в середине зоны загрязнения  $D_{зона}$ , рад. Зона Б

Время начала облучения		Продолжительность пребывания в зоне загрязнения										
		Сутки							Месяцы			
		1	1,5	2	3	5	10	15	1	2	6	12
часы	1	30, 4	40, 6	49, 4	64, 9	90, 1	13 7	17 4	25 7	37 1	63 3	86 8
	2	29, 1	39, 1	47, 9	63, 2	88, 4	13 6	17 2	25 5	36 9	63 1	86 6
	3	28, 1	37, 9	46, 7	61, 9	86, 9	13 4	17 1	25 4	36 7	62 9	86 4
	5	26, 4	36, 1	44, 6	59, 6	84, 4	13 1	16 8	25 1	36 4	62 6	86 0
	6	25, 7	35, 3	43, 8	58, 7	83, 4	13 0	16 7	24 9	36 3	62 4	85 9
	7	25, 1	34, 5	43, 0	57, 8	82, 4	12 9	16 6	24 8	36 1	62 3	85 8

Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

9	24, 0	33, 3	41, 6	56, 2	80, 6	12 7	16 3	24 6	35 9	62 0	85 5
12	22, 7	31, 7	39, 8	54, 1	78, 2	12 4	16 0	24 2	35 5	61 7	85 1
15	21, 6	30, 3	38, 2	52, 3	76, 1	12 2	15 8	24 0	35 2	61 4	84 8
18	20, 7	29, 2	36, 9	50, 8	74, 2	11 9	15 5	23 7	35 0	61 1	84 5
1 сутки	19, 2	27, 3	34, 7	48, 1	71, 0	11 6	15 1	23 2	34 5	60 5	83 9

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 3.3 — Доза облучения, получаемая при открытом расположении в середине зоны загрязнения  $D_{\text{зоны}}$ , рад. **Зона В**

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	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
сутки	1	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.

2-я задача. Решается для определения вероятности утраты трудоспособности персоналом объекта ( $P$ , %) при выполнении работ на РЗМ. Исходные данные:

- доза облучения полученная при выполнении работ от загрязненной местности на территории объекта,  $D_{\text{местн}} = D_{\text{раб}}$ ;
- продолжительность облучения при выполнении работ или заданного периода облучения,  $\Delta t_{\text{обл}}$ .

Таблица 4 – Вероятность утраты трудоспособности при радиационных поражениях

Доза облуче-	Длительность облучения, суток
--------------	-------------------------------

ния, рад	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

Аналогичным образом с использованием справочных таблиц решаются и другие группы задач по оценке фактической радиационной обстановки на территории промышленного объекта и в промышленной зоне.

Таблица 5 - Оценочные результаты радиационных поражений (заполняется после получения результатов расчета)

<b>Прогнозируемые дозы облучения, рад / % утраты трудоспособности</b>				
	5 суток	15 суток	30 суток	60 суток
Промышленный объект 1				
Промышленный объект 2				
Промышленный объект 3				
Промышленный объект 4				

#### **4. Оценка последствий химических аварий методом предварительного прогноза**

В результате аварии на химически опасном объекте может произойти нарушение технологических процессов на производстве, повреждение трубопроводов, емкостей, хранилищ, транспортных средств, приводящее к выбросу аварийно хи-

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

мически опасные вещества (АХОВ) в атмосферу в количествах, в которых они могут вызывать поражение людей, животных, а также химическое заражение воды, почвы и т.п. При этом образуется зона химического загрязнения – территория, в пределах которой в приземном слое воздуха содержатся АХОВ в количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени. Ее размеры определяются методом прогнозирования, а затем уточняются по данным разведки.

В результате мгновенного (1–3 мин) перехода в атмосферу части вещества из емкости или продуктопровода при их разрушении образуется первичное облако.

Вторичное облако АХОВ образуется в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

В зависимости от физико-химических свойств аварийно химически опасных веществ, условий их хранения и транспортировки при авариях на химически опасных объектах могут возникнуть чрезвычайные ситуации с химической обстановкой четырех основных типов.

Основным поражающим фактором при чрезвычайных ситуациях с химической обстановкой первого типа является ингаляционное воздействие на людей и животных высоких (смертельных) концентраций паров АХОВ. Масштабы поражения при этом зависят от количества выброшенных АХОВ, размеров облака, концентрации ядовитого вещества, скорости ветра, состояния приземного слоя атмосферы (инверсия, конвекция, изотермия), плотности паров АХОВ (легче или тяжелее воздуха), времени суток, характера местности (открытая местность или городская застройка), численности и условий нахождения людей.

Поражающие факторы в чрезвычайных ситуациях с химической обстановкой второго типа проявляются в ингаляционном воздействии на людей и животных смертельных концентраций первичного облака (кратковременное) и в продолжительном воздействии (часы, сутки) вторичного облака с поражающими концентрациями паров. Кроме того, пролив АХОВ может заразить грунт и воду.

При чрезвычайных ситуациях с химической обстановкой третьего типа образуется вторичное облако паров АХОВ с поражающими концентрациями, которое может распространяться на большие расстояния.

Основными поражающими факторами при чрезвычайных ситуациях с химической обстановкой четвертого типа являются

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

опасные последствия заражения людей и животных при длительном нахождении их на зараженной местности в результате перорального и резорбтивного воздействия АХОВ на организм.

Локализация и обеззараживание источников химического заражения имеет целью подавить или снизить до минимально возможного уровня воздействие вредных и опасных факторов, представляющих угрозу для жизни и здоровья людей, экологии, а также затрудняющих ведение спасательных и других неотложных работ на аварийном объекте и в зоне химического заражения за пределами химически опасного объекта.

Локализация и обеззараживание источников химического заражения (с учетом возможных типов химической обстановки при авариях) может включать следующие основные меры:

- локализацию парогазовой фазы первичных и вторичных облаков АХОВ;
- обеззараживание первичных и вторичных облаков АХОВ;
- локализацию проливов АХОВ;
- обеззараживание (нейтрализацию) проливов АХОВ.

Основными способами локализации и обеззараживания источников химического заражения, с учетом вида АХОВ, являются:

при локализации облаков АХОВ – постановка водяных завес, рассеивание облака с помощью тепловых потоков;

при обеззараживании облаков АХОВ – постановка жидкостных завес с использованием нейтрализующих растворов, рассеивание облаков воздушно-газовыми потоками;

при локализации пролива АХОВ – обвалование пролива, сбор жидкой фазы АХОВ в приямки – ловушки, засыпка пролива сыпучими сорбентами, снижение интенсивности испарения покрытием зеркала пролива полимерной пленкой, разбавление пролива водой, введение загустителей;

при обеззараживании (нейтрализации) пролива АХОВ – заливка нейтрализующим раствором, разбавление пролива водой с последующим введением нейтрализаторов, засыпка нейтрализующими веществами, засыпка твердыми сорбентами с последующим выжиганием, загущение с последующим вывозом и сжиганием.

К основным задачам при оценке химической обстановки относятся:

1. Определение возможных поражений персонала и населения, сил ликвидации чрезвычайных ситуаций в зонах химического загрязнения.



## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

2. Определение зараженного количества людей, оборудования, транспорта и других материальных средств, требующих проведения работ по дегазации и санитарной обработки.
3. Определение стойкости (времени самоиспарения и понижения токсичности) АХОВ.
4. Определение времени подхода облака зараженного АХОВ воздуха к определенному рубежу (объекту).

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.

Основанием для заблаговременного прогнозирования являются сведения о химически опасных объектах и преобладающих метеоусловиях, полученные от соответствующих министерств, ведомств и гидрометеослужбы. Полученные результаты необходимы для планирования мероприятий по защите объекта, населения и территории.

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.

Полученные результаты необходимы для принятия решения соответствующими председателями КЧС и ПБ по защите персонала, населения и территорий, а также для уточнения задач органам разведки и проведения неотложных мероприятий по защите.

III этап – оценка фактической химической обстановки (по данным разведки). Основанием для этого являются данные, полученные от сил разведки, наблюдения и лабораторного контроля о концентрации АХОВ в отдельных точках местности на определенное время.

Полученные данные необходимы для уточнения ранее принятых решений по защите персонала объекта, населения и проведения работ по ликвидации чрезвычайной ситуации.

### **5. Методика оценки химической обстановки при аварии с выбросом АХОВ на промышленном объекте**

Определяют глубину распространения облака АХОВ при полном разрушении хранилища химически опасного объекта или выброса определенного количества АХОВ при следующих исходных данных:

– наименование и количество используемых в производстве или хранения (складирования) АХОВ.

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Например: хлор – 5 т; аммиак – 10 т; окись этилена – 5 т; сероводород – 1 т.

Все вещества хранились на складе сырья в металлических резервуарах в жидкой фазе под давлением, метеоусловия:  $T_n = T_b = 15^\circ \text{C}$  – изотермия; скорость ветра на высоте 10 метров,  $V_{10} = 5$  м/с.

### Решение

1. 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 методу:

$$(3) \quad Q_{\text{э}} = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \sum_{i=1}^n K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} \cdot \frac{Q_i}{d_i},$$

где  $d_i$  – плотность  $i$ -го АХОВ,  $\text{т/м}^3$ ;  
 $Q_i$  – запасы  $i$ -го АХОВ на объекте, т;  
 $K_{ji}$  –  $j$  коэффициенты для  $i$ -го АХОВ;  
 $n$  – количество одновременно выброшенных в окружающую среду наименований АХОВ.

В результате эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха составит:

$$\begin{aligned} Q_{\text{э}} &= 20 \cdot 1,67 \cdot 0,23 \cdot (0,052 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{5}{1,553} + 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{10}{0,681} + \\ &+ 0,041 \cdot 0,27 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot \frac{5}{0,882} + 0,042 \cdot 0,036 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1}{0,964}) = \\ &= 20 \cdot 1,67 \cdot 0,23 \cdot (0,167 + 0,015 + 0,06 + 0,002) = 20 \cdot 1,67 \cdot 0,23 \cdot 0,244 = 1,874 \text{ т}. \end{aligned}$$

Таблица 6 - 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, $d$ ( $\text{т/м}^3$ )	$K_{6i}$

		$K_{2i}$	$K_{3i}$	$K_{7i}$	$K_4$	$K_5$		
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	Окись этилена	0,041	0,27	0,93	1,67	1/0,23/0,08	0,882	1
4	Серово- дород	0,042	0,036	1,0	1,67	1/0,23/0,08	0,964	1

$K_5$  – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха и равный: 1 – для инверсии, 0,23 – для изотермии и 0,08 – для конвенции;

2. Вычисляем продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения АХОВ с площади разлива и понижения токсичности).  $h$  – толщина слоя разлитого АХОВ на поверхности (равен 0,05).

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} \quad (4)$$

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

$$\text{аммиак} - T_2 = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1,67 \cdot 1,0} = 0,82 \approx 1 \quad \text{ч,}$$

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

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

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

2. По табл. 7, а также с использованием формул линейного интерполирования, вычисляем глубину зоны возможного загрязнения АХОВ:

$$\Gamma_x = \Gamma_M + \frac{\Gamma_6 - \Gamma_M}{Q_6 - Q_M} (Q_x - Q_M) \quad (5)$$

$$\partial_\Sigma = 1,68 + \frac{2,91-1,68}{3-1} \cdot (2-1) = 2,3 \text{ км}$$

Таблица 7 - 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	0,100	220	320	711	1,001	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46
15	0,100	220	310	690	971	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60

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

3. Прогнозируемое количество людей получивших химические поражения определяется:

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

где

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

$K_{\text{пор}}$  – коэффициент химического поражения (табл. 8).

Например: в зоне загрязнения оказалось 110 чел., обеспеченность противогазами 75%

$$M_{\text{пор}} = M_{\text{раб}} \cdot K_{\text{пор}} = 110 \text{ чел.} \cdot 0,1 = 11 \text{ чел.}$$

$$M_{\text{см}} = M_{\text{пор}} \cdot K_{\text{см}} = 11 \text{ чел.} \cdot 0,35 = 3,85 = 4 \text{ чел.}$$

$$M_{\text{и ср}} = M_{\text{пор}} \cdot K_{\text{т и ср}} = 11 \text{ чел.} \cdot 0,4 = 4,4 = 4 \text{ чел.}$$

$$M_{\text{легк}} = M_{\text{пор}} \cdot K_{\text{легк}} = 11 \text{ чел.} \cdot 0,25 = 2,75 = 3 \text{ чел.}$$

**Таблица 8 - 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

Примечание. Для оперативных расчетов принимается, что структура поражений составит:

35 % – безвозвратные (смертельные) поражения;

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

25 % – санитарные поражения легкой формы тяжести.

Таблица 9 - Оценочные последствия химических поражений при выполнении производственных заданий (заполняется после получения результатов расчета)

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

**Вывод:** ЧС сложившаяся на территории завода после химической аварии носит муниципальный характер, т.к. выходит за границу территории завода, количество пострадавших людей превышает 10 чел., вид чрезвычайной ситуации техногенный. Для ликвидации последствий аварии необходимо немедленно провести спасательные работы, дегазацию территории завода и рабочих мест, оповестить население, проживающее в зоне риска. При выполнении работ использовать СИЗ органов дыхания изолирующего типа в зоне аварии фильтрующего типа в зоне загрязнения.

## 6. Оценка инженерной обстановки при аварийных взрывах

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 определения этих параметров используются следующие исходные данные:

1. Сведения о наиболее вероятных авариях, которые являются источником ЧС, и которые могут иметь место на предприятии.
2. Характеристики первичных и вторичных поражающих факторов прогнозируемых ЧС.
3. Характеристика инженерно-технического комплекса организации (объекта экономики) ее элементов и наличие защитных сооружений.

Наиболее опасными являются взрывные явления при запроектных (не определенных эксплуатационно-технической документацией) авариях.

## **7. Методика оценка масштабов ЧС на предприятии с взрывом ТВС (КВВ) методом предварительного прогноза**

В качестве явлений, инициирующих ЧС взрывом на промышленном объекте, рассматриваются:

- детонация облака топливо-воздушной смеси (ТВС);
- дефлаграция облака ТВС.

В качестве веществ, способных к образованию топливовоздушных смесей, рассматриваются:

- сжиженные природные и нефтяные газы;
- жидкие топлива;
- другие взрывоопасные вещества.

В качестве показателей последствий взрывных явлений на промышленном объекте вследствие действия воздушной ударной волны (ВУВ) и фрагментов разрушенных конструкций, образующейся в результате взрыва ТВС приняты:

- для людей – количество человек, получивших поражение при условии их нахождения открыто на местности, в зданиях и сооружениях;
- для окружающей место аварии застройки – степени разрушения зданий и сооружений промышленной и непромышленной зоны. Описание степеней разрушения зданий и сооружений.

### *Перечень исходных данных*

Исходные данные для прогнозирования последствий взрывов ТВС:

- тип и масса топлива, участвующего во взрыве;
- класс окружающего пространства (плотность расположения зданий или оборудования);
- план объекта и прилегающей территории с картограммой размещения людей.

Исходные данные для прогнозирования последствий взрывов конденсированных взрывчатых веществ:

- тип и масса ТВС, находящегося в различных местах объекта;
- план объекта и прилегающей территории с картограммой расположения людей.

Для оценки инженерной обстановки необходимо определить возможные последствия взрыва облака ТВС, который зависит от режима их взрывного превращения (режима горения).

Учитывая режим взрывного превращения, а также зависимость массы топлива в ТВС содержащегося в облаке определяют границы зон полных, сильных, средних и слабых степеней разру-

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

шения производственных зданий и сооружений на территории завода:

Наносят зоны разрушений на план территории и определяют производственные объекты, находящиеся в каждой зоне.

Определяют состояние производственных объектов в каждой зоне на территории завода:

Полное разрушение – разрушение обрушение всех элементов зданий и сооружений (включая подвалы).

Сильная степень разрушений зданий и сооружений – разрушение части стен и перекрытий верхних этажей, образование трещин в стенах, деформация перекрытий нижних этажей; возможно ограниченное использование сохранившихся подвалов после расчистки входов – производственные здания.

Средняя степень разрушений зданий и сооружений – разрушение главным образом второстепенных элементов (крыш, перегородок, оконных и дверных заполнений) перекрытия, как правило, не разрушаются, часть помещений пригодна для использования после расчистки от обломков и проведения ремонта производственные объекты.

Слабая степень разрушения зданий и сооружений – разрушение оконных и дверных заполнений и перегородок. Подвалы и нижние этажи полностью сохраняются и пригодны для временного использования после уборки мусора и заделки проемов.

Определяют прогнозируемое поражение людей в производственных зданиях: Определяют возможные поражения персонала по формуле:

$$N_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n n_i \left( 1 - \frac{P_i}{100\%} \right), \quad (6)$$

где

$n_i$  – количество работающих людей в здании;

$P_i$  – вероятность выживания людей:  $P_{\text{полн.раз.}} = 40\%$

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

Например: Если одно из зданий находится в зоне средних разрушений, в котором было 15 человек, а другое здание в зоне слабых разрушений и в нем было 30 человек, то можем прогнозировать следующее количество пораженных:

$M_{\text{ср.}} = 15 \text{ чел.} \cdot (1 - 94/100) = (15 \text{ чел.}) \cdot (1 - 0,94) = 1 \text{ человек.}$

$M_{\text{сл.}} = (20 \text{ чел.}) \cdot (1 - 98/100) + (30 \text{ чел.}) \cdot (1 - 0,98) = 0,4 + 0,6 = 1 \text{ человек.}$



## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Прогнозируем структуру поражений:

60% – смертельные поражения.

40% – санитарные поражения.

$N_{\text{смер.ср.}} = 1 \cdot 0,6 = 1$  человек.

$N_{\text{смер.сл.}} = 1 \cdot 0,6 = 1$  человек.

$N_{\text{общ.смер.}} = 2$  человека.

$N_{\text{сан.ср.}} = 1 \cdot 0,4 = 0$  человек.

$N_{\text{сан.сл.}} = 1 \cdot 0,4 = 0$  человек.

$N_{\text{общ.сан.}} = 0$  человек.

Прогнозируем число пострадавших, оказавшихся в завалах по формуле:

$N_{\text{зав.}} = N_{\text{пол.р}} + 0,3 N_{\text{сил.р}} = 0 + 0,3 \cdot 0 = 0$  человек.

Таблица 10 - Оценочные последствия поражения людей в поврежденных производственных зданиях при аварийном взрыве ТВС (заполняется после получения результатов расчета)

	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	Санитарные	Смертельные	Под завалом
	0	1	1	0	0	2	0

**Вывод.** Чрезвычайная ситуация, возникшая в результате аварийного взрыва на территории завода является по виду – техногенная, по масштабу – локальной. В результате взрыва получил среднее разрушение разборочно-комплекточный цех, смертельно поражен 1 чел., слабые разрушения получили электроаппаратный цех и сборочный цех, в которых смертельно поражен 1 чел.; разрушены части стен зданий и перекрытий верхних этажей, образовались трещины в стенах, деформировались перекрытия нижних этажей. Прогнозируется смертельное поражение персонала: погибло 2 человека, раненых – нет.

В результате взрыва ТВС может произойти возгорание одного или нескольких производственных объектов в этом случае прогнозируются зоны теплового воздействия на персонал объекта и его структурные производственные элементы (производствен-

ные, складские, административного или социального назначения).

### 8. Методика оценки зон теплового воздействия при горении зданий и др. промышленных объектов

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

$$R = 0,282R * \sqrt{\frac{q^{\text{соб}}}{q_{\text{кр}}}} \quad (7)$$

где  $q^{\text{соб}}$  — плотность потока собственного излучения пламени пожара, кВт/м<sup>2</sup>, (табл. 11);  $q_{\text{кр}}$  — критическая плотность потока излучения пламени пожара, падающего на облучаемую поверхность и приводящую к тем или иным последствиям, кВт/м<sup>2</sup> (табл. 12);  $R^*$  — приведенный размер очага горения, м, равный:

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

#### Таблица 11 - Теплотехнические характеристики материалов и веществ

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

#### Таблица 12 - Критические значения плотностей потока, падающего излучения

Критические значения плотностей потока, $q_{\text{кр}}$ , 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 (аце-

тон, бензол, спирт).

Задавая возможность поражения человека, сооружения и т.п., по формуле (7) несложно определить искомое расстояние от очага пожара. Определим расстояние от очага пожара, возникшего в деревянном здании цеха, имеющего размеры горения 240м на 10м до границы зоны возгорания горючих жидкостей и веществ.

$$R = 0,282R^* \sqrt{\frac{q^{собр}}{q_{кр}}} = 0,282 \cdot \sqrt{240 \cdot 10} \cdot \sqrt{\frac{260}{41}} = 34,83 \text{ м.}$$

Граница зоны возгорания горючих жидкостей и веществ находится на расстоянии 34,83 м от горящего деревянного здания.

### 8. Калькуляция ущерба причиненного объекту от ЧС

Калькуляция полного ущерба от аварии на потенциально опасном объекте при аварии в общем виде выражается и рассчитывается формулой:

$$Pa = Pпп + Пла + Псэ + Пнв + Пэкол + Пвтр,$$

где

*Pa* – полный ущерб от аварий, руб.;

*Pпп* – прямые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, руб.;

*Пла* – затраты на локализацию / ликвидацию и расследование аварии, руб.;

*Псэ* – социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей), руб.;

*Пнв* – косвенный ущерб, руб.;

*Пэкол* – экологический ущерб (урон, нанесенный объектам окружающей природной среды); руб.;

*Пвтр* – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности.

**Отдельные составляющие рассчитываются в следующей последовательности**

**1. Определяют прямые потери (*Pпп*) от аварий:  $Pпп = Поф + Птмц + Пим,$**

где

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

*Поф* – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) основных фондов (производственных и непроизводственных), руб.;

*Птмц* – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей (продукции, сырья и т.п.), руб.;

*Пим* – потери в результате уничтожения (повреждения) имущества третьих лиц, руб.;

2. **Определяют затраты на локализацию / ликвидацию и расследование аварии (Пла):**  $Пла = Пл + Пр$ , где

*Пл* – расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварий, руб.;

*Пр* – расходы на расследование аварий, руб.

3. **Определяют социально-экономические потери (Псэ)** как сумму затрат на компенсацию и мероприятия вследствие гибели персонала и третьих лиц (*Пгп* и *Пгтл* соответственно) и / или травмирования персонала и третьих лиц (*Птп* и *Пттл*):  $Псэ = Пгп + Пгтл + Птп + Пттл$

4. **Определяют косвенный ущерб (Пнв)** вследствие аварии, как часть доходов, недополученных предприятием в результате простоя (*Пнп*), зарплату и условно-постоянные расходы предприятия, за время простоя (*Пзп*) и убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пени и пр. (*Пш*), а также убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли):

$$Пнв = Пзп + Пнп + Пш + Пнптл$$

5. **Определяют экологический ущерб (Пэкол)** как сумму ущербов от различных видов вредного воздействия на объекты окружающей природной среды:

$$Пэкол = Эа + Эв + Эп + Эб + Эо, \text{ где}$$

*Эа* – ущерб от загрязнения атмосферы, руб.;

*Эв* – ущерб от загрязнения водных ресурсов, руб.;

*Эп* – ущерб от загрязнения почвы, руб.;

*Эб* – ущерб, связанный с уничтожением биологических (в т.ч. лесных массивов) ресурсов, руб.;

*Эо* – ущерб от засорения (повреждения) территории обломками (осколками) зданий, сооружений, оборудования и т.д., руб.

## 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: Высш. 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.

### **Задание 1 на выполнение контрольной работы по разделу БЖД ЧС «Оценка устойчивости работы промышленного объекта в чрезвычайных ситуациях»**

**Задание 1** Определить поражающую дозу облучения и утрату трудоспособности персоналом при выполнении неотложных производственных заданий на четырех промышленных объектах за 7, 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

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

( $K_{осл} = 1$ ). Результаты оценочного расчета представить в таблице.  
Сделать выводы.

Исходные данные для расчетов:

№ варианта	Температура воздуха 50/200, °С	Скорость ветра, м/с	Удаление объекта 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 • $K$ , суток			
				Промышленный объект № 1	Промышленный объект № 2	Промышленный объект № 3	Промышленный объект № 4
1.	$\frac{12^0}{14^0}$	5	(50,20,10,40) • $N$	<u>Зона А (УН)</u> (4 и 4) • $K$	<u>Зона Б (УВ)</u> (5 и 3) • $K$	<u>Зона В (Х)</u> (6 и 2) • $K$	<u>Зона А (Х)</u> (8 и 0) • $K$
2.	$\frac{12^0}{10^0}$	10	(30,50,70,10) • $N$	<u>Зона Б (УВ)</u> (3 и 5) • $K$	<u>Зона А (УВ)</u> (2 и 6) • $K$	<u>Зона А (УН)</u> (4 и 2) • $K$	<u>Зона В (УВ)</u> (7 и 1) • $K$
3.	$\frac{12^0}{9^0}$	2	(20,30,60,70) • $N$	<u>Зона В (Х)</u> (6 и 2) • $K$	<u>Зона Б (УВ)</u> (7 и 1) • $K$	<u>Зона А (УН)</u> (2 и 6) • $K$	<u>Зона А (УВ)</u> (1 и 7) • $K$

4.	$\frac{12^0}{13^0}$	5	(60,20,40,70) • N	<u>Зона А (X)</u> (7 и 1) • К	<u>Зона В (Yн)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона Б (Yн)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона А (Yв)</u> (4 и 4) • К
5.	$\frac{16^0}{14^0}$	5	(50,75,15,30) • N	<u>Зона А (Yв)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (X)</u> (7 и 1) • К	<u>Зона В (X)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона Б (Yн)</u> (5 и 3) • К
6.	$\frac{18^0}{15^0}$	3	(40,60,75,15) • N	<u>Зона Б (Yв)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона А (Yн)</u> (2 и 6) • К	<u>Зона А (X)</u> (7 и 1) • К	<u>Зона В (Yв)</u> (6 и 2) • К
7.	$\frac{12^0}{11^0}$	2	(20,45,55,85) • N	<u>Зона В (Yв)</u> (8 и 0) • К	<u>Зона Б (Yв)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона А (Yн)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона А (X)</u> (4 и 4) • К
8.	$\frac{12^0}{13^0}$	6	(60,15,40,85) • N	<u>Зона А (X)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (Yв)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона Б (Yв)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона А (Yн)</u> (4 и 4) • К
9.	$\frac{15^0}{16^0}$	5	(50,70,20,40) • N	<u>Зона А (Yн)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона А (X)</u> (3 и 5) • К	<u>Зона В (Yв)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона Б (Yв)</u> (7 и 1) • К

10	$\frac{12^0}{13^0}$	2	(30,70,80,10) • <i>N</i>	<u>Зона Б (УВ)</u> (5 и 3) • <i>K</i>	<u>Зона А (УН)</u> (4 и 4) • <i>K</i>	<u>Зона А (Х)</u> (3 и 5) • <i>K</i>	<u>Зона В (УВ)</u> (8 и 0) • <i>K</i>
11	$\frac{12^0}{11^0}$	4	(20,40,65,80) • <i>N</i>	<u>Зона В (УВ)</u> (6 и 2) • <i>K</i>	<u>Зона Б (УВ)</u> (5 и 3) • <i>K</i>	<u>Зона А (УН)</u> (4 и 4) • <i>K</i>	<u>Зона А (Х)</u> (7 и 1) • <i>K</i>
12	$\frac{12^0}{9^0}$	7	(70,15,25,75) • <i>N</i>	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4) • <i>K</i>	<u>Зона В (УВ)</u> (6 и 2) • <i>K</i>	<u>Зона Б (УВ)</u> (5 и 3) • <i>K</i>	<u>Зона А (УН)</u> (2 и 4) • <i>K</i>
13	$\frac{13^0}{14^0}$	10	(60,80,10,25) • <i>N</i>	<u>Зона А (УН)</u> (4 и 4) • <i>K</i>	<u>Зона А (Х)</u> (6 и 2) • <i>K</i>	<u>Зона В (Х)</u> (8 и 0) • <i>K</i>	<u>Зона Б (УВ)</u> (7 и 1) • <i>K</i>
14	$\frac{12^0}{15^0}$	5	(40,60,75,15) • <i>N</i>	<u>Зона Б (УВ)</u> (5 и 3) • <i>K</i>	<u>Зона А (УН)</u> (4 и 4) • <i>K</i>	<u>Зона А (Х)</u> (6 и 2) • <i>K</i>	<u>Зона В (УВ)</u> (7 и 1) • <i>K</i>
15	$\frac{10^0}{14^0}$	3	(10,30,70,80) • <i>N</i>	<u>Зона В (УВ)</u> (6 и 2) • <i>K</i>	<u>Зона Б (УВ)</u> (5 и 3) • <i>K</i>	<u>Зона А (УН)</u> (4 и 4) • <i>K</i>	<u>Зона А (Х)</u> (3 и 5) • <i>K</i>



16	$\frac{12^0}{13^0}$	10	$(90,10,20,50) \cdot N$	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (УВ)</u> (3 и 5) • К	<u>Зона Б (УВ)</u> (7 и 1) • К	<u>Зона А (УН)</u> (6 и 2) • К
17	$\frac{15^0}{14^0}$	12	$(70,90,10,30) \cdot N$	<u>Зона А (УН)</u> (2 и 6) • К	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (УВ)</u> (7 и 1) • К	<u>Зона Б (УВ)</u> (2 и 6) • К
18	$\frac{10^0}{11^0}$	5	$(35,50,60,15) \cdot N$	<u>Зона Б (УВ)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (УН)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона А (Х)</u> (2 и 6) • К	<u>Зона В (УВ)</u> (5 и 3) • К
19	$\frac{12^0}{13^0}$	8	$(10,40,65,80) \cdot N$	<u>Зона В (УВ)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона Б (УН)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (УН)</u> (1 и 7) • К	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4) • К
20	$\frac{14^0}{14^0}$	10	$(80,30,40,65) \cdot N$	<u>Зона А (Х)</u> (1 и 7) • К	<u>Зона В (УВ)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона Б (УВ)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (УН)</u> (4 и 4) • К
21	$\frac{12^0}{13^0}$	2	$(70,80,20,40) \cdot N$	<u>Зона А (УН)</u> (1 и 7) • К	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (УВ)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона Б (УН)</u> (6 и 2) • К
22	$\frac{12^0}{11^0}$	10	$(40,70,85,10) \cdot N$	<u>Зона Б (УВ)</u> (7 и 1) • К	<u>Зона А (УН)</u> (2 и 6) • К	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (УВ)</u> (5 и 3) • К

23	$\frac{12^0}{10^0}$	5	(10,40,60,70) • N	<u>Зона В (УН)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона Б (УВ)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (УН)</u> (1 и 7) • К	<u>Зона А (У)</u> (4 и 4) • К
24	$\frac{11^0}{10^0}$	3	(75,10,30,60) • N	<u>Зона А (У)</u> (2 и 6) • К	<u>Зона В (УВ)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона Б (УВ)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (УН)</u> (7 и 1) • К
25	$\frac{13^0}{14^0}$	2	(65,80,10,20) • N	<u>Зона А (УН)</u> (1 и 7) • К	<u>Зона А (У)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (УВ)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона Б (УН)</u> (6 и 2) • К
26	$\frac{10^0}{10^0}$	5	(40,50,70,10) • N	<u>Зона Б (УН)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (УН)</u> (1 и 7) • К	<u>Зона А (У)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (УВ)</u> (5 и 3) • К
27	$\frac{9,5}{10^0}$	10	(10,35,60,75) • N	<u>Зона В (УВ)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона Б (УН)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (УН)</u> (1 и 7) • К	<u>Зона А (У)</u> (4 и 4) • К
28	$\frac{12^0}{11^0}$	5	(90,10,40,65) • N	<u>Зона А (У)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (УН)</u> (7 и 1) • К	<u>Зона Б (УВ)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (УН)</u> (3 и 5) • К
29	$\frac{8,5}{10^0}$	3	(70,75,15,30) • N	<u>Зона А (УН)</u> (1 и 7) • К	<u>Зона А (У)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (УВ)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона Б (УН)</u> (6 и 2) • К

30	$\frac{9,5}{10^0}$	2	$(20,65,80,10) \cdot N$	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7) • К	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3) • К
31	$\frac{11^0}{10^0}$	10	$(10,30,65,75) \cdot N$	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7) • К	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4) • К
32	$\frac{9,5}{10^0}$	12	$(70,20,40,65) \cdot N$	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона Б (Ун)</u> (4 и 2) • К	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7) • К

Примечание: Ув – нахождение объекта на внутренней границе зоны загрязнения;

Ун – нахождение объекта на внешней границе зоны загрязнения;

Х – нахождение объекта в середине зоны загрязнения;

К – принимает значение 1, ..., 60 (число суток 5, 15, 30, 60 или указывает преподаватель)

N – принимает значение 1, 2, 3 (произвольно) или указывает преподаватель.

*Номер варианта определяется порядковым номером в списочном составе студентов группы деканата.*

**Задание 2 на выполнение контрольной работы по разделу БЖД ЧС «Оценка устойчивости работы промышленного объекта в чрезвычайных ситуациях»**

**Задание 2.** 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

№ 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.	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
3.	12	10	2 • К	(30/5) • К	25	2 • К	4 • К	2 • К	5 • К
4.	12	12	3 • К	(10/2) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	0 • К
5.	14	16	5 • К	(20/6) • К	100	0 • К	2 • К	3 • К	1 • К
6.	18	20	4 • К	(25/4) • К	75	0 • К	2 • К	4 • К	3 • К
7.	8	12	2 • К	(30/3) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	2 • К
8.	14	8	3 • К	(35/4) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	4 • К
9.	6	8	5 • К	(5/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	2 • К
10.	9	13	1 • К	(10/2) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
11.	11	12	4 • К	(20/2) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
12.	15	12	2 • К	(15/1) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
13.	16	16,5	3 • К	(25/4) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

14.	8	7,5	5 • К	(30/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
15.	12	12	3 • К	(35/5) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
16.	14	12	4 • К	(40/3) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
17.	12	10,5	2 • К	(45/4) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
18.	11	10	5 • К	(20/2) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
19.	12	14	4 • К	(5/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
20.	16	10	3 • К	(15/5) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
21.	15	11	2 • К	(30/2) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
22.	13	13,5	1 • К	(40/4) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
23.	16	14	4 • К	(25/3) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
24.	17	18	3 • К	(35/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
25.	15	14,5	2 • К	(40/4) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
26.	10	9,5	5 • К	(10/3) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
27.	12	12	1 • К	(5/2) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
28.	17	15	4 • К	(15/2) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
29.	12	9	3 • К	(10/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
30.	13	11	2 • К	(20/5) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
31.	11	10,8	1 • К	(30/2) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
32.	12	12,7	2 • К	(10/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К

Примечание: *К* – принимает значение 1,...,5 (указывает руководитель или выбрать самостоятельно).

*Номер варианта определяется порядковым номером в спи-*

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

сочном составе студентов группы деканата.

**Задание 3 на выполнение контрольной работы по разделу БЖД ЧС «Оценка устойчивости работы промышленного объекта в чрезвычайных ситуациях»**

**Задание 3.** 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:

№ 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.	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

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

7.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	5 • К	6 • К	7 • К	8 • К
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

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

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
32.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	6 • К	8 • К	7 • К	9 • К

Примечание: К – принимает значение 1, ..., 5

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

3-й цех – сварочный; 4-й цех – механо-сборочный.

*Номер варианта определяется порядковым номером в списочном составе студентов группы деканата.*

**Задание 4.** 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 расчета:

№ варианта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	вещество	
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
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
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
22	10	120	22	нефть	возгорание древесины через 5 минут
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
32	12	100	20	ацетон	Безопасное нахождение людей

Примечание:  $K$  – принимает значение 1,...,5 (указывает преподаватель или самостоятельно).

*Номер варианта определяется порядковым номером в списочном составе студентов группы деканата.*

**(Пример оформления)**

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

Под чрезвычайной ситуацией (ЧС) понимают обстановку, которая может сложиться на определённой территории (местности) в результате опасного природного явления (стихийного бедствия) или опасного техногенного происшествия (крупной производственной аварии), характеризующаяся действием одного или нескольких поражающих факторов.

Успех защиты людей от возможного поражения зависит от готовности сил Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), способности объектов и территориальных аварийно-спасательных формирований быстро организовать и провести спасательные и другие неотложные работы, возобновить безопасность промышленного производства.

## 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 ( $K_{осл} = 1$ ).  $N=1$ ,  $K=5;15;30;60$ . Результаты оценочного расчета представить в таблице. Сделать выводы.

Исходные данные для расчетов

№ варианта	та	тура воз- духа	Скорость ветра, м/с	Удаление объекта от АЭС по оси $X$ , км (соот-	Местонахождение объекта в зоне радиоактивного загрязнения / продолжительность работ в произ- водственном здании и на открытой местности (территории объекта), час • $K$ , суток

			ветствен- но: №1, №2, №3, №4)	Промыш- ленный объект № 1	Промыш- ленный объект № 2	Промыш- ленный объект № 3	Про- мыш- лен- ный объект № 4
20	$\frac{14^0}{14^0}$	10	(80,30,40,65) • N	<u>Зона А (X)</u> (1 и 7) • K	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3) • K	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2) • K	<u>Зона А</u> (Ун) (4 и 4) • K

### 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

$$\frac{t_{50} - t_{200}}{v_1^2}$$
, где  $t_{50} - t_{200} = \Delta t$  – температурный градиент (при этом учитывается знак температурного градиента); (14-14) /10<sup>2</sup> = 0- СВУВ (изотермия)

Если СВУВ > 0,1 то конвекция.

Если  $-0,1 \leq \text{СВУВ} \leq 0,1$  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 2,  $t_{н.з}$ . Скорость ветра приводиться приближением к близкому табличному значению. **12 м/с** приближаем к **10 м/с** и обращаемся к таблице 2

$$t_{н.з \text{ об1}} = 2 \text{ ч } 00 \text{ мин,}$$

$$L_x \text{ об1} = 80$$

км,

Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

$t_{н.з\ обз} = 48 \text{ мин,}$	$L_{х\ обз} = 30$
	км,
$t_{н.з\ обз} = 1 \text{ ч } 00 \text{ мин,}$	$L_{х\ обз} = 40$
	км,
$t_{н.з\ обз} = 1 \text{ ч } 45 \text{ мин,}$	$L_{х\ обз} = 65$
	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 неделя, то выберем условие  $t_{нач. обл.} = t_{нз}$ .

Определяется для соответствующей зоны РЗМ по одной из таблиц 3 табличное значение дозы облучения при условии открытого расположения людей с учетом коэффициента зоны ( $K_{зоны}$ ) —  $D^T_{зоны}$ , ( $K_{зоны} = 1$  при расположении объекта на оси  $X$ ). 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

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

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

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

5 суток это 5 рабочих дней, тогда

Объект №1

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

$$K_{заш} = \frac{5 \cdot 254}{5 \cdot \left( \frac{1}{8} + \frac{7}{1} + \frac{2}{1} + \frac{14}{12} \right)} = 2,33$$

Объект № 2

$$K_{заш} = \frac{5 \cdot 254}{5 \cdot \left( \frac{5}{8} + \frac{3}{1} + \frac{2}{1} + \frac{14}{12} \right)} = 3,5$$

Объект № 3

$$K_{заш} = \frac{5 \cdot 254}{5 \cdot \left( \frac{6}{8} + \frac{2}{1} + \frac{2}{1} + \frac{14}{12} \right)} = 4,05$$

Объект № 4

$$K_{заш} = \frac{5 \cdot 254}{5 \cdot \left( \frac{4}{8} + \frac{4}{1} + \frac{2}{1} + \frac{14}{12} \right)} = 3,13$$

15 суток это 11 рабочих дней и 2 выходных, тогда

$$\text{Об.№1} \quad K_{заш} = \frac{15 \cdot 254}{11 \cdot \left( \frac{1}{8} + \frac{7}{1} + \frac{2}{1} + \frac{14}{12} \right) + \left( \frac{2}{1} + \frac{22}{12} \right)} = 2,8$$

$$\text{Об.№2} \quad K_{заш} = \frac{15 \cdot 254}{11 \cdot \left( \frac{5}{8} + \frac{3}{1} + \frac{2}{1} + \frac{14}{12} \right) + 4 \cdot \left( \frac{2}{1} + \frac{22}{12} \right)} = 4$$

$$\text{Об.№3} \quad K_{заш} = \frac{15 \cdot 254}{11 \cdot \left( \frac{6}{8} + \frac{2}{1} + \frac{2}{1} + \frac{14}{12} \right) + 4 \cdot \left( \frac{2}{1} + \frac{22}{12} \right)} = 4,47$$

$$\text{Об.№4} \quad K_{заш} = \frac{15 \cdot 254}{11 \cdot \left( \frac{4}{8} + 4 + \frac{2}{1} + \frac{14}{12} \right) + 4 \cdot \left( \frac{2}{1} + \frac{22}{12} \right)} = 3,61$$

30 суток это 22 рабочих дня и 4 выходных, тогда

Об.№1  $K_{заш} = 2,8$

Об.№2  $K_{заш} = 4$



## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

 Об.№3  $K_{защ}=4,47$ 

 Об.№4  $K_{защ}=3,61$ 

60 суток это 44 рабочих дня 16 выходных, тогда

 Об.№1  $K_{защ}=2,8$ 

 Об.№2  $K_{защ}=4$ 

 Об.№3  $K_{защ}=4,47$ 

 Об.№4  $K_{защ}=3,61$ 

Вычисляется доза облучения, которую получают за заданные периоды работы на промышленном объекте в соответствующей зоне РЗМ по формулам:

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

при расположении объекта на внутренней границе зоны, т.е. для промышленного объекта №2,

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

при расположении объекта на внешней границе зоны, т.е. для промышленных объектов №3 и №4.

Для промышленного объекта №1 используется любая формула при  $K_{зоны} = 1$ . Проведем расчет доз облучения.

За 5 суток

$$D_{раб.об1} = \frac{16 \text{ рад} \cdot 1}{2,33} = 6,9 \text{ рад;}$$

$$D_{раб.об2} = \frac{285 \text{ рад} \cdot 1,8}{3,5}$$

= 146,57 рад;

$$D_{раб.об3} = \frac{90,1 \text{ рад} \cdot 1}{4,05 \cdot 1,7} = 13,08 \text{ рад;}$$

$D_{раб.об4}$

$$= \frac{16,1 \text{ рад}}{3,13 \cdot 3,2} = 4,6 \text{ рад.}$$

За 15 суток:

$$D_{раб.об1} = 10,97 \text{ рад;}$$

$$D_{раб.об2} = 248,85 \text{ рад;}$$

$$D_{раб.об3} = 22,89 \text{ рад;}$$

$$D_{раб.об4} = 2,72 \text{ рад.}$$

За 30 суток:

$$D_{раб.об1} = 16,67 \text{ рад;}$$

$$D_{раб.об2} = 366,75 \text{ рад;}$$

$$D_{раб.об3} = 33,82 \text{ рад;}$$

$$D_{раб.об4} = 4,04 \text{ рад.}$$

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

За 60 суток:

$$D_{\text{раб.об1}} = 24,07 \text{ рад};$$

$$D_{\text{раб.об3}} = 48,82 \text{ рад};$$

$$D_{\text{раб.об2}} = 528,3 \text{ рад};$$

$$D_{\text{раб.об4}} = 5,83 \text{ рад}.$$

Для каждого промышленного объекта определим вероятность утраты трудоспособности персоналом объекта ( $P$ , %) 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. 4).

На промышленном объекте №1 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5суток 6,9 рад; за 15 суток 10,97 рад; за 30 суток 16,67 рад; за 60 суток 24,07 рад, при таких полученных дозах облучения утрата трудоспособности не прогнозируется, вероятность заболевания лучевой болезнью крайне низка.

На промышленном объекте №2 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5суток 146,57 рад; за 15 суток 248,85 рад; за 30 суток 366,75 рад; за 60 суток 528,3 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 №3 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5суток 13,08 рад; за 15 суток 28,29 рад; за 30 суток 33,82 рад; за 60 суток 48,82 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 1,6 рад; за 15 суток 2,72 рад; за 30 суток 4,04 рад; за 60 суток 5,82 рад, при таких полученных дозах облучения утрата трудоспособности не прогнозируется, вероятность заболевания лучевой болезнью крайне низка.

**Таблица 1 - Оценочные последствия радиационных поражений при выполнении производственных заданий**

<b>Прогнозируемые дозы облучения, рад / утрата трудоспособности, %</b>				
	5 суток	15 суток	30 суток	60 суток
Промышленный объект 1	6,9 рад/нет	10,97 рад/нет	16,67рад/не т	24,07 рад/нет
Промышленный объект 2	146,57рад/нет	248,85 рад/30	366,75 рад/50	528,3 рад/40
Промышленный объект 3	13,08 рад/нет	22,89рад/нет	33,82 рад/нет	48,82 рад/нет
Промышленный объект 4	1,6 рад/нет	2,72 рад/нет	4,04 рад/нет	5,82 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**

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:

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

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).

**Задание** 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 при  $k = 1$ .

Исходные данные для расчетов

№ аварии	Температура воздуха на высоте, <sup>0</sup> С		Скорость ветра, м/с	Количество людей в районе разлива / загрязнения		Тип и количество АХОВ (условия хранения – жидкость под давлением), т			
	50 см	200 см				Хлор	аммиак	оксид этилена	сероводород
32.	16	10	$3 \cdot K$	$(15/5) \cdot K$	100	$1 \cdot K$	$0 \cdot K$	$2 \cdot K$	$1 \cdot K$

**Решение:**

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

Все вещества хранились на складе сырья в металлических резервуарах в жидкой фазе под давлением, метеоусловия:  $T_n = T_v = 12^{\circ}\text{C}$ ; скорость ветра на высоте 10 метров,  $V_{10} = 2$  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

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

температурный градиент ( $t$ ), который делят на квадрат скорости ветра на высоте 1 м ( $v_1$ ) и получают термодинамический критерий

$$\frac{t_{50} - t_{200}}{v_1^2}, \text{ где } t_{50} - t_{200} = \Delta t - \text{температурный градиент (при этом учитывается знак температурного градиента);}$$

$$\frac{t_{50} - t_{200}}{v_1^2} = \frac{16 - 10}{3^2} = 0,1 \text{ СВУВ (конвекция).}$$

- 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:

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

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.

В результате эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха составит:

$$Q_{\text{э}} = 20 \cdot 1,67 \cdot 0,8 \cdot (0,052 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1,553} + 0 + 0,04 \cdot 0,27 \cdot 0,93 \cdot \frac{2}{0,882} + 0,042 \cdot 0,036 \cdot 1 \cdot \frac{1}{0,964}) = 0,154$$

- 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 :  
 $T = \frac{0,05 \cdot 1,553}{0,052 \cdot 1,67 \cdot 1} = 0,89 \sim 1 \text{ ч}$   
 аммиак:

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

$$T2 = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1,67 \cdot 1} = 0,82 \sim 1 \text{ ч}$$

окись этилена :

$$T3 = \frac{0,05 \cdot 0,882}{0,041 \cdot 1,67 \cdot 0,93} = 0,69 \sim 1 \text{ ч}$$

Сероводород:

$$T3 = \frac{0,05 \cdot 0,964}{0,042 \cdot 1,67 \cdot 1} = 0,69 \sim 1 \text{ ч}$$

4. По табл. 8 с использованием формул линейного интерполирования, вычисляем глубину зоны возможного загрязнения АХОВ:

$$\Gamma_x = \Gamma_M + \frac{\Gamma_B - \Gamma_M}{Q_B - Q_M} (Q_x - Q_M)$$

$$\Gamma_x = 0,59 + \frac{1,33 - 0,59}{0,5 - 0,1} (0,42 - 0,1) = 1,182$$

Общая глубина распространения зараженного воздуха составит –  $\Gamma = 1,182$  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. 9).

Для оперативных расчетов принимается, что структура поражений составит:

35 % – безвозвратные (смертельные) поражения;

40 % – санитарные поражения тяжелой и средней формы 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 10 чел., их обеспеченность противогАЗами 0%, в зоне загрязнения людей нет.

$$N_{\text{пор}} = N_{\text{раб}} \cdot K_{\text{пор}} = 15 \text{ чел.} \cdot 1 = 15 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{см}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{см}} = 15 \text{ чел.} \cdot 0,35 = 5,25 = 5 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{т и ср}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{т и ср}} = 15 \text{ чел.} \cdot 0,4 = 6 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{легк}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{легк}} = 15 \text{ чел.} \cdot 0,25 = 3,75 = 4 \text{ чел.}$$

**Таблица 2 - Оценочные последствия химических поражений при выполнении производственных заданий**

Условия размещения персонала	Глубина распространения облака АХОВ, км	Продолжительность загрязнения или понижение токсичности, час	Количество и категория поражений, чел.		
			Легк.	Тяж. и сред.	Смерт.
В районе разлива	1,182	1	4	6	5
В зонах загрязнения			—	—	—

**Вывод:** ЧС сложившаяся на территории завода после химической аварии носит объектовый масштаб, но может быть и муниципальный, если глубина зоны распространения облака АХОВ выйдет за границу территории завода, количество пострадавших людей 15 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

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.

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

Определяют прогнозируемое поражение людей в про-

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

изводственных зданиях:

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

где

$n_i$  – количество работающих людей в здании;

$P_i$  – вероятность выживания людей:  $P_{полн.раз.} = 40\%$

$P_{сил.раз.} = 90\%$      $P_{ср.раз.} = 94\%$      $P_{сл..раз.} = 98\%$ .

**Задание 3.** 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,  $K=2$ .

Исходные данные для расчетов:

№ 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
20	4-й цех	3-й цех	1-й цех	2-й цех	5 • К	9 • К	10 • К	11 • К

**Решение:**

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

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

3-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.

2-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.



## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

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

Прогнозируется следующее количество пораженных:

1-й цех:  $N_{пор.} = 10 \cdot (1 - 98/100) = 10 \cdot (1 - 0,98) = 0,2 = 0$  человек.

2-й цех:  $N_{пор.} = 18 \cdot (1 - 94/100) = 18 \cdot (1 - 0,94) = 1,08 = 1$  человек.

3-й цех:  $N_{пор.} = 20 \cdot (1 - 90/100) = 20 \cdot (1 - 0,90) = 2$  человека.

4-й цех:  $N_{пор.} = 22 \cdot (1 - 40/100) = 22 \cdot (1 - 0,40) = 13$  человек.

Общее количество пораженных 16 человек.

Прогнозируем структуру поражений:

60% – смертельные поражения.  $N_{смер.} = 16 \cdot 0,6 = 9,6 = 10$  человека.

40% – санитарные поражения.  $N_{сан.} = 16 \cdot 0,4 = 6,4 = 6$  человека.

Определим прогнозируемое количество людей, оказавшихся под завалом производственного здания

$N_{зав.} = N_{пол.р} + 0,3 N_{сил.р} = 22 + 0,3 \cdot 20 = 28$  человек.

Необходимо немедленно приступить к проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ, чтобы спасти 22 человека оказавшихся под завалом поврежденных производственных зданий, оказать им первую доврачебную помощь. Для этой цели привлечь объектовые аварийно-спасательные формирования.

Таблица 3 - 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	Санитарные	Смертельные	Под завалом	

	0	1	2	13	6	10	28
--	---	---	---	----	---	----	----

**Вывод.** Чрезвычайная ситуация, возникшая в результате аварийного взрыва на территории завода является по виду – техногенная, по масштабу – локальной, переходящая в муниципальную, так как под завалом может находиться до 22 человек, которых надо извлечь и оказать им первую доврачебную и врачебную помощь.

**Задание 4.** Определить протяженность зоны безопасного теплового воздействия при возгорании промышленного объекта на территории завода на объекты и вещества, находящиеся в зоне теплового воздействия.

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	
20	15	100	15	бензол	Возгорание ЛВЖ

**Решение:**

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

При горении деревянного здания

$$R = 0,282 \cdot R \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{соб}}}{q_{\text{кр}}}} = 0,282 \cdot \sqrt{\frac{2500}{35,0}} \cdot 0,8 \cdot 15 = 28,6$$

При горении резервуара с ацетоном

$$R = 0,282 \cdot R \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{соб}}}{q_{\text{кр}}}} = 0,282 \cdot \sqrt{(100 \cdot 15)} \cdot \sqrt{\frac{2500}{35,0}} = 92,3$$

**5. Калькуляция ущерба причиненного объекту при ЧС** (только для специальности «Экономика и менеджмент»)

Калькуляция полного ущерба от аварии на потенциально опасном объекте при аварии в общем виде выражается и рассчитывается по формуле:

тывается формулой:

$$Pa = Pпп + Пла + Псэ + Пнв + Пэкол + Пвтр,$$

где

$Pa$  – полный ущерб от аварий, руб.;

$Pпп$  – прямые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, руб.;

$Пла$  – затраты на локализацию / ликвидацию и расследование аварии, руб.;

$Псэ$  – социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей), руб.;

$Пнв$  – косвенный ущерб, руб.;

$Пэкол$  – экологический ущерб (урон, нанесенный объектам окружающей природной среды); руб.;

$Пвтр$  – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности.

**Отдельные составляющие рассчитываются в следующей последовательности**

1. **Определяют прямые потери ( $Pпп$ ) от аварий:  $Pпп = Поф + Птмц + Пим$ , где**

$Поф$  – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) основных фондов (производственных и непроизводственных), руб.;

$Птмц$  – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей (продукции, сырья и т.п.), руб.;

$Пим$  – потери в результате уничтожения (повреждения) имущества третьих лиц, руб.;

2. **Определяют затраты на локализацию / ликвидацию и расследование аварии ( $Пла$ ):  $Пла = Пл + Пр$ ,**

где

$Пл$  – расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварий, руб.;

$Пр$  – расходы на расследование аварий, руб.

3. **Определяют социально-экономические потери ( $Псэ$ ) как сумму затрат на компенсацию и мероприятия вследствие гибели персонала и третьих лиц ( $Пгп$  и  $Пгтл$  соответственно) и / или травмирования персонала и третьих лиц ( $Птп$  и  $Пттл$ ):  $Псэ = Пгп + Пгтл + Птп + Пттл$**

4. **Определяют косвенный ущерб ( $Пнв$ ) вследствие аварии, как часть доходов, недополученных предприя-**

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

тием в результате простоя (*Пнп*), зарплату и условно-постоянные расходы предприятия, за время простоя (*Пзп*) и убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пени и пр. (*Пш*), а также убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли):

$$Пнв = Пзп + Пнп + Пш + Пнптл$$

5. **Определяют экологический ущерб** (*Пэкол*) как сумму ущербов от различных видов вредного воздействия на объекты окружающей природной среды:

$$Пэкол = Эа + Эв + Эп + Эб + Эо, \text{ где}$$

*Эа* – ущерб от загрязнения атмосферы, руб.;

*Эв* – ущерб от загрязнения водных ресурсов, руб.;

*Эп* – ущерб от загрязнения почвы, руб.;

*Эб* – ущерб, связанный с уничтожением биологических (в т.ч. лесных массивов) ресурсов, руб.;

*Эо* – ущерб от засорения (повреждения) территории обломками (осколками) зданий, сооружений, оборудования и т.д., руб.

### 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: Высш. 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.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОСТРАДАВШИХ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА»**

В компактной форме приводится информация, необходимая для оценки максимально возможного количества пострадавших в результате аварии на опасных объектах, не имеющих в своем составе сложных технических систем (автозаправочные станции, объекты хранения АХОВ и др.).

#### **1. Цель работы**

Выработать практические навыки по определению негативного воздействия максимально возможного количества пострадавших в результате аварии на опасных объектах, не имеющих в своем составе сложных технических систем (автозаправочные станции, объекты хранения аварийнохимически опасных веществ и др.)

#### **2. Теоретические положения**

(а) Под числом пострадавших, в соответствии с Постановлением правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 года № 2640, понимается количество людей, погибших или получивших в результате чрезвычайной ситуации ущерб здоровью.

(б) Под последствиями аварии понимается количество пострадавших из числа проживающих или работающих на территории, прилегающей к объекту, на котором осуществляется деятельность с использованием пожаровзрывоопасных и аварийно химически опасных веществ или транспортировка указанных веществ трубопроводным транспортом.

(в) В Рекомендациях учитываются последствия, обусловленные:

- пожарами,
- взрывами,
- выбросами токсических веществ за пределы опасных объектов.

(г) В Рекомендациях не учитываются последствия:

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

- для здоровья персонала объектов;
- для окружающей природной среды.

(д) Оценки количества пострадавших, полученные при использовании Рекомендаций, могут служить основанием для проведения более детального количественного анализа, если принятие конкретных решений требует этого.

### **Процедура определения Количества Пострадавших**

#### **1-й шаг: идентификация кода опасного объекта**

На первом этапе оценки количества пострадавших необходимо идентифицировать объект по виду опасного вещества и форме его использования (хранение, производство, переработка). Для этого по таблице 1 (стационарные объекты) или таблице 2 (объекты трубопроводного транспорта) следует определить необходимый для дальнейших оценок цифровой код, соответствующий конкретному опасному веществу и форме его использования или транспортировки.

#### **2-й шаг: определение класса воздействия опасного объекта**

На втором этапе оценки количества пострадавших по цифровому коду, идентифицирующему объект, и объему (массе) опасного вещества, находящегося на этом объекте, по таблице 3 (стационарные объекты) или коду и максимальному размеру диаметра трубопровода по таблице 4 (объекты трубопроводного транспорта) определяется класс воздействия опасного объекта.

#### **3-й шаг: определение параметров зоны поражения**

На третьем этапе оценки количества пострадавших определяются параметры зоны поражения (Рис. 1), состоящей из

- **области безвозвратных потерь** (считается, что в результате чрезвычайной ситуации все оказавшиеся в этой области люди должны погибнуть, при этом предполагается, что за ее пределами гибели людей не происходит),
- **области санитарных потерь** (считается, что в результате чрезвычайной ситуации здоровью всех людей, оказавшихся в этой области, будет причинен, в той или иной мере, ущерб, при этом предполагается, что нанесение ущерба здоровью людей за ее пределами не происходит).

#### **4-й шаг: определение числа людей, попавших в зону поражения**

На четвертом этапе оценки количества пострадавших определяется число людей, попавших в результате чрезвычайной ситуации в области безвозвратных (***N<sub>без</sub>***) и санитарных (***N<sub>сан</sub>***) по-

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

терь. Это можно сделать, умножив площади областей безвозвратных и/или санитарных потерь ( $S_{без}$ ,  $S_{сан}$ ) на соответствующие доли этих площадей ( $K_{без}$ ,  $K_{сан}$ ), попадающие в зоны постоянного пребывания людей, и на плотность распределения людей ( $c$ ):

$$N_{без} = c \cdot K_{без} \cdot S_{без};$$

$$N_{сан} = c \cdot K_{сан} \cdot S_{сан}.$$

Указанные доли площадей ( $K_{без}$ ,  $K_{сан}$ ) и/или сами площади ( $K_{без} \cdot S_{без}$ ,  $K_{сан} \cdot S_{сан}$ ) могут оцениваться приближенно, используя геоинформационные технологии, или вычисляются с помощью традиционных методов планиметрии при нанесении на карту шаблонов (Рис. 2, Рис. 3(б), Рис. 4(б)), выполненных в соответствующем масштабе.

Плотность распределения людей  $c$ , если она не известна и нет возможности ее определить, может быть взята из таблицы 7.

### 5-й шаг: определение количества пострадавших

Количество пострадавших - число безвозвратных ( $N_{без}^+$ ) и санитарных ( $N_{сан}^+$ ) потерь - может быть определено путем умножения числа людей, попавших в результате чрезвычайной ситуации в области безвозвратных и санитарных потерь, на поправочный коэффициент смягчения последствий аварий  $f_m$ :

$$N_{без}^+ = f_m \cdot N_{без};$$

$$N_{сан}^+ = f_m \cdot N_{сан}.$$

Корректировка оценки возможного количества пострадавших на возможные действия по уменьшению последствий необходима, так как из-за:

- возможности принятия мер по спасению людей до начала действия поражающего фактора аварии;
- наличия индивидуальных средств защиты и укрытий и т.п.

позволяет в ряде случаев значительно снизить количество пострадавших. Значения поправочного коэффициента  $f_m$  определяются на основе цифрового кода вещества по данным таблицы 8.

## 3. Примеры оценки количества потерпевших

### 3.1. Пример 1

#### Исходные данные.

- На объекте «О» хранится 5 000 тонн хлора, сжиженного дав-

лением.

- Объект находится:
  - в 4,5 км к западу от населенного пункта **А** (район фермерских хозяйств);
  - в 8,8 км к северу от населенного пункта **Б** (жилые районы города с застройкой повышенной этажности).

### Расчет количества потерпевших.

#### **шаг 1-й - идентификация кода объекта**

По таблице 1 определяем – объекту, на территории которого хранятся высокотоксичный газ хлор, сжиженный давлением, соответствует **цифровой код 20**.

#### **шаг 2-й - определение класса воздействия опасного объекта**

По таблице 3 определяем – **класс воздействия опасного объекта** с цифровым кодом 20 и 5 000 тонн вещества относится к категории **GIII**.

#### **шаг 3-й - определение параметров зоны поражения**

а) По таблице 5 (буквенная компонента класса воздействия опасного объекта **G**) определяем – максимальный линейный масштаб зоны поражения составляет **3 000 метров**.

б) По таблице 6 (цифровая компонента класса воздействия опасного объекта **III**) определяем:

- область безвозвратных потерь имеет размер  **$S_{без} = 122 га$**
- область санитарных потерь имеет размер  **$S_{сан} = 1\ 215 га$** .

#### **шаг 4-й - определение числа людей, попавших в зону поражения**

Накладываем шаблон для зоны поражения **III** –го типа (Рис. 4(б)), выполненный в соответствующем масштабе на карту прилегающих территорий (Рис. 5).

Из чего следует, что:

- территория населенных пунктов **А** и **Б** не попадает в зону безвозвратных потерь, то есть  **$K_{без} = 0$** ;
- в зону санитарных потерь может попасть 729га населенного пункта **А** ( **$K_{сан} \approx 0,5$** ) или 148,5 га населенного пункта **Б** ( **$K_{сан} \approx 0,5$** ).

В соответствии с данными таблицы 7:

- в зону санитарных потерь населенного пункта **А** ( **$c = 5$**  чел/га) может попасть

$$N_{сан} = 5 \text{ чел/га} \cdot 729 \text{ га} = 3\ 645 \text{ чел};$$

- в зону санитарных потерь населенного пункта **Б** ( **$c = 80$**  чел/га) может попасть



$$N_{сан} = 80 \text{ чел/га} \cdot 148,5 \text{ га} = 11\ 880 \text{ чел.}$$

Исходя из принципа выбора наименее худших последствий, для определения количества пострадавших выбираем вариант, при котором в зону санитарных потерь попадает населенный пункт **Б**.

#### **шаг 5-й - определение количества пострадавших**

По таблице 8 определяем – поправочный коэффициент смягчения последствий аварий  $f_m$  в рассматриваемом примере опасного объекта (цифровой код **20**) равняется 0,1. То есть количество пострадавших составляет:

$$N_{сан}^+ = 0,1 \cdot 11\ 880 \text{ чел} = 1\ 188 \text{ человек.}$$

#### **Исходные данные для индивидуального задания**

Вариант по № зачетки	Виды опасного вещества	Форма его использования	Масса опасного вещества, т	Описание территории
01,26, 51,76	Анилин	Хранение	200	Район фермерских хозяйств, хутора
02,27,52 ,77	Бутанол	производство	1000	Деревни, зона индивидуальной застройки
03,28,53 ,78	Этанол	Хранение	5000	Район фермерских хозяйств, хутора

04,29,54 ,79	Октан	производство	100	Жилые районы низкоэтажной застройки
05,30,55 ,80	Этилбензол	Хранение	7000	Деревни, зона индивидуальной застройки
06,3156, 81	Метилгликоль	производство	300	Усадьбы
07,32,57 ,82	Дихлорбензол	Хранение	15000	Жилые районы низкоэтажной застройки
08,33,58 ,83	Этилформиат	производство	70	Район фермер- ских хозяйств, хутора
09,34,59 ,84	Бензин	Хранение	300	Жилые районы с застройкой по- вышенной этаж- ности
10,35,60 ,85	Пентан	производство	1500	Усадьбы
11,36,61 ,86	Циклопентан	Хранение	700	Деревни, зона индивидуальной застройки

12,37,62 ,87	Метилформиат	производство	6000	Жилые районы низкоэтажной застройки
13,38,63 ,88	Раствор колло- дия	Хранение	600	Район фермер- ских хозяйств, хутора
14,39,64 ,89	Бутен	производство	7	Центральные части городов
15,40,65 ,90	Дифторэтан	Хранение	70	Деревни, зона индивидуальной застройки
16,41,66 ,91	Изобутилен	производство	400	Центральные части городов
17,42,67 ,92	Этан	Хранение	4	Район фермер- ских хозяйств, хутора
18,43,68 ,93	Аллилхлорид	производство	130	Жилые районы низкоэтажной застройки

19,44,69 ,94	Диметилгидра- зин	Хранение	8000	Деревни, зона индивидуальной застройки
20,45,70 ,95	Пентакарбонил железа	производство	4000	Усадьбы
21,46,71 ,96	Этантиол	Хранение	8000	Центральные части городов
22,47,72 ,97	Диоксид азота	производство	400	Район фермер- ских хозяйств, хутора
23,48,73 ,98	Метилизоциа- нат	Хранение	870	Центральные части городов
24,49,74 ,99	Пентафторид серы	производство	8	Жилые районы с застройкой по- вышенной этаж- ности
25,50,75 ,00	Тетрабути- ламин	Храниением	400	Усадьбы

**Таблица 1** Перечень опасных веществ, видов дея-  
тельности и их цифровые коды для стационарных объек-

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

**ТОВ.**

Тип вещества	Свойства	Вещества (примеры)		Форма использования	Код
Взрывчатые вещества, в том числе взрывоопасные пыли		Боеприпасы	Органические	Хранение навалом	1
		Взрывоопасные пыли	пероксиды (тип В)		
		Нитрат аммония	Тринитротолуол	Хранение на стеллажах	2
Горючие жидкости	Давление насыщенных паров при 20°C менее 0,3 бар	Аллиловый спирт	Метанол	Хранение в заглубленных резервуарах	3
		Анилин	Метилацетат		
		Ацеталь	Метилбутилкетон		
		Ацетальдегид	Метилвинилкетон		
		Ацетон	Метилгликоль		
		Ацетонитрил	Метилгликольоляцетат		
		Бензальдегид	Метилизобутилкетон		
		Бензилхлорид	Метилметакрилат		
		Бензол	Метилпропионат	Другие формы хранения, производство, переработка	4
		Бутадион	Метилциклогексан		
		Бутанол	Нафталин		
		Бутанон	Нефть		
		Бутилдигликоль	Нитробензол		
		Бутилформиат	Октан		
		Бутилхлорид	Пиперидин		
		Винилацетат			
Гексан					
Гептан					
Дизельное топливо					
Диметилкарбонат					
Диметилформамид					

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Тип вещества	Свойства	Вещества (примеры)		Форма использования	Код
		Диметилциклогексан	Пиридин		
		Диоксан	Пропилацетат		
		Дихлорбензол	Стирол		
		Дихлорбутан	Толуол		
		Дихлорпропан	Топливное масло		
		Дихлорпропен	Триоксан		
		Диэтиламин	Триэтиламин		
		Диэтилкарбонат	Фенол		
		Диэтилкетон	Фурилкарбинол		
		Изоамиловый спирт	Фурфурол		
		Изобутанол	Циклогексен		
		Изобутилацетат	Этанол		
		Изопропанол	Этаноламин		
		Изопропиловый эфир	Этилбензол		
			Этиленгликоль		
			Этиленхлоргидрин		
			Этилгликоляцетат		
			Этилкарбонат		
			Этилакрилат		

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Тип вещества	Свойства	Вещества (примеры)	Форма использования	Код
		Этилсиликат Этилформиат Ксилен		
	Давление насыщенных паров при 20°C более 0,3 бар	Бензин (газолин) Дисульфид углерода Диэтиловый эфир Изопропен Изопропиловый спирт Лигроин (керосин) Метилформиат	Пентан Природный газоконденсат Пропанол Пропиленоксид Раствор коллодия Циклопентан Этилбромид	5 6
		1,3 - бутадиен Бутан Бутен Винилметилвый эфир Винилфторид Винилхлорид Дифторэтан Диметилвый эфир Изобутан Изобутилен	Окись углерода (II) Пропадиен Пропан Пропилен СПГ Циклобутан Циклопропан Этан	7 8
Воспламеняющиеся газы	Сжиженные давлением		Хранение в наземных хранилищах Другие формы хранения, производств, переработка	

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Тип вещества	Свойства	Вещества (примеры)		Форма использования	Код
		Метиловый эфир	Этиленоксид		
		Метилфторид	Этилфторид		
	Сжиженные охлаждением	Метан	Этилен	Хранение в заглубленных резервуарах	9
		Метилацетилен	(см. также 7-9)	Другие формы хранения, производств, переработка	10
	Под давлением	Природный газ			
		Ацетилен	СУГ	Баллоны и цистерны (25-100 кг)	11
		Бутан	Пропан		
		Водород			
Токсичные жидкости	Низкотоксичные	Аллиламин	Перхлорметилтиол	Хранение в заглубленных резервуарах	12
		Аллилбромид	Тетраметилсвинец		
		Аллилхлорид	Тетраэтилсвинец	Другие формы хранения, производство, переработка	13
		Ацетилхлорид	Тетраоксид осмия		
		Винилиденхлорид	Трихлорсилан		
		Диметилгидразин	Фенилкарбиламинхлорид		
		Диметилсульфат	Фосфора оксихлорид		
		Диметилсульфид	Фосфора трихлорид		
		Дихлордиэтиловый эфир			
		Изопропиламин			
		Метакролеин			
Метилгидразин					
Пентакарбонил					



## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Тип вещества	Свойства	Вещества (примеры)		Форма использования	Код
		железа	Хлорид серы		
		Перхлорметилмеркаптан	Хлоропикрин		
			Эпихлорогидрин		
			Этантиол		
			Этилизоцианат		
			Этилтрихлорсилан		
	Среднетоксичные		Пропиленмин	Хранение в заглубленных резервуарах	14
		Азотная кислота	Пропиленоксид		
		Акрилонитрил	Сульфид углерода	Другие формы хранения, производство, переработка	15
		Акролеин	Тетрахлорид олова		
		Бром	Формальдегид (р-р)		
		Диметилхлорсилан	Хлорацетальдегид		
		Изобутиламин	Хлорметиловый эфир		
		Метилдихлорсилан	Цианбромид		
		Метилйодид	Д		
		Метилтрихлорсилан	Этиленимин		
	Метилхлорформиат	Этилхлорформиат			
	Олеум				
		Плавиновая кислота			
	Высокотокс	Диоксид азота	Пентафтор	Хранение в заглубленных	16

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Тип вещества	Свойства	Вещества (примеры)		Форма использования	Код
	ичные	Карбонил никеля	ид серы	резервуарах	
		Метилизоцианат	Синильная кислота	Другие формы хранения, производств, переработка	17
		Пентаборан	Триоксид серы		
			Тетрабутилмин		
Токсичные газы (сжиженные давлением)	Низкотоксичные	Винилхлорид		Производство переработка, хранение в заглубленных резервуарах и других формах	18
		Окись этилена			
		Этилмин			
	Среднетоксичные	Аммиак	Тетрафторсилан	Производство переработка, хранение в заглубленных резервуарах и других формах	19
		Винилбромид	Триметиламин		
		Диметиламин	Трифторид азота		
		Диоксид серы	Трифторид бора		
		Метилбромид	Трифторид хлора		
		Окись углерода (II)	Фтор		
Перхлорилфторид		Фтороводород			
Силан					
Высокотоксичные	Арсин	Селеноводород	Производство переработка, хранение в заглубленных резервуарах и других	20	
	Борэтан	Сероводород			
	Бромоводород	од			
	Гексафторацетон	Статин			

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Тип вещества	Свойства	Вещества (примеры)	Форма использования	Код	
		Гексафторид селена Гексафторид теллура Диоксид хлора Дифторид кислорода Дихлорацетилен Карбонилфторид Карбонилхлорид (фосген) Кетен Метилхлорид Моноксид азота Нитрозилхлорид	Стибин Сульфурил фторид Сульфид карбонида Тетраоксид диазота Тетрафторид серы Трихлорид бора Формальдегид Фосфин Фтор Хлор Хлороводород Хлорциан	формах	
Токсичные газы (сжиженные охлаждением)	Низкотоксичные	См.18	См. 18-20	21	
	Среднетоксичные	См.19	См. 18-20	22	
	Высокотоксичные	См.19	См. 18-20	23	
Продукты крупнотоннажных химических производств		Пестициды	См. 18-20	24	
		Удобрения (азотосодержащие)	См. 18-20	25	
		Серная кислота	См. 18-20	26	
		Пластики (хлорсодержащие)	См. 18-20	27	

Таблица 2 Перечень опасных веществ и их цифровые коды для объектов трубопроводного транспорта

Тип вещества	Свойства	Вещества (примеры)	Код
Горючие жидкости	Давление насыщенных паров при 20°C менее 0,3 бар	Дизельное топливо, нефть	1*
	Давление насыщенных паров при 20°C более 0,3 бар	Бензин, керосин	2*
Воспламеняющиеся газы	Сжиженные давлением	Бутан, пропан	3*
	Под давлением	Водород Метан Этилен  Метилацетилен  Природный газ	4*
Токсичные газы	Среднетоксичные	См.19	5*
	Высокотоксичные	См.20	6*
	Высокотоксичные (под давлением более 25атм)	См.20	7*

Примечания:

- Для веществ, не указанных в перечне Таблицы 1, класс токсичности может быть определен по значению величины LC<sub>50</sub> (в ppm, крысы, 4 ч): если значение указанного параметра меньше 0,1, то вещество относится к классу высокотоксичных, от 0,1 до 10 – среднетоксичных, больше 10 – низкотоксичных.
- Если опасность на объекте может быть вызвана более чем одним веществом, причем независимо друг от друга, необходимо проанализировать все варианты по отдельности. Также следует учесть возможное образование в процессах, сопровождающих чрезвычайную ситуацию, продуктов, относящихся к классу опасных веществ.
- Если вещества действуют совместно и имеют один цифровой код, то они рассматриваются как одно эквивалентное

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

вещество.

- Если опасное вещество является и горючим (воспламеняющимся), и токсичным, необходимо последовательно оценить последствия чрезвычайной ситуации, обусловленной горением/взрывом и токсическим воздействием.

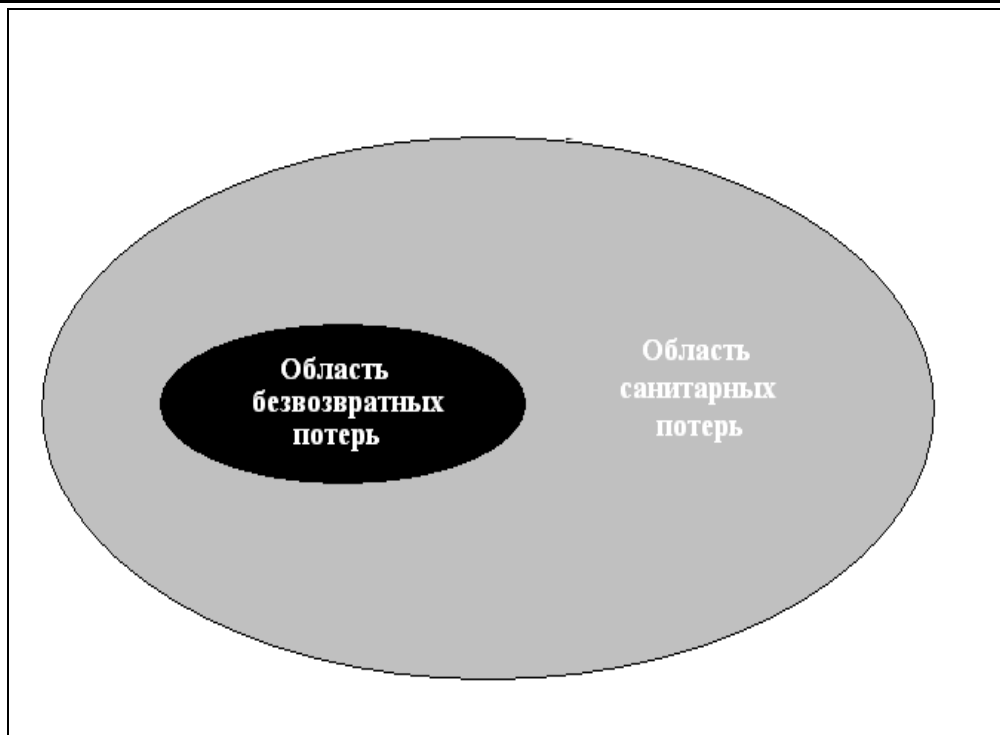
**Таблица 3 Определение класса воздействия стационарного объекта.**

Цифровой код	Количество вещества, т								
	до 1	1-5	5-10	10-50	50-200	200-1000	1000-5000	5000-10000	свыше 10000
1	A I	B I	B I	C I	C I	D I	—	—	—
2	B III	B III	C III	C I	C I	D I	—	—	—
3	—	—	—	—	—	A I	B I	B I	C I
4	—	—	—	A I	B I	C I	D II	—	—
5	—	—	—	—	—	B I	C II	C II	D II
6	—	—	—	B II	C II	D II	E II	—	—
7	—	A I	B I	C I	D I	E I	—	—	—
8	—	B II	C III	C III	D III	E III	—	—	—
9	—	—	—	—	—	B I	C II	C II	D II
10	—	—	—	B II	C II	D II	E II	—	—
11	—	—	C III	C II	C I	C I	—	—	—

Цифровой код	Количество вещества, т								
	до 1	1-5	5-10	10-50	50-200	200-1000	1000-5000	5000-10000	свыше 10000
12	—	—	—	—	—	A II	A II	B II	C III
13	—	—	—	A III	A II	B II	C II	C II	C II
14	—	—	—	A III	B III	D III	E III	F III	F III
15	—	B II	C III	D III	E III	F III	F III	—	—
16	—	—	A II	B III	C III	E III	F III	G III	G III
17	B II	C II	D III	E III	F III	F III	G III	—	—
18	A II	B II	B II	C III	C II	D III	D III	D III	E III
19	B II	C II	C II	D III	E III	F III	F III	G III	H III
20	C II	D III	E III	E III	F III	G III	G III	—	—
21	—	—	—	A II	A II	B II	B II	C II	D III
22	—	A II	B II	C II	D III	D III	E III	F III	G III
23	B II	C II	D III	E III	E III	F III	F III	G III	H III
24	—	—	—	B II	D III	E III	E III	—	—
25	—	A II	A II	C III	E III	F III	F III	—	—
26	—	—	A II	B II	C III	D III	D III	—	—
27	—	—	—	A II	C III	D III	D III	—	—

**Таблица 4 Определение класса воздействия объекта трубопроводного транспорта**

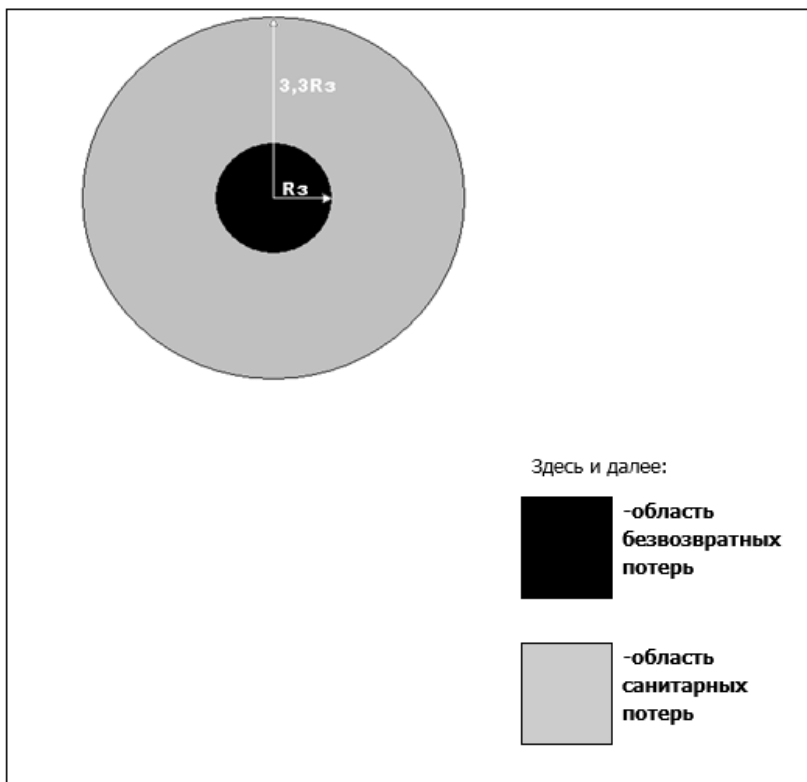
Цифро- войкод	Диаметр (максимальный) трубопровода, м						
	до 0,02	0,02- 0,04	0,04- 0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-1	свыше 1
1*	—	—	—	—	AI	AI	AI
2*	—	—	—	—	AI	B II	B II
3*	C I	C I	C I	D I	E I	E I	E I
4*	—	—	—	—	A I	A I	B I
5*	E III	E III	E III	F III	—	—	—
6*	F III	F III	F III	G III	—	—	—
7*	D III	E III	F III	—	—	—	—



**Рисунок 1 - Зона поражения****Таблица 5 Максимальный линейный масштаб зоны поражения,  $R_z$** 

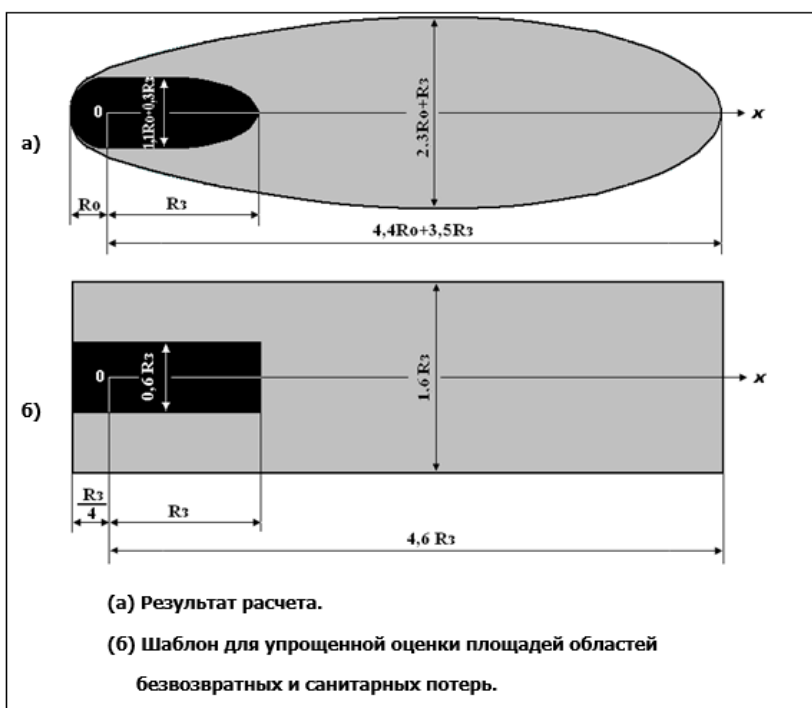
<b>Буквенная компонента</b>	<b><math>R_z</math>, м</b>
<b>A</b>	25
<b>B</b>	50
<b>C</b>	100
<b>D</b>	200
<b>E</b>	500
<b>F</b>	1000
<b>G</b>	3000
<b>H</b>	10 000





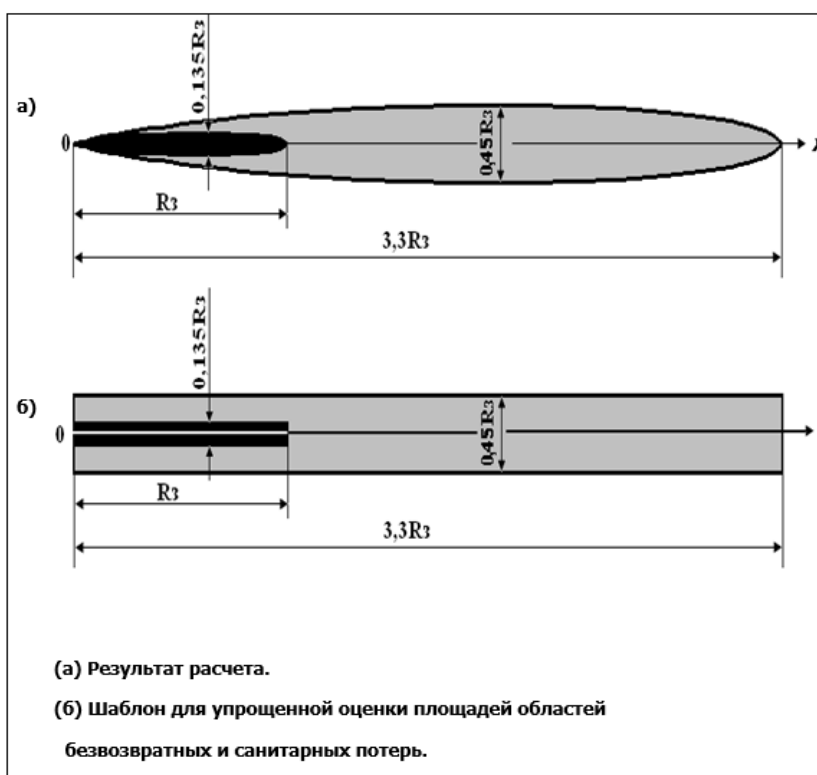
**Рисунок 2 - Зона поражения – тип I (круг) – характерна при взрывах**

Цифровая компонента кода класса воздействия опасного объекта определяет тип зон поражения, схематически изображенных на Рис. 2 – Рис. 4 (Приложение).



**Рисунок 3 – Зона поражения – тип II (широкая полоса) – характерна при горении облака воспламеняющегося газа и испарении больших проливов токсичных жидкостей**

(Направление оси  $Ox$  совпадает с направлением ветра)



**Рисунок 4 - Зона поражения - тип III (узкая полоса) – характерна при дрейфе облака токсичного газа (Направление оси  $Ox$  совпадает с направлением ветра)**

По коду класса воздействия из Таблицы 6 можно определить максимальные площади областей безвозвратных и санитарных потерь.

**Таблица 6 Максимальные площади областей безвозвратных ( $S_{без}$ ) и санитарных ( $S_{сан}$ ) потерь, га<sup>1</sup>.**

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

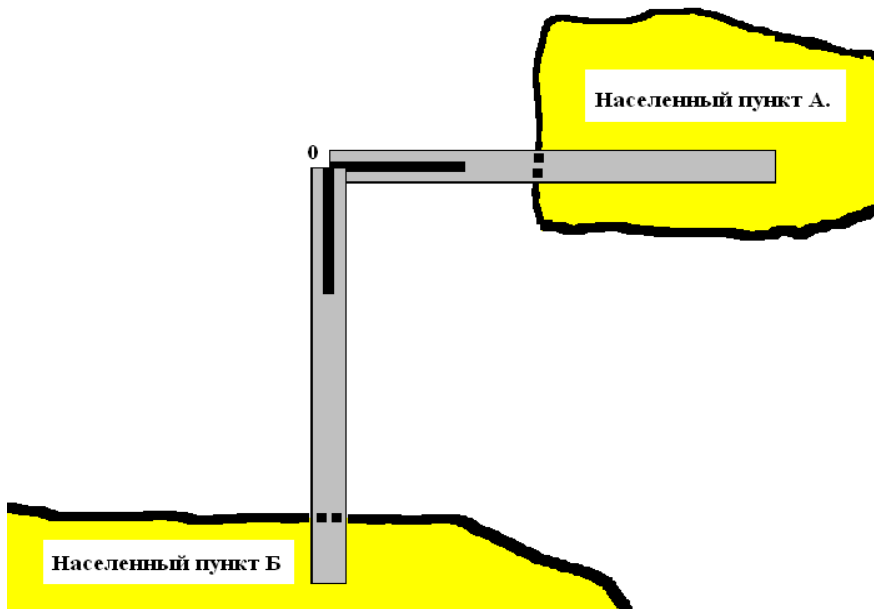
Цифровая компонента Буквенная кода компонента кода	I		II		III	
	$S_{без}$	$S_{сан}$	$S_{без}$	$S_{сан}$	$S_{без}$	$S_{сан}$
<b>A</b>	0,20	1,94	0,05	0,44	0,01	0,08
<b>B</b>	0,79	7,77	0,19	1,75	0,03	0,34
<b>C</b>	3,14	31,1	1,75	7,01	0,14	1,35
<b>D</b>	12,6	124	3,00	28,0	0,54	5,40
<b>E</b>	78,5	777	18,8	175	3,38	33,8
<b>F</b>	—	—	—	—	13,5	135
<b>G</b>	—	—	—	—	122	1215
<b>H</b>	—	—	—	—	1350	13500

**Таблица 7 Приближенная оценка плотности населения  $c$ , чел./га**

Описание территории	$c$
Район фермерских хозяйств, хутора	5
Усадьбы	10
Деревни, зона индивидуальной застройки	20
Жилые районы <u>низкоэтажной</u> застройки	40
Жилые районы с застройкой повышенной этажности	80
Центральные части городов (магазины, учреждения культуры и т.д.)	160

При определении числа людей, попавших в результате чрезвычайной ситуации в зону поражения, необходимо учитывать, что оценку количества пострадавших выполняют для наиболее неблагоприятных условий. Тяжесть последствий для зон поражения **II** и **III** типов зависит от направления ветра, в связи с чем, при оценке числа пострадавших следует направлять зону поражения (**II** и **III** типов) на наиболее заселенную часть территории, прилегающей к опасному объекту, как изображено на Рис. 5.

$$1\text{га} = 104 \text{ м}^2 = 10 \cdot 2 \text{ км}^2.$$



**Рисунок – 5 - Иллюстрация направления зоны поражения III типа на наиболее заселенную часть прилегающей к объекту «О» территории**

**Примечание:** В представленном примере территория с постоянным проживанием людей не попадает в область безвозвратных потерь. Выбор населенного пункта (А или Б) для определения числа людей, попавших в область санитарных потерь, зависит от плотности населения в этих пунктах. (Выбирается вариант с большим количеством людей, попавших в зону поражения - пример будет разобран в разделе 3.1).

**Таблица 8 Поправочный коэффициент смягчения последствий аварий  $f_m$**

Вещества	Цифровой код	Поправка $f_m$

Взрывчатые вещества	(1-2)	1
Горючие жидкости	(3-6), (1*-2*)	1
Воспламеняющиеся газы	(7-10), (3*-4*)	1
Воспламеняющиеся газы	(11)	0,1
Воспламеняющиеся газы	(12-17, 24-27)	0,05
Токсичные жидкости	(18-20, 23), (5*-7*)	0,1
Токсичные газы	(21-22)	0,05
Токсичные газы		

**Примечание:** Возможные меры по уменьшению последствий в большой степени зависят от типа аварии и вызвавшего ее вещества. Например, в случае взрыва, возможности по уменьшению последствий ограничены и, следовательно, поправку не применяют ( $f_m = 1$ ). Для баллонов с горючими газами (цифровой код - 11)  $f_m = 0,1$ , т.к. они взрываются последовательно, а не одновременно. Малые значения для токсичных веществ объясняются тем, что:

- при расчете зон поражения выбирались наиболее благоприятные условия для распространения газообразной примеси в атмосфере, вероятность осуществления которых не превышает 0,2;
- необходимо определенное время для того, чтобы человек получил соответствующую дозу;
- необходимо время для распространения вещества на большое расстояние;
- человек успевает отреагировать на опасность благодаря запаху опасного вещества и проч.

## 7. Литература

1. Методические рекомендации по определению количества пострадавших при чрезвычайных ситуациях техногенного характера. высш. учеб. заведений / Н.К. Домницкий.
2. Методические указания к выполнению лабораторной работы: Оценка разрушения зданий взрывами при техногенных авариях. Составители: канд. техн. наук О.В. Денисов,
3. Методические указания к выполнению лабораторной работы: АСР при взрыве парогазовоздушного облака в неограниченном пространстве. О.В. Денисов.
4. Гражданская защита. Энциклопедия / Под общ.ред. Шойгу С. К.; МЧС России. — Москва: Московская типография № 2, 2006. — Т. 1. — 568 с. — 3000 экз

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ»

### 1. Цель работы

Выработать практические навыки по определению длительности АСР при различных видах работ.

### 2. Теоретические положения

#### 1. Сущность и характеристики цикла АСР

АСР организуются в конкретном промежутке времени (периоде) и на конкретном месте (открытой местности, участке дороги, предприятии и т.д.).

АСР - совокупность основных и вспомогательных операций, образующих совместно с различными видами перерывов в работе цикл работ.

**Цикл АСР** - это упорядоченная совокупность всех процессов от начала до завершения.

**Структура АСР** - это состав и способ сочетания во времени всех процессов, осуществляемых в процессе ликвидации аварии.

**Длительность АСР** - это календарный период от момента начала до момента окончания работ.

В общем виде она определяется как сумма **неперекрывающихся** длительностей выполнения основных  $T_{осн}$  и вспомогательных  $T_{всп}$  операций и продолжительностей перерывов в процессе работ и в процессе отдыха между сменами

$$T_{ц} = T_{осн} + T_{всп} + T_{пр.р.} + T_{пр.пр.} \quad (1)$$

#### 1.1. Многооперационный цикл АСР и его виды.

**Длительность операционного цикла АСР** - это период времени от момента начала до момента окончания АСР на данной операции.

**Длительность многооперационного цикла АСР** - это период времени от момента начала до момента окончания АСР при данных операциях.

Существуют 3 вида АСР по операциям и три соответствующих им вида многооперационных циклов АСР: **последовательный, параллельный и параллельно-последовательный.**



### 1.1.1. Последовательный многооперационный цикл работ

**Последовательным** называется такой многооперационный цикл АСР, при котором каждая последующая операция цикла начинается только после полного окончания всей работы на предыдущей операции.

Структура такого цикла представляет собой последовательность неперекрывающихся во времени операционных циклов АСР на каждой операции (рис. 1). Если партия содержит  $n$  изделий, то длительность последовательного многооперационного цикла:

$$T_{noc} = n \sum_{i=1}^m t_i, \quad (2)$$

где  $t_i$  - время работы на  $i$ -й операции, мин;

$n$  - количество этапов АСР;

$m$  - количество операций на каждом этапе.

**Общая длительность последовательного цикла** пропорциональна размеру этапу и длительности одного этапа на всех операциях цикла определяется выражением

$$t_{обп} = \sum_{i=1}^m t_i \quad (3)$$

**Общее время перерывов** на всех операциях определяется как разность между общей длительностью цикла АСР и временем одного этапа работы, т.е

$$t_{np} = T_{noc} - t_{обп} = (n-1) \sum_{i=1}^m t_i \quad (4)$$

а **общее время перерывов в процессе АСР**, равно

$$T_{np} = n t_{np} = n(n-1) \sum_{i=1}^m t_i \quad (5)$$

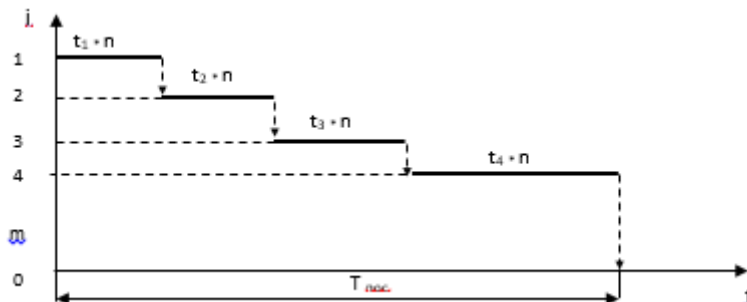


Рис. 1. Структура последовательного многооперационного цикла

Последовательный вид АСР по операциям целесообразно применять только в ЧС локального характера.

### 1.1.2. Параллельный многооперационный цикл АСР.

**Параллельным** называется такой многооперационный цикл АСР, при котором личный состав и спецтехника передается на последующую однотипную операцию сразу после окончания предыдущей операции без перерывов (рис. 2).

Структура такого цикла представляет собой упорядоченную совокупность операционных циклов, в максимальной степени перекрывающихся во времени на каждой паре смежных операций (см. рис. 2). При этом этапы количеством  $n$  разбивается на подэтапы размером  $p$ . В частном случае, когда спецтехника и личный состав передаются с операции на операцию подразделением,  $p = 1$ .

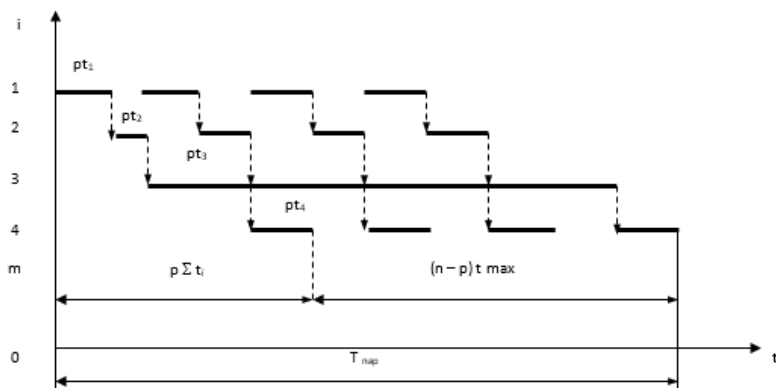


Рис. 2 Структура параллельного многооперационного цикла АСР

Для того чтобы по операциям любое подразделение двигалось без перерыва, необходимо найти операцию с максимальной длительностью  $t_{max}$ , называемую главной, определить время АСР  $pt_{max}$  и осуществлять на всех операциях работу с тактом  $\tau$ , равным этому времени, т.е.  $\tau = pt_{max}$ .

Как видно из рис. 2, длительность параллельного многооперационного цикла состоит из двух частей, первая из которых представляет собой сумму времени работы на всех операциях, а вторая равна времени АСР, за исключением этапа на главной операции

$$T_{нап} = p \sum_{i=1}^m t_i + (n-p)t_{max} \quad (6)$$

Эта длительность намного меньше длительности последовательного многооперационного цикла АСР.

При параллельном виде движения подразделений по операциям тоже могут быть перерывы, во-первых, до начала первой операции и после окончания последней операции и, во-вторых, внутри передаточной партии. При этом **общее время перерывов в ходе каждого этапа** определяется как разность между длительностью цикла и временем АСР на всех операциях:

$$t_{np} = T_{нап} - t_{обп} = (p-1) \sum_{i=1}^m t_i + (n-p)t_{max} \quad (7)$$

а **общее время всех перерывов** равно

$$T_{np} = nt_{np} = n(p-1) \sum_{i=1}^m t_i + n(n-p)t_{\max} \quad (8)$$

Существенным моментом параллельного многооперационного цикла является наличие перерывов в работе оборудования и личного состава на всех операциях, кроме **главной**. Число перерывов на  $i$ -й операции на единицу меньше числа этапов (см. рис. 2), а продолжительность каждого перерыва равна разности между тактом работ  $\mathbf{t}$  и продолжительностью АСР на этой операции:  $\mathbf{t} - \mathbf{pt}_i = \mathbf{p} (t_{\max} - t_i)$ . Время перерывов в работе на  $i$ -й операции равно произведению числа перерывов на длительность одного перерыва:

$$t_{nep} = (n/p - 1) p(t_{\max} - t_i) = (n - p) (t_{\max} - t_i), \quad (9)$$

а **общее время всех перерывов на всех операциях**

$$T_{nep} = (n - p) \sum_{i=1}^m (t_{\max} - t_i) \quad (10)$$

Применяется этот цикл главным образом в отработанных АСР, например, в процессе разборки завалов, так как здесь сравнительно легко синхронизировать операции между подразделениями.

### 1.1.3. Параллельно-последовательный многооперационный цикл АСР.

Стремление использовать достоинства параллельного и последовательного видов движения и одновременно избавиться от недостатков каждого из них привело к применению комбинированного параллельно-последовательного вида движения подразделений по операциям, при котором обеспечиваются непрерывная работа личного состава и оборудования на каждой операции и большая степень параллельности выполнения смежных операций.

**Параллельно-последовательным** называется такой многооперационный цикл АСР, при котором их обработка на каждой последующей операции начинается до окончания АСР на предыдущей с таким расчетом, чтобы одновременно обеспечить, во-первых, непрерывную работу оборудования и личного состава на последующей операции и, во-вторых, минимально возможную

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

при этом длительность цикла выполнения данной пары смежных операций.

В структуре этого цикла существуют два различных варианта сочетания операционных циклов на смежных операциях. Первый вариант соответствует случаю, когда время предыдущей операции меньше, чем последующей, т.е.  $t_1 < t_2$  (рис. 3,а), и каждая работа выполняется на первой операции быстрее, чем на второй. При этом минимальная длительность цикла АСР на данной паре смежных операций и непрерывная работа оборудования и личного состава на второй операции обеспечиваются в том единственном случае, если АСР на второй операции начинается сразу после окончания работ на первой операции. Следовательно, сопряжение операционных циклов этих двух смежных операций должно осуществляться в момент окончания АСР на первой операции. Время перекрытия, т.е. параллельного выполнения этих двух операционных циклов равно

$$t_n = (n - p) t_1 = (n - p) \min(t_1, t_2). \quad (11)$$

Второй вариант сочетания операционных циклов на смежных операциях соответствует случаю, когда время предыдущей операции больше, чем последующей, т.е.  $t_1 > t_2$  (рис. 3,б).

В этом случае вторая операция проходит быстрее, чем первая, и непрерывность работы оборудования и личного состава на второй операции может быть достигнута только при предварительном накоплении определенного ресурса на этой операции.

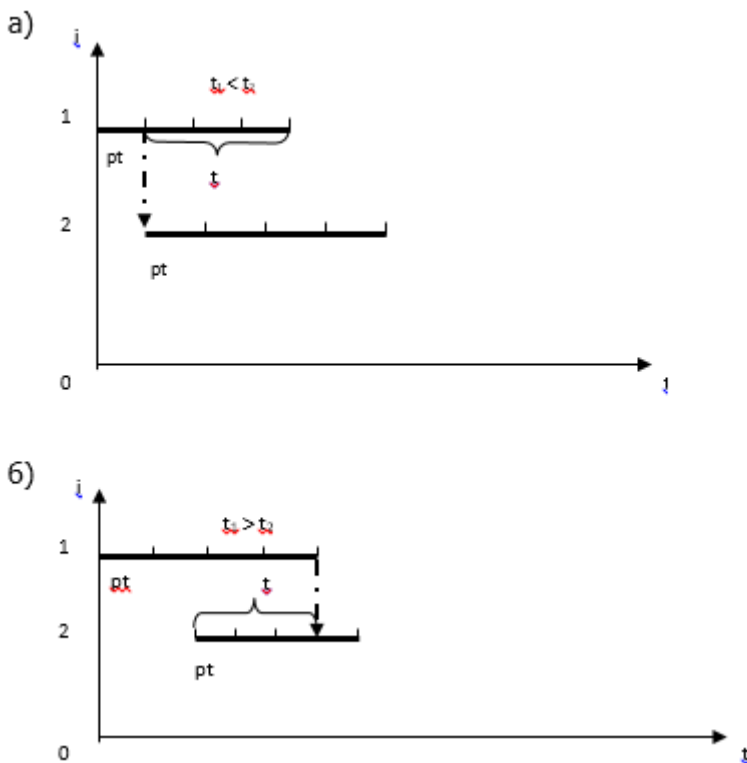


Рис. 3. Варианты сочетания

Для получения минимальной продолжительности АСР на данной паре смежных операций необходимо строить работу так, чтобы в момент окончания АСР на первой операции она немедленно приступала бы ко второй операции.

Следовательно, к этому моменту  $(n - p)$  должны быть выполнены работы на второй операции, а их работа на этой операции должна быть начата в тот момент, когда до момента окончания АСР на первой операции остается время, равное  $(n - p)t_2$ . Лишь при этом условии одновременно обеспечивается непрерывная работа оборудования и личного состава на второй операции и минимальная длительность цикла обработки всей партии изделий на данной паре смежных операций.

Таким образом, сопряжение операционных циклов на данной паре смежных операций необходимо осуществлять в момент

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

окончания АСР на первой операции. Время перекрытия операционных циклов этих двух операций равно

$$t_n = (n - p) t_2 = (n - p) \min(t_1, t_2). \quad (12)$$

Принцип определения длительности параллельно-последовательного многооперационного цикла состоит в том, что вначале определяется сумма длительности всех операционных циклов, равная длительности последовательного многооперационного цикла, и из нее вычитается сумма времен перекрытий операционных циклов на всех парах смежных операций (рис. 4):

$$T_{nn} = T_{noc} - \sum_{i=1}^{m-1} t_{ni} = n \sum_{i=1}^m t_i - (n - p) \sum_{i=1}^{m-1} \min(t_i, t_{i+1}) \quad (13)$$

Время перерывов на всех операциях равно

$$t_{np} = T_{nn} - t_{обп} \quad (14)$$

а общее время перерывов на всех операциях определяется выражением

$$T_{np} = n t_{np} \quad (15)$$

Время перерывов в работе оборудования и личного состава на всех операциях равно нулю.

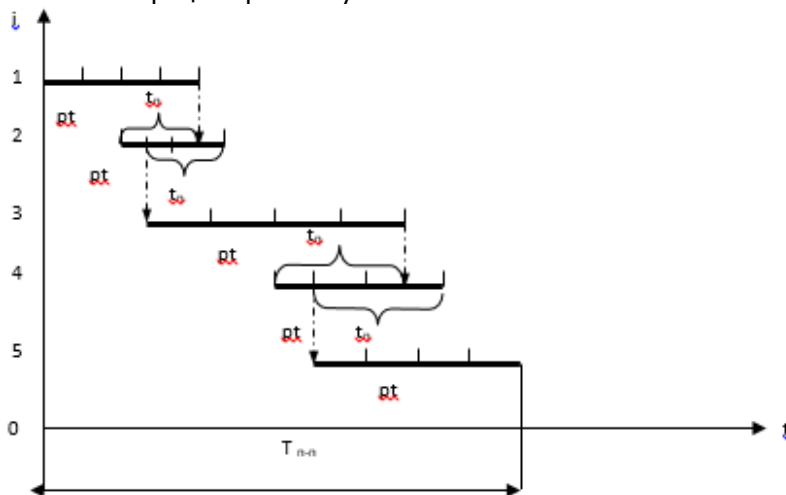


Рисунок 4 - Структура параллельно-последовательного

многооперационного цикла АСР

**ПРИМЕР (ВАРИАНТ №16).** Рассматривается АСР, состоящая из 5 этапов. ( $n = 5$ ). Каждый этап выполняют 4 подразделений ( $m = 4$ ). Работы каждого подразделения (операции) имеют следующую продолжительность:

$$t_1=1; t_2=4; t_3=1; t_4=2;$$

Таким образом, общее время затраченное на один этап

АСР

$$t_{обp}=1+4+1+2=8 \text{ ч}$$

Последовательный многооперационный цикл работ

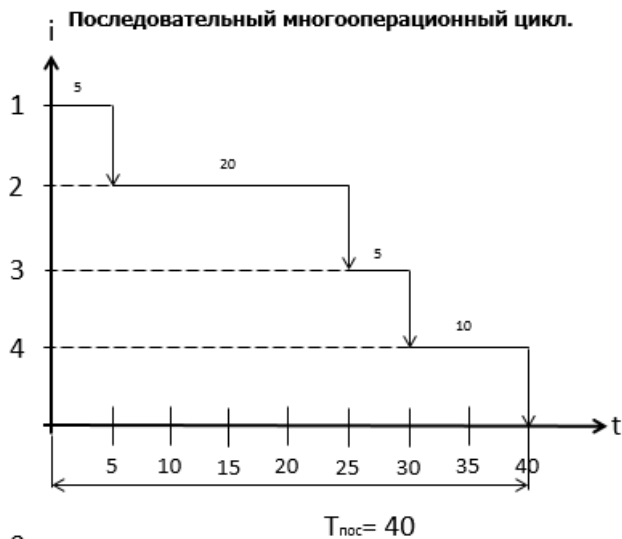
$$T_{пoc}=nt_{обp}=5*8=40 \text{ ч}$$

$$t_{np}=T_{пoc} - t_{обp}=40-8=32 \text{ ч}$$

$$T_{np}=nt_{np}=5*32=160 \text{ ч}$$

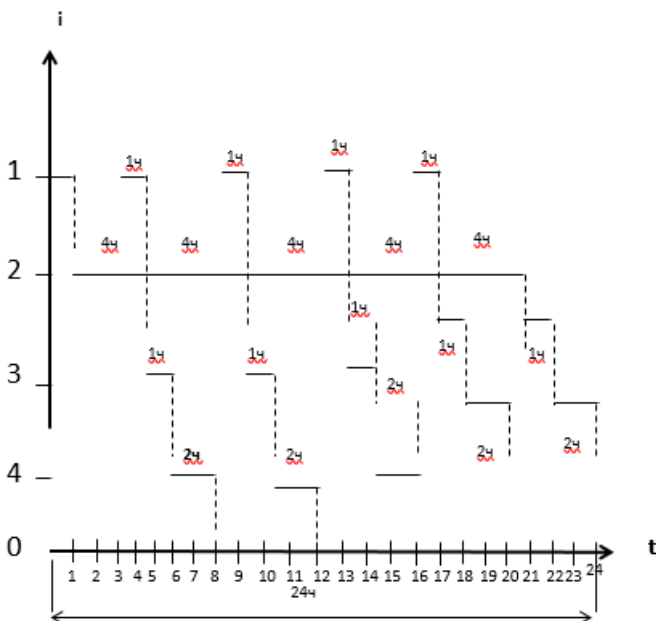


## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций



**0 Параллельный многооперационный цикл.**

$$T_{\text{пар}} = p t_{\text{обр}} + (n-p) t_{\text{max}} = 1 \cdot 8 + (5-1) 4 = 24 \text{ ч}$$



## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Параллельно-последовательный многооперационный цикл.

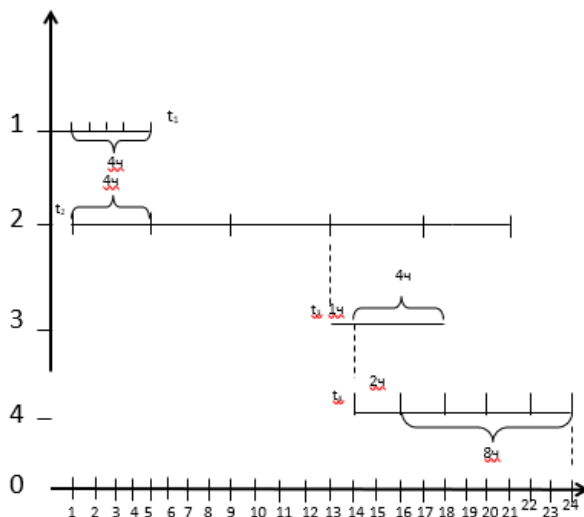
$$t_{n1}=(5-1)1=4$$

$$t_{n2}=(5-1)4=16$$

$$t_{n3}=(5-1)1=4$$

$$t_{n4}=(5-1)2=8$$

$$T_{mn}=40-(5-1)(1+1+2)=20\text{ч}$$



Вариант выбирается по последней цифре зачетки

Параметр	$n$	$m$	$t_1$ час	$t_2$ час	$t_3$ час	$t_4$ час	$t_5$ час	$t_6$ час
01, 17, 33, 49, 65, 81, 97	3	6	1	4	3	4	3	1
02, 18, 34, 50, 66, 82, 98	4	5	2	3	1	3	1	2
03, 19, 35, 51, 67, 83, 99	5	4	3	2	4	2	0	3
04, 20, 36, 52, 68, 84, 00	3	6	4	1	2	1	2	4
05, 21, 37, 53, 69, 85	4	5	3	1	4	3	3	3
06, 22, 38, 54, 70, 86	5	4	1	2	3	1	0	1
07, 23, 39, 55, 71, 87	3	6	4	3	2	4	4	4

08, 24, 40, 56, 72, 88	4	5	2	4	1	2	2	2
09, 25, 41, 57, 73, 89	5	4	4	3	1	4	0	4
10, 26, 42, 58, 74, 90	3	6	3	1	2	3	1	3
11, 27, 43, 59, 75, 91	4	5	2	4	3	2	4	2
12, 28, 44, 60, 76, 92	5	4	1	2	4	1	0	1
13, 29, 45, 61, 77, 93	4	3	2	1	4	0	0	2
14, 30, 46, 62, 78, 94	3	6	3	2	3	1	1	3
15, 31, 47, 63, 79, 95	4	5	4	3	2	4	4	4
16, 32, 48, 64, 80, 96	5	4	1	4	1	2	0	1

## 7. Литература

1. Учебник спасателя коллектива авторов (Шойгу С.К., Кудинов С.М., Неживой А.Ф., Ножевой С.А., под общ. редакцией Воробьева Ю.Л.), изданного МЧС России в 1997 году

2. Учебник спасателя (Шойгу С.К., Фалеев М.И., Кириллов Г.Н.) 2-е изд., перераб. и доп. — Краснодар: Советская Кубань, 2002. — 528 с.

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ: «ПРИБОРЫ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ»

Опасность поражения людей радиоактивными, отравляющими и сильнодействующими ядовитыми веществами требует быстрого выявления и оценки радиационной и химической обстановки в условиях заражения. Организация радиационного и химического наблюдения призвана обеспечить предупреждение населения об опасности заражения. За состоянием атмосферы постоянно ведут наблюдение посты метеорологической службы, которые следят за радиационным и химическим заражением.

При ядерном взрыве, авариях на АЭС и других ядерных превращениях образуется большое количество радиоактивных веществ. Радиоактивными называются вещества, ядра атомов которых способны самопроизвольно распадаться и превращаться в ядра атомов других элементов и испускать при этом ионизирующие излучения. Они заражают местность и находящиеся на ней людей, объекты, имущество и различные предметы. По своей природе ионизирующее излучение может быть электромагнитным, например, гамма-излучение, или представлять поток быстро движущихся элементарных частиц - нейтронов, протонов, бета и альфа-частиц. Любые ядерные излучения, взаимодей-

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

ствуя с различными материалами, ионизируют их атомы и молекулы. Ионизация среды тем сильнее, чем больше мощность дозы проникающей радиации или радиоактивного излучения и длительность их воздействия.

Действие ионизирующих излучений на людей и животных заключается в разрушении живых клеток организма, которое может привести к заболеванию лучевой болезнью различной степени, а в некоторых случаях и к летальному исходу. Чтобы оценить влияние ионизирующих излучений на человека (животного), надо учитывать две основные характеристики: ионизирующую и проникающую способности.

Наряду с ионизирующим излучением большую опасность для людей и всей окружающей среды представляют отравляющие вещества при применении химического оружия, а также сильнодействующие ядовитые вещества при авариях на производствах.

Поражение людей может быть вызвано при непосредственном попадании отравляющих и сильнодействующих ядовитых веществ на них, в результате соприкосновения людей с зараженной почвой и предметами, употребления зараженных продуктов и воды, а также при вдыхании зараженного воздуха.

В целях своевременного оповещения населения о возможном радиационном и химическом заражении службы радиационной и химической разведки гражданской обороны располагают соответствующими приборами, которыми можно контролировать состояние окружающей среды.

Дозиметрические приборы предназначены для определения уровней радиации на местности, степени заражения одежды, кожных покровов человека, продуктов питания, воды, фуража, транспорта и других различных предметов и объектов, а также для измерения доз радиоактивного облучения людей при их нахождении на объектах и участках, зараженных радиоактивными веществами.

В соответствии с назначением дозиметрические приборы можно подразделить на приборы: радиационной разведки местности, для контроля степени заражения и для контроля облучения.

В группу приборов для радиационной разведки местности входят индикаторы радиоактивности и рентгенометры; в группу приборов для контроля степени заражения входят радиометры, а в группу приборов для контроля облучения - дозиметры.

### **Виды ионизирующих излучений**

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

*Альфа-излучение* представляет собой поток ядер атомов гелия, называемых альфа-частицами и обладающих высокой ионизирующей способностью. Однако проникающая способность их очень низка. Длина пробега альфа-частицы в воздухе составляет всего несколько сантиметров (не более 10 см), а в твердых и жидких веществах еще меньше. Обыкновенная одежда и средства индивидуальной защиты полностью задерживают альфа-частицы и обеспечивают защиту человека. Альфа-частицы крайне опасны при попадании в организм.

*Бета-излучение* - это поток быстрых электронов, называемых бета-частицами, возникающими при бета-распаде радиоактивных веществ. Бета-излучение имеет меньшую ионизирующую способность, чем альфа-излучение, но большую проникающую способность. Одежда уже не может полностью защитить, нужно использовать любое укрытие.

*Гамма-излучение* имеет внутриядерное происхождение и представляет собой электромагнитное излучение, распространяющееся со скоростью света. Оно обладает очень высокой проникающей способностью и может проникать через толщу различных материалов. Гамма-излучение представляет основную опасность для жизни людей, ионизируя клетки организма. Защиту от него могут обеспечить только убежища, противорадиационные укрытия, надежные подвалы и погреба.

*Нейтроны* образуются в зоне ядерного взрыва в результате цепной реакции деления тяжелых ядер урана-235 или плутония-239 и являются электрически нейтральными частицами. Под воздействием нейтронов находящиеся в почве атомы кремния, натрия, магния и др. становятся радиоактивными (наведенная радиация) и начинают излучать бета- и гамма-лучи.

### **Методы обнаружения ионизирующих излучений**

Обнаружение ионизирующих излучений основывается на их способности ионизировать и возбуждать атомы и молекулы среды, в которой они распространяются. Такие процессы изменяют физико-химические свойства облучаемой среды, которые могут быть обнаружены и измерены.

К таким изменениям среды относятся:

- изменение электропроводности веществ (газов, жидкостей, твердых материалов);
- люминесценция (свечение) некоторых веществ;
- засвечивание фотопленок;
- изменение цвета, окраски, прозрачности, сопротивления

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

электрическому току некоторых химических растворов и др.

Взяв за основу эти явления, для регистрации и измерения ионизирующих излучений используют фотографический, химический, сцинтилляционный и ионизационный методы.

*Фотографический метод* основан на измерении степени почернения фотоэмульсии под воздействием радиоактивных излучений. Гамма-лучи, воздействуя на молекулы бромистого серебра, содержащегося в фотоэмульсии, выбивают из них электроны связи. При этом образуются мельчайшие кристаллики серебра, которые и вызывают почернение фотопленки при ее проявлении.

Сравнивая почернение пленки с эталоном, можно определить полученную пленкой дозу облучения, так как интенсивность почернения пропорциональна дозе облучения.

*Химический метод* основан на определении изменений цвета некоторых химических веществ под воздействием радиоактивных излучений. Так, например, хлороформ при облучении распадается с образованием соляной кислоты, которая, накопившись в определенном количестве, воздействует на индикатор, добавленный к хлороформу. Интенсивность окрашивания индикатора зависит от количества соляной кислоты, образовавшейся под воздействием радиоактивного излучения, а количество образовавшейся соляной кислоты пропорционально дозе радиоактивного облучения. Сравнивая окраску раствора с имеющимися эталонами, можно определить дозу радиоактивных излучений, воздействовавших на раствор. На этом методе основан принцип работы химического дозиметра ДП-70 МП.

*Сцинтилляционный метод* основан на том, что под воздействием радиоактивных излучений некоторые вещества (сернистый цинк, йодистый натрий, вольфрамат кальция и др.) испускают фотоны видимого света. Возникшие при этом вспышки света (сцинтилляции) могут быть зарегистрированы. Количество вспышек пропорционально интенсивности излучения.

*Ионизационный метод* основан на том, что под воздействием радиоактивных излучений в изолированном объеме происходит ионизация газов. При этом нейтральные молекулы и атомы газа разделяются на пары: положительные ионы и электроны. Если в облучаемом объеме создать электрическое поле, то под воздействием сил электрического поля электроны, имеющие отрицательный заряд, будут перемещаться к аноду, а положительно заряженные ионы - к катоду, т.е. между электродами будет проходить электрический ток, называемый ионизационным током.

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Чем больше интенсивность, а следовательно, и ионизирующая способность радиоактивных излучений, тем выше сила ионизационного тока. Это дает возможность, измеряя силу ионизационного тока, определять интенсивность радиоактивных излучений. Данный метод является основным, и его используют почти во всех дозиметрических приборах.

### **Единицы измерения радиоактивности и ионизирующих излучений**

#### *Единицы радиоактивности*

В качестве единицы активности принято одно ядерное превращение в секунду. В целях сокращения используется более простой термин - "один распад в секунду" (расп/с). В системе СИ эта единица получила название "беккерель" (Бк). В практике радиационного контроля широко используется внесистемная единица активности - "кюри" (Ки). Один кюри - это  $3,7 \times 10^{10}$  распадов в секунду.

Концентрация радиоактивного вещества обычно характеризуется концентрацией его активности. Она выражается в единицах активности на единицу массы.

#### *Единицы ионизирующих излучений*

Для измерения величин, характеризующих ионизирующее излучение, исторически появилась единица "рентген". Эта единица определяется как доза рентгеновского или гамма-излучения в воздухе, при которой сопряженная корпускулярная эмиссия на  $0,001293$  г воздуха производит в воздухе ионы, несущие заряд в 1 эВ. (здесь  $0,001293$  г. - масса  $1 \text{ см}^3$  атмосферного воздуха при  $0^\circ\text{C}$  и давлении 760 мм рт. ст.).

*Экспозиционная доза* - мера ионизационного действия рентгеновского или гамма-излучений, определяемая по ионизации воздуха.

В СИ единицей экспозиционной дозы является "один кулон на килограмм" (Кл/кг). Внесистемной единицей является "рентген" (Р),  $1 \text{ Р} = 2,58 \times 10^{-4}$  Кл/кг. В свою очередь  $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \times 10^3 \text{ Р}$ .

Мощность экспозиционной дозы - приращение экспозиционной дозы в единицу времени. Ее единица в системе СИ - "ампер на килограмм" (А/кг). Однако в большинстве случаев на практике пользуются внесистемной единицей "рентген в секунду" (Р/с) или "рентген в час" (Р/ч).

*Поглощенная доза* - энергия радиоактивного излучения, поглощенная единицей массы облучаемого вещества или челове-

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

ком. Чем продолжительнее время облучения, тем больше поглощенная доза. При одинаковых условиях облучения доза зависит от состава вещества. В качестве единицы поглощенной дозы излучения в системе СИ предусмотрена специальная единица "грей" (Гр). 1 грей - это такая единица поглощенной дозы, при которой 1 кг облучаемого вещества поглощает энергию в 1 джоуль (Дж). Следовательно  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ .

Поглощенная доза излучения является основной физической величиной, определяющей степень радиационного воздействия.

*Мощность поглощенной дозы* - это приращение дозы в единицу времени. Она характеризуется скоростью накопления дозы и может увеличиваться или уменьшаться во времени. Ее единица в системе СИ - "грей в секунду" (Гр/с). Это такая мощность поглощенной дозы облучения, при которой за 1 с в веществе создается доза облучения 1 Гр.

На практике для оценки поглощенной дозы широко используют внесистемную единицу мощности поглощенной дозы "рад в час" (рад/ч) или "рад в секунду" (рад/с).

*Эквивалентная доза* - это понятие введено для количественного учета неблагоприятного биологического воздействия различных видов ионизирующих излучений. Определяется она по формуле:  $D_{\text{экв}} = Q \cdot D$ , где  $D$  - поглощенная доза данного вида излучения;  $Q$  - коэффициент качества излучения, который составляет для рентгеновского, гамма- и бета-излучений 1, для нейтронов с энергией от 0,1 МэВ - 10, для альфа - излучения с энергией менее 10 МэВ - 20. Из приведенных данных видно, что при одной и той же поглощенной дозе нейтронное и альфа-излучение вызывают соответственно в 10 и 20 раз больший поражающий эффект. В системе СИ эквивалентная доза измеряется в "зивертах" (Зв).

*Бэр* (биологический эквивалент рентгена) - это внесистемная единица эквивалентной дозы. Бэр - такая поглощенная доза любого излучения, которая вызывает тот же биологический эффект, что и 1 рентген гамма-излучения. Поскольку коэффициент качества гамма-излучения равен 1, то на местности, загрязненной радиоактивными веществами при внешнем облучении  $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр}$ ;  $1 \text{ бэр} = 1 \text{ рад}$ ;  $1 \text{ рад} = 1 \text{ Р}$ .

*Мощность эквивалентной дозы* - отношение приращения эквивалентной дозы за единицу времени и выражается в "зивертах в секунду" (Зв/с). Поскольку время пребывания человека в поле облучения при допустимых уровнях измеряется, как прави-



## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

ло, часами, предпочтительно выражать мощность эквивалентной дозы в "микрозивертах в час" (мкЗв/ч).

Согласно заключению Международной комиссии по радиационной защите, вредные эффекты у человека могут наступать при эквивалентных дозах не менее 1,5 Зв/год (150 бэр/год), а в случаях кратковременного облучения - при дозах выше 0,5 Зв (50 бэр). Когда облучение превышает некоторый порог, возникает лучевая болезнь.

**Измерители мощности дозы ДП-5А (Б) и ДП-5В**

предназначены для измерения уровней радиации на местности и радиоактивной зараженности различных предметов по гамма - излучению. Мощность гамма - излучений определяется в миллирентгенах или рентгенах в час для той точки пространства, в которой помещен при измерениях соответствующий счетчик прибора. Кроме того, имеется возможность обнаружения бета - излучений.

Диапазон измерений по гамма-излучению от 0,05 мР/ч до 200 Р/ч в диапазоне энергий гамма - квантов от 0,084 до 1,25 МэВ. Приборы ДП-5А и ДП-5Б и ДП-5В имеют шесть диапазонов измерений (табл. 1). Отсчет показаний приборов производится по нижней шкале микроамперметра в Р/ч, по верхней шкале – в мР/ч с последующим умножением на соответствующий коэффициент поддиапазона. Участки шкалы от нуля до первой значащей цифры являются нерабочими.

Приборы имеют звуковую индикацию на всех поддиапазонах, кроме первого. Звуковая индикация прослушивается с помощью головных телефонов **8** (рис. 1).

Питание приборов осуществляется от трех сухих элементов типа КБ-1 (либо АА – при использовании специального адаптера; один из элементов - для подсветки шкалы), которые обеспечивают непрерывность работы в нормальных условиях не менее 40 ч – ДП-5А и 55 ч – ДП-5В. Приборы могут подключаться к внешним источникам постоянного тока напряжением 3,6 и 12В – ДП- 5А и 12 или 24В – ДП-5В, имея для этой цели колодку питания и делитель напряжения с кабелем длиной 10 м соответственно.

**Таблица 1.**

Поддиапазоны	Положение ручки переключателя поддиапазонов	Шкала	Единица измерения	Пределы измерений	Время установления показателей, с
I	200	0-200	Р/ч	5-200	10
II	X 1000	0-5	мР/ч	500-5000	10
III	X 100	0-5	мР/ч	50-500	30
IV	X 10	0-5	мР/ч	5-50	45
V	X 1	0-5	мР/ч	0,5-5	45
VI	X 0, 1	0-5	мР/ч	0,05-0,5	45

#### **Устройство приборов ДП-5А (Б) и ДП-5В**

В комплект прибора входят: футляр с ремнями; удлинительная штанга; колодка питания ДП-5А (Б) и делитель напряжения ДП-5В; комплект эксплуатационной документации и запасного имущества: телефон и укладочный ящик.

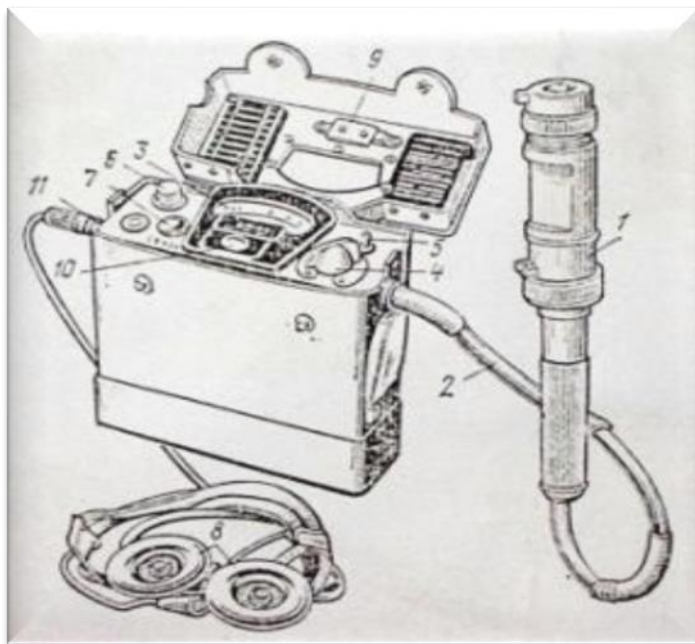


Рис. 1

Прибор состоит (см. рис. 1) из измерительного пульта; зонда в ДП-5А (Б) или блока детектирования в ДП-5В **1**, соединенных с пультами гибкими кабелями **2**; контрольного стронциево-иттриевого источника бета - излучений для проверки работоспособности приборов (с внутренней стороны крышки футляра у ДП-5А (Б) **9** и на блоке детектирования у ДП-5В).

**Измерительный пульт** состоит из панели и кожуха. На панели измерительного пульта размещены: микроамперметр с двумя измерительными шкалами **3**; переключатель поддиапазона **4**; ручка «Режим» **6** (потенциометр регулировки режима); кнопка сброса показаний («Сброс») **7**; тумблер подсвета шкалы **5**; винт установки нуля **10** и гнездо включения телефона **11**. Панель крепится к кожуху двумя невыпадающими винтами. Элементы схемы прибора смонтированы на шасси, соединенном с панелью при помощи шарнира винта. Внизу кожуха имеется отсек для размещения источников питания. При отсутствии элементов питания сюда может быть подключен делитель напряжения от источников постоянного тока. Воспринимающими устройствами приборов являются газоразрядные счетчики, установленные: в приборе ДП-5А – один (СИЗБГ) в измерительном пульте и два (СИЗБГ и СТС-5) в зонде; в приборе ДП-5В – два (СБМ-20 и СИЗБГ) в блоке детекти-

рования.

**Зонд и блок детектирования 1** представляет собой стальной цилиндрический корпус с окном для индикации бета - излучения, заклеенным этилцеллюлозной водостойкой пленкой, через которую проникают бета - частицы. На корпус надет металлический поворотный экран, который фиксируется в двух положениях («Г» и «Б») на зонде и в трех положениях («Г», «Б» и «К») на блоке детектирования (для ДП—5В). В положении «Г» окно корпуса закрывается экраном и на счетчик могут попадать только гамма - лучи. При повороте экрана в положение «Б» окно корпуса открывается и бета - частицы проникают к счетчику. В положении «К» контрольный источник бета - излучения, который укреплен в углублении на экране, устанавливается против окна и в этом положении проверяется работоспособность прибора ДП-5В. На корпусах зонда и блока детектирования имеются по два выступа, с помощью которых они устанавливаются на обследуемые поверхности при индикации бета – зараженности. Внутри корпуса находится плата, на которой смонтированы газоразрядные счетчики, усилитель – нормализатор и электрическая схема.

**Футляр прибора** состоит: ДП-5А – из двух отсеков (для установки пульта и зонда); ДП-5В – из трех отсеков (для размещения пульта, блока детектирования и запасных элементов питания). В крышке футляра имеются окна для наблюдения за показаниями прибора. Для ношения прибора к футляру присоединяются два ремня.

**Телефон 8** состоит из двух малогабаритных телефонов типа ТГ-7М и оголовья из мягкого материала. Он подключается к измерительному пульту и фиксирует наличие радиоактивных излучений: чем выше мощность излучений, тем чаще звуковые щелчки.

Из запасных частей в комплект прибора входят чехлы для зонда, колпачки, лампочки накаливания, отвертка, винты.

### **Подготовка прибора к работе проводится в следующем порядке:**

1. извлечь прибор из укладочного ящика, открыть крышку футляра, провести внешний осмотр, пристегнуть к футляру поясной и плечевой ремни;
2. вынуть зонд или блок детектирования, присоединить ручку к зонду, а к блоку детектирования — штангу (используемую как ручку);
3. установить корректором механический ноль на шкале

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

- микроамперметра;
4. подключить источники питания;
  5. включить прибор, поставив ручки переключателей поддиапазонов в положение: "Реж." ДП-5А и "А" (контроль режима) ДП-5В (стрелка прибора должна установиться в режимном секторе);
  6. в ДП-5А с помощью ручки потенциометра стрелку прибора установить в режимном секторе на "Т". Если стрелки микроамперметров не входят в режимные сектора, необходимо заменить источники питания.

Проверку работоспособности приборов проводят на всех поддиапазонах, кроме первого («200»), с помощью контрольных источников, для чего экраны зонда и блока детектирования устанавливают в положениях «Б» и «К» соответственно и подключают телефоны. В приборе ДП-5А открывают контрольный бета – источник, устанавливают зонд опорными выступами на крышку футляра так, чтобы источник находился против открытого окна зонда. Затем, переводя последовательно переключатель поддиапазонов в положения «х1000», «х100», «х10», «х1» и «х0,1», наблюдают за показаниями прибора и прослушивают щелчки в телефонах. Стрелки микроамперметров должны зашкаливать на VI и V поддиапазонах, отклоняться на IV, а на III и II могут не отклоняться из-за недостаточной активности контрольных бета – источников. После этого ручки переключателей поставить в положение "Выкл." ДП-5А и "А" — ДП-5В; нажать кнопки "Сброс"; повернуть экраны в положение "Г". Приборы готовы к работе.

**Радиационную разведку местности**, с уровнями радиации от 500 до 5000 мР/ч, производят на втором поддиапазоне (зонд и блок детектирования с экраном в положении «Г» остаются в кожухах приборов), а свыше 5 Р/ч – на первом поддиапазоне. При измерении прибор должен находиться на высоте 0,7 – 1 м от поверхности земли.

**Степень радиоактивного заражения** кожных покровов людей, их одежды, сельскохозяйственных животных, техники, оборудования, транспорта и т.п. определяется в такой последовательности. Измеряют гамма – фон в месте, где будет определяться степень заражения объекта, но не менее 15-20 м от обследуемого объекта. Затем зонд (блок детектирования) упорами вперед подносят к поверхности объекта на расстояние 1,5 – 2 см и медленно перемещают над поверхностью объекта (экран зонда в положении «Г»). Из максимальной мощности экспозиционной дозы,

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

измеренной на поверхности объекта, вычитают гамма – фон. Результат будет характеризовать степень зараженности объекта.

**Для определения наличия наведенной активности** техники, подвергшейся воздействию нейтронного излучения, производят два измерения – снаружи и внутри техники. Если результаты измерений близки между собой, это означает, что техника имеет наведенную активность.

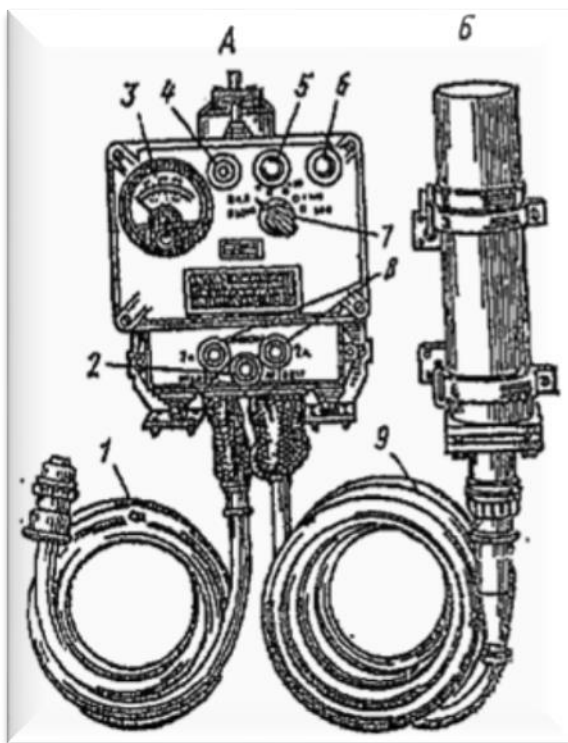
**Для обнаружения бета – излучений** необходимо устанавливать экран зонда в положении «Б», поднести к обследуемой поверхности на расстояние 1,5 – 2 см. Ручку переключателя поддиапазонов последовательно поставить в положения «x0, 1», «x1», «x10» до получения отклонения стрелки микроамперметра в пределах шкалы. Увеличение показаний прибора на одном и том же поддиапазоне по сравнению с гамма – измерением указывает на наличие бета – излучений.

Если надо выяснить, с какой стороны заражена поверхность брезентовых тентов, стен и перегородок сооружений и других прозрачных для гамма – излучений объектов, то производят два замера в положении зонда «Б» и «Г». Поверхность заражена с той стороны, с которой показания прибора в положении зонда «Б» заметно выше.

**При определении степени радиоактивного заражения воды** отбирают две пробы общим объемом 1.5 - 2 л. Одну – из верхнего слоя водоисточника, другую – с придонного слоя. Измерения производят зондом в положении «Б», располагая его на расстоянии 1,5 – 2 см от поверхности воды, и снимают показания по верхней шкале.

На шильдиках крышек футляров даны сведения о допустимых нормах радиоактивного заражения и указаны поддиапазоны, на которых они измеряются.

**Бортовой измеритель мощности дозы ДП-3Б** (рис. 2) предназначен для определения уровня радиации на местности, зараженной радиоактивными веществами. Его можно устанавливать на автомобилях, самолетах, вертолетах, речных катерах, тепловозах, а также в убежищах и противорадиационных укрытиях. Питание прибора осуществляется от источников постоянного тока 12 или 26 В.



**Рис. 2**

**В комплект прибора входят:** измерительный пульт **А**, выносной блок **Б**, кабель питания с прямым разъемом **1**, кабель с угловым разъемом **9** для соединения пульта с выносным блоком **Б**, крепежные скобы, техническая документация и вспомогательные принадлежности. На панели измерительного пульта размещены микроамперметр с двухрядной шкалой **3** (цена деления верхней шкалы 0,05 Р/ч, нижней – 50 Р/ч), лампа световой индикации **6**, лампа подсвета **4** шкалы микроамперметра и указателя поддиапазонов **5**, предохранители **8**, кнопка «Проверка» **2**, переключатель поддиапазонов **7** на шесть положений: выключено «Выкл.», включено «Вкл.», «x1», «x10», «x100», и «500».

**Подготовка прибора ДП-3Б к работе:** проверка комплекта, внешний осмотр прибора и принадлежностей, сборка прибора, подключение к цепи питания и проверка работоспособности.

Работоспособность прибора проверяется в положении переключателя «Вкл.» нажатием кнопки «Проверка», при этом стрелка микроамперметра должна находиться в пределах 0,4 –

0,8 Р/ч, и индикаторная лампа давать частые вспышки или гореть непрерывно.

**Перед измерением уровня радиации** переключатель поставить в положение «Вкл.» и выждать, пока стрелка микроамперметра не установится в пределах зачерненного участка шкалы. Затем переключатель поставить в положение первого поддиапазона («x1») и через 30 секунд отсчитать показания по верхней шкале микроамперметра. Если стрелка зашкаливает, переключатель последовательно устанавливать в положение второго, третьего и четвертого поддиапазонов. Показания на первых трех поддиапазонах снимать по верхней шкале и умножать соответственно на коэффициенты 1, 10, 100. На четвертом поддиапазоне показания снимать по нижней шкале без умножения на какой – либо коэффициент.

### **Средства химической разведки и контроля заражения**

*Обнаружение и определение степени заражения* отравляющими и сильнодействующими ядовитыми веществами 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 (ППХР). Для обнаружения АХОВ используются различного вида в зависимости от характера производства промышленные приборы. Кроме того, некоторые объекты народного хозяйства могут быть оснащены приборами химической разведки медицинской и ветеринарной службы (ПХР-МВ).

*Принцип обнаружения* и определения ОВ приборами химической разведки основан на изменении окраски индикатора 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.

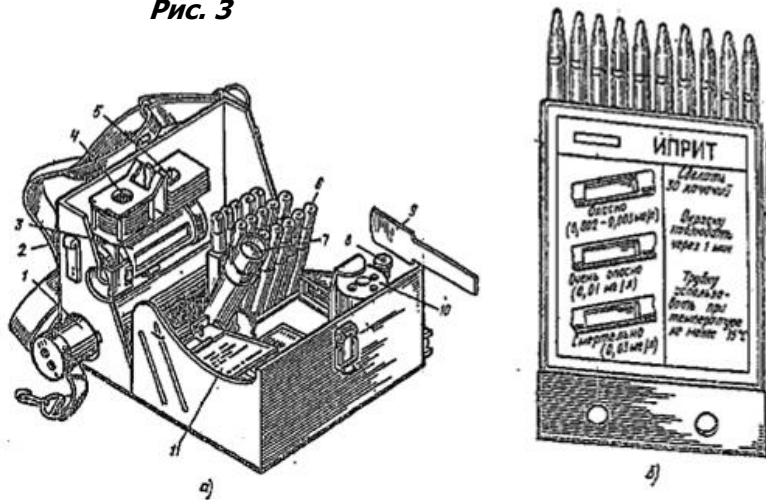
### **Войсковой прибор химической разведки ВПХР**



предназначен для определения в воздухе, на местности и технике ОВ типа Ви-Икс, зарин, зоман, иприт, фосген, синильная кислота и хлорциан.

**Устройство ВПХР**

**Рис. 3**



Прибор состоит (рис. 3, а) из корпуса с крышкой и размещенных в них:

ручного насоса **1**, насадки к насосу **3**, бумажных кассет с индикаторными трубками **11**, защитных колпачков **4**, противо-дымных 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 – 2,8 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 °С.

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

Насадка к насосу является приспособлением, позволяю-

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

щим 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 (рис. 3, б), 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 по 10 шт. На лицевой стороне кассеты дан цветной эталон окраски и указан порядок работы с трубками. Для определения ОВ типа Си-Эс и Би-Зет предназначены трубки ИТ-46. В комплект ВПХР они не входят и поставляются отдельно.

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 количествах 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  $-40$  до  $+10$  °С. Она состоит из пластмассового корпуса с двумя проушинами, в которые вставляют штырь для прокола патрона, обеспечивающего нагревание. Внутри корпуса грелки имеется четыре металлические трубки: три – малого диаметра для индикаторных трубок и одна – большого диаметра для патрона.

Определение ОВ в воздухе. В первую очередь определяют пары ОВ нервно-паралитического действия, для чего необходимо взять две индикаторные трубки с красным кольцом и красной точкой. С помощью ножа на головке насоса надрезать, а затем надломить концы индикаторных трубок. Пользуясь ампуловскрывателем с красной чертой и точкой, разбить верхние ампулы обеих трубок и, взяв трубки за верхние концы, энергично встряхнуть их 2-3 раза. Одну из трубок (опытную) немаркированным концом вставить в насос и прокачать через нее воздух (5-6 качаний) через вторую (контрольную) воздух не прокачивается, она устанавливается в штатив корпуса прибора.

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Затем ампуловскривателем разбить нижние ампулы обеих трубок и после встряхивания их наблюдать за переходом окраски контрольной трубки от красной до желтой. К моменту образования желтой окраски в контрольной трубке красный цвет верхнего слоя наполнителя опытной трубки указывает на опасную концентрацию ОВ (зарина, зомана или Ви-Икс). Если в опытной трубке желтый цвет наполнителя появляется одновременно с контрольной, то это указывает на отсутствие ОВ или малую его концентрацию. В этом случае определение ОВ в воздухе повторяют, но вместо 5-6 качаний делают 30-40 качаний насосом; и нижние ампулы разбивают после 2-3 минутной выдержки. Положительные показания в этом случае свидетельствуют о практически безопасных концентрациях ОВ.

Независимо от полученных показаний при содержании ОВ нервно-паралитического действия определяют наличие в воздухе нестойких ОВ (фосген, синильная кислота, хлорциан) с помощью индикатора с тремя зелеными кольцами. Для этого необходимо вскрыть трубку, разбить в ней ампулу, пользуясь ампуловскривателем с тремя зелеными чертами, вставить немаркированным концом в гнездо насоса и сделать 10-15 качаний. После этого вынуть трубку из насоса, сравнить окраску наполнителя с эталоном, нанесенным на лицевой стороне кассеты.

Затем определяют наличие в воздухе паров иприта индикаторной трубкой с одним желтым кольцом. Для этого необходимо вскрыть трубку, вставить в насос, прокачать воздух (60 качаний) насосом, вынуть трубку из насоса и по истечении 1 минуты сравнить окраску наполнителя с эталоном, нанесенным на кассете для индикаторных трубок с одним желтым кольцом.

Для обследования воздуха при пониженных температурах трубки с одним красным кольцом и точкой и с одним желтым кольцом необходимо подогреть с помощью грелки до их вскрытия. Оттаивание трубок с красным кольцом и точкой производится при температуре окружающей среды 0°C и ниже в течение 0,5-3 минут. После оттаивания трубки вскрыть, разбить верхние ампулы, энергично встряхнуть, вставить в насос и прокачать воздух через опытную трубку. Контрольная трубка находится в штативе. Далее следует подогреть обе трубки в грелке в течение 1 минуты, разбить нижние ампулы опытной и контрольной трубок, одновременно встряхнуть и наблюдать за изменением окраски наполнителя.

Трубки с одним желтым кольцом при температуре окружающей среды +15 °C и ниже подгреваются в течение 1-2 ми-

## Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

нут после прокачивания через них зараженного воздуха.

В случае сомнительных показаний трубок с тремя зелеными кольцами, при определении в основном наличия синильной кислоты в воздухе, при пониженных температурах необходимо повторить измерения с использованием грелки, для чего трубку после прокачки воздуха поместить в грелку.

При определении ОВ в дыму необходимо: поместить трубку в гнездо насоса; достать из прибора насадку и закрепить в ней противодымный фильтр; навернуть насадку на резьбу головки насоса; сделать соответствующее количество качаний насосом; снять насадку; вынуть из головки насоса индикаторную трубку и провести определение ОВ.

Определение ОВ на местности, технике и различных предметах начинается также с определения ОВ нервно-паралитического действия. Для этого, в отличие от рассмотренных методов подготовки прибора, в воронку насадки вставляют защитный колпачок. После чего прикладывают насадку к почве или к поверхности обследуемого предмета так, чтобы воронка покрыла участок с наиболее резко выраженными признаками заражения, и, прокачивая через трубку воздух, делают 60 качаний насосом. Снимают насадку, выбрасывают колпачок, вынимают из гнезда индикаторную трубку и определяют наличие ОВ.

Для обнаружения ОВ в почве и сыпучих материалах готовят и вставляют в насос соответствующую индикаторную трубку, наворачивают насадку, вставляют колпачок, затем лопаткой берут пробу верхнего слоя почвы (снега) или сыпучего материала и насыпают ее в воронку колпачка до краев. Воронку накрывают противодымным фильтром и закрепляют прижимным кольцом. После этого через индикаторную трубку прокачивают воздух (до 120 качаний насосом), выбрасывают защитный колпачок вместе с пробой и противодымным фильтром. Откинув насадку, вынимают индикаторную трубку и определяют присутствие ОВ.

### **Литература:**

1. Атаманюк В. Г. и др. Гражданская оборона. Учебник для вузов. М. : «Высшая школа», 1986. - 208с.
2. Белов С. В. и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов. 4 -е изд. VI.: Высшая школа, 2004. - 606 с.
3. Демиденко Г. П. и др. Защита объектов народного хозяйства от ОМП: Справочник. Киев: Высшая школа, 1989 -



228с.