Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Г. А. Чернушевич, В. В. Перетрухин, В. В. Терешко

ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Рекомендовано
учебно-методическим объединением
по химико-технологическому образованию
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования
по химико-технологическим специальностям

Минск 2013

УДК 355.58+539.16(075.8)
ББК 68.69я73
Ч-49

Р е ц е н з е н т ы :
кафедра безопасности жизнедеятельности Белорусского государственного аграрного технического университета (доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой *Л. В. Мисун*);
доктор биологических наук, профессор кафедры экологии Белорусского национального технического университета *С. А. Хорева*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Чернушевич, Г. А.

Ч-49 Оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях : учеб.-метод. пособие для студентов химико-технологических специальностей / Г. А. Чернушевич, В. В. Перетрухин, В. В. Терешко. – Минск : БГТУ, 2013. – 120 с.

ISBN 978-985-530-232-3.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с программой курса «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность». В нем приводятся методики расчетов по прогнозированию чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате аварий, катастроф, стихийных бедствий, применения современных средств поражения или иных факторов.

Студенты получат представление об использовании средств индивидуальной защиты населения, приборов дозиметрического, радиометрического контроля и химической разведки, об оказании первой помощи пострадавшим от поражающих факторов и источников чрезвычайных ситуаций.

УДК 355.58+539.16(075.8)
ББК 68.69я73

ISBN 978-985-530-232-3

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2013
© Чернушевич Г. А., Перетрухин В. В., Терешко В. В., 2013

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения радиационной, химической и биологической безопасности не снижается. Эти сферы деятельности, являющиеся составной частью национальной безопасности, непосредственно влияют на устойчивое развитие и международный престиж страны. Поэтому постоянно совершенствуется и претерпевает значительные изменения существующая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ГСЧС), являющаяся важнейшим фактором обеспечения стабильности государства.

Приемлемый уровень безопасности и качества жизни населения базируется на основополагающих ценностях: признании на всех уровнях власти и управления абсолютного приоритета человеческой жизни, закреплении прав гражданина в области обеспечения безопасности и формирования правовых механизмов регулирования взаимоотношений между личностью, властью и обществом. Кроме того, предполагается информирование населения о потенциальных опасностях и готовность его к действиям в чрезвычайных ситуациях природного, техногенного, экологического и биолого-социального характера.

Принципы достаточной безопасности и приемлемого риска, дополненные социально-экономическими факторами, должны являться основой программ в области безопасности жизнедеятельности. Их реализация на современном этапе требует применения адекватных экономико-математических моделей, отражающих сущность социально-экономических, производственно-хозяйственных, гуманистических явлений, объединенных в единый класс систем защиты населения от чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, экологического и биолого-социального характера.

Одной из основных задач системы образования является подготовка специалистов, которые обладают высоким уровнем знаний в области защиты населения и радиационной безопасности.

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Под ***оценкой химической обстановки*** понимается определение масштабов и характера загрязнения воздуха, местности химически опасными веществами (ХОВ) и анализ их влияния на деятельность объектов экономики и населения.

Масштаб химического загрязнения характеризуется:

– радиусом и площадью района аварии;

– глубиной и площадью загрязнения местности с опасными плотностями;

– глубиной и площадью распространения первичного и вторичного облаков химически опасных веществ.

Под ***глубиной загрязнения*** понимается максимальная протяженность соответствующей площади загрязнения за пределами района аварии, а под ***глубиной распространения*** – максимальная протяженность зоны распространения первичного или вторичного облака химически опасных веществ.

Зоной распространения называется площадь химического загрязнения воздуха за пределами района аварии, создаваемая в результате распространения облака сильнодействующего ядовитого вещества (СДЯВ), аварийно химически опасного вещества (АХОВ) по направлению ветра.

Зона химического загрязнения, образованная СДЯВ, включает участок разлива ядовитых веществ в поражающих концентрациях.

Под ***поражающими концентрациями*** понимается такое содержание в воздухе паров СДЯВ, при которых исключается пребывание людей без противогазов.

Очагом химического поражения называют территорию, на которой в результате воздействия СДЯВ произошли массовые поражения людей и животных.

Размеры зоны химического загрязнения характеризуются глубиной распространения загрязненного воздуха (Г) с поражающими концентрациями, шириной (Ш) и площадью (*S*).

Оценка последствий химически опасных аварий осуществляется при помощи метода прогнозирования и данных химической разведки местности.

Исходные данные для прогнозирования последствий аварии:

1) характеристика объекта аварии (место и время аварии, тоннаж емкостей, наименование СДЯВ);

2) метеорологические условия (скорость и направление ветра, степень вертикальной устойчивости атмосферы, температура воздуха и подстилающей поверхности);

3) топографические особенности местности (рельеф, наличие лесных массивов, характер застройки).

Знание направления и скорости ветра дает возможность правильно оценить степень угрозы поражения населения парами СДЯВ, распространяющимися по направлению движения потока воздушных масс. От скорости ветра также зависят образование поражающих концентраций, глубина распространения загрязненного воздуха.

На глубину распространения СДЯВ и их концентрацию в атмосфере значительно влияют вертикальные потоки воздуха. Их направление характеризуется степенью вертикальной устойчивости атмосферы. Различают три степени вертикальной устойчивости: инверсию, изотермию, конвекцию.

Инверсия – это повышение температуры воздуха по мере увеличения высоты. Она чаще всего образуется в безветренные ясные ночи в результате интенсивного излучения тепла земной поверхностью. Инверсия препятствует рассеиванию воздуха по высоте и создает наиболее благоприятные условия для сохранения высоких концентраций (застой) СДЯВ.

Изотермия характеризуется стабильным равновесием воздуха. Она наиболее типична для пасмурной погоды и так же, как инверсия, способствует длительному застою паров СДЯВ на открытой местности, в лесу, жилых кварталах населенных пунктов.

Конвекция – это вертикальное перемещение воздуха с одних высот на другие. Более теплый воздух перемещается вверх, а более холодный и более плотный – вниз. Конвекция вызывает сильное рассеивание загрязненного воздуха, поэтому концентрация

СДЯВ в воздухе быстро снижается. Отмечается конвекция в весенне-летне-осенний период в ясные дни при отсутствии снежного покрова.

Вертикальную устойчивость воздуха (ВУВ) принято характеризовать термодинамическим критерием. Для определения этого критерия необходимо измерить температуру воздуха на высоте 50 и 200 см от поверхности земли и скорость ветра на высоте 100 см.

По разности температуры на высоте 50 и 200 см вычисляют температурный градиент: $\Delta T = T_{50} - T_{200}$, который делят на квадрат скорости ветра на высоте 100 см, и получают термодинамический критерий (ТДК):

$$\text{ТДК} = \frac{T_{50} - T_{200}}{\upsilon^2}. \qquad (1)$$

При этом учитывается знак температурного градиента:

$\frac{T_{50} - T_{200}}{\upsilon^2} \geq +0{,}1$ – вертикальная устойчивость воздуха (ВУВ) соответствует конвекции;

$\frac{T_{50} - T_{200}}{\upsilon^2} \leq -0{,}1$ – ВУВ соответствует инверсии;

$0{,}1 \geq \frac{T_{50} - T_{200}}{\upsilon^2} \geq -0{,}1$ – ВУВ соответствует изотермии.

При скорости ветра более 4 м/с происходит интенсивное перемещение приземного слоя воздуха.

При отсутствии ветра (штиль) ВУВ определяют только по температурному градиенту ΔT:

если $\Delta T > 0$, то ВУВ соответствует конвекции;

если $\Delta T < 0$ – инверсии;

при $\Delta T = 0$ – изотермии.

Прогнозирование масштабов химического загрязнения при возможных авариях ведется с помощью формул (1)–(16) и данных, приведенных в табл. 1–9.

Эквивалентное количество вещества в первичном облаке определяется по формуле

$$Q_{э1} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0, \qquad (2)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения СДЯВ (табл. 1); K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой ток-

содозы хлора к пороговой токсодозе другого СДЯВ (табл. 1); K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха (для инверсии принимается равным 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,08); K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (табл. 1); Q_0 – количество выброшенного при аварии вещества, т.

Таблица 1

Значения вспомогательных коэффициентов для определения эквивалентного количества СДЯВ (АХОВ) и времени испарения

Наименование СДЯВ	Значения вспомогательных коэффициентов							
	K_1	K_2	K_3	K_7 для температуры воздуха, °С				
				–40	–20	0	20	40
Аммиак: – хранение под давлением	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
– изотермическое хранение	0,01	0,025	0,04	0/0,9	1/1	1/1	1/1	1/1
Ацетонциангидрин	0	0,002	0,316	0	0	0,3	1	1,5
Водород: – фтористый	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1
– хлористый	0,28	0,037	0,3	0,4/1	0,6/1	0,8/1	1/1	1,2/1
– цианистый	0	0,026	3	0	0	0,4	1	1,3
Диметиламин	0,06	0,041	0,5	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,5/1
Метил: – бромистый	0,04	0,039	0,5	0/0,2	0/0,4	0/0,9	1/1	2,3/1
– хлористый	0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1	0,6/1	1/1	1,5/1
– меркаптан	0,06	0,043	0,353	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,4/1
Нитрил акриловой кислоты	0	0,007	0,8	0,04	0,1	0,4	1	2,4
Окислы азота	0	0,04	0,4	0	0	0,4	1	1
Окись этилена	0,05	0,041	0,27	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	3,2/1
Сернистый ангидрид	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,3	0,3/1	1/1	1,7/1

Окончание табл. 1

Наименование СДЯВ	Значения вспомогательных коэффициентов							
	K_1	K_2	K_3	K_7 для температуры воздуха, °С				
				–40	–20	0	20	40
Сероводород	0,27	0,042	0,036	0,3 / 1	0,5 / 1	0,8 / 1	1 / 1	1,2 / 1
Сероуглерод	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1
Соляная кислота	0	0,021	0,3	0	0,1	0,3	1	1,6
Формальдегид	0,19	0,034	1	0 / 0,4	0 / 1	0,5 / 1	1 / 1	1,5 / 1
Фосген	0,05	0,061	1	0 / 0,1	0 / 0,3	0 / 0,7	1 / 1	2,7 / 1
Хлор	0,18	0,052	1	0 / 0,9	0,3 / 1	0,6 / 1	1 / 1	1,4 / 1
Хлорциан	0,04	0,048	0,8	0 / 0	0 / 0	0 / 0,6	1 / 1	3,9 / 1

Примечание. Значения коэффициента K_7 приведены в числителе – для расчета *первичного*, в знаменателе – для *вторичного облака* СДЯВ и времени испарения.

Для сжатых газов Q_0 вычисляется по формуле

$$Q_0 = dV_x, \tag{3}$$

где d – плотность СДЯВ, т/м^3 (табл. 2); V_x – объем хранилища, м^3.

При авариях на газопроводе Q_0 рассчитывается на основании соотношения

$$Q_0 = \frac{ndV_r}{100}, \tag{4}$$

где n – содержание СДЯВ в природном газе, %; d – плотность СДЯВ, т/м^3; V_r – объем секции газопровода между автоматическими отсекателями, м^3.

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке находится по следующей формуле:

$$Q_{э2} = (1 - K_1)K_2K_3K_4K_5K_6K_7\frac{Q_0}{hd}, \tag{5}$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения СДЯВ (табл. 1); K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических

свойств СДЯВ (табл. 1); K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого СДЯВ (табл. 1); K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 3); K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха (для инверсии принимается равным 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,08); K_6 – коэффициент, зависящий от времени N, прошедшего после начала аварии; K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (табл. 1); Q_0 – количество выброшенного при аварии вещества, т; h – толщина слоя СДЯВ, м; d – плотность СДЯВ, т/м^3.

Таблица 2

Физические и токсические свойства СДЯВ

Наименование СДЯВ	Плотность СДЯВ, т/м^3		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза, мг · мин/л
	газ	жидкость		
Аммиак:				
– хранение под давлением	0,0008	0,681	–33,42	15
– изотермическое хранение	–	0,681	–33,42	15
Ацетонциангидрин	–	0,932	120	1,2
Водород:				
– фтористый	–	0,989	19,52	4
– хлористый	0,0016	1,191	–85,1	2
– цианистый	–	0,687	25,7	0,2
Диметиламин	0,0020	0,680	6,9	1,2
Метил:				
– бромистый	–	1,732	3,6	1,2
– хлористый	0,0023	0,983	–23,76	10,8
– меркаптан	–	0,867	5,95	1,7
Нитрил акриловой кислоты	–	0,806	77,3	0,75
Окислы азота	–	1,491	21,0	1,5
Окись этилена	–	0,882	10,7	2,2
Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	–10,1	1,8
Сероводород	0,0015	0,964	–60,35	16,1
Сероуглерод	–	1,263	46,2	45
Соляная кислота	–	1,198	–	2
Формальдегид	–	0,815	–19,0	0,6
Фосген	0,0035	1,4332	8,2	0,6
Хлор	0,0032	1,553	–34,1	0,6
Хлорпикрин	–	1,658	112,3	0,02
Хлорциан	–	1,220	12,6	0,75

Таблица 3

Значение коэффициента K_4 в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K_4	1,0	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

Значение коэффициента K_6 находится после расчета продолжительности T, ч, испарения вещества:

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T; \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T. \end{cases}$$

При $T < 1$ ч K_6 принимается для 1 ч.

Продолжительность поражающего действия СДЯВ определяется временем его испарения с площади разлива.

Время испарения СДЯВ с площади разлива вычисляется по формуле

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7}, \tag{6}$$

где h – толщина слоя СДЯВ, м; d – плотность СДЯВ, т/м^3 (табл. 2); K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств СДЯВ (табл. 1); K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 3); K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (табл. 1).

Толщина слоя h жидкости СДЯВ, разлившихся свободно на подстилающей поверхности, принимается равной 0,05 м по всей площади разлива. Для СДЯВ, разлившихся в поддон или обваловку, толщина h определяется следующим образом:

– при разливах из емкостей, имеющих поддон (обваловку):

$$h = H - 0,2, \tag{7}$$

где H – высота поддона (обваловки), м;

– при разливах из емкостей, расположенных группой, имеющих общий поддон (обваловку):

$$h = \frac{Q_0}{Fd}, \tag{8}$$

где Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т; F – площадь разлива в поддон (обваловку), м^2; d – плотность СДЯВ, т/м^3.

Глубина зоны загрязнения первичным (вторичным) облаком СДЯВ при авариях на технологических трубопроводах, емкостях, хранилищах и транспорте оценивается по табл. 4.

Таблица 4

Глубина зоны загрязнения, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество СДЯВ, т										
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,60
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,01	28,73
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87
8	0,13	0,32	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66	5,70	7,37
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86

Если эквивалентное количество СДЯВ в первичном (вторичном) облаке, рассчитанное по формулам (2) и (5), не соответствует табличным (табл. 4), глубина зоны загрязнения облаком СДЯВ находится интерполированием по следующим формулам:

$$\Gamma_1 = \Gamma_{\min} + \left(\frac{\Gamma_{\max} - \Gamma_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}}\right)\left(Q_{э1} - Q_{\min}\right); \quad (9)$$

$$\Gamma_2 = \Gamma_{\min} + \left(\frac{\Gamma_{\max} - \Gamma_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}}\right)\left(Q_{э2} - Q_{\min}\right), \quad (10)$$

где Γ_1 и Γ_2 – глубина зоны загрязнения первичным (вторичным) облаком СДЯВ, км; $\Gamma_{\min}$ – минимально возможная глубина зоны загрязнения первичным (вторичным) облаком СДЯВ, км; $\Gamma_{\max}$ – максимально возможная глубина зоны загрязнения первичным (вторичным) облаком СДЯВ, км; $Q_{\min}$ – минимально возможное

количество СДЯВ в первичном (вторичном) облаке, т; Q_{max} – максимально возможное количество СДЯВ в первичном (вторичном) облаке, т; $Q_{э1}$ – эквивалентное количество СДЯВ (т) в первичном облаке, рассчитанное по формуле (2); $Q_{э2}$ – эквивалентное количество СДЯВ (т) во вторичном облаке, вычисленное по формуле (5).

Полная глубина зоны загрязнения, обусловленная воздействием первичного или вторичного облака СДЯВ, определяется по формуле

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \qquad (11)$$

где Γ' и Γ'' – соответственно наибольший и наименьший из размеров глубин Γ_1 и Γ_2.

Предельно возможная глубина переноса воздушных масс находится по следующей формуле:

$$\Gamma_n = N\upsilon, \qquad (12)$$

где N – время от начала аварии, ч; υ – скорость переноса переднего фронта загрязненного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (табл. 5).

Таблица 5

Скорость переноса переднего фронта облака загрязненного воздуха в зависимости от скорости ветра, км/ч

Степень вертикальной устойчивости воздуха	Скорость ветра, м/с										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Инверсия	5	10	16	21	–	–	–	–	–	–	–
Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	88
Конвекция	7	14	21	28	–	–	–	–	–	–	–

Площадь зоны возможного загрязнения для первичного (вторичного) облака СДЯВ рассчитывается по формуле

$$S_в = 8,72 \cdot 10^{-3}\Gamma^2\varphi, \qquad (13)$$

где $S_в$ – площадь зоны возможного загрязнения СДЯВ, км^2; Γ – глубина зоны загрязнения, км; φ – угловые размеры зоны возможного загрязнения (табл. 6).

Площадь зоны фактического загрязнения СДЯВ вычисляется по формуле

$$S_ф = K_8\Gamma^2 N^{0,2}, \qquad (14)$$

где $S_ф$ – площадь зоны фактического загрязнения СДЯВ, км^2; K_8 – коэффициент, зависящий от вертикальной устойчивости воздуха, принимается равным при инверсии – 0,081; изотермии – 0,133; конвекции – 0,235; Г – глубина зоны загрязнения, км; N – время, прошедшее после начала аварии, ч.

Таблица 6

Угловые размеры зоны возможного загрязнения СДЯВ в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	Меньше 0,5	0,6–1,0	1,1–2,0	Больше 2
Угловые размеры, °	360	180	90	45

Время подхода облака СДЯВ к заданному объекту зависит от скорости переноса переднего фронта облака загрязненного воздуха и определяется из соотношения

$$t = \frac{S_{(R)}}{\upsilon}, \qquad (15)$$

где $S_{(R)}$ – расстояние от источника загрязнения до заданного объекта защиты, км; υ – скорость переноса переднего фронта загрязненного воздуха, км/ч.

В случае разрушения химически опасного объекта при прогнозировании глубины зоны загрязнения рекомендуется брать данные на одновременный выброс суммарного запаса СДЯВ на объекте.

Эквивалентное количество СДЯВ в облаке загрязненного воздуха находится по формуле

$$Q_э = 20K_4K_5\sum_{i=1}^{n}\left(K_{2i}K_{3i}K_{6i}K_{7i}\frac{Q_i}{d_i}\right), \qquad (16)$$

где K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 3); K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха (для инверсии принимается равным 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,08); K_{2i} – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств i-го СДЯВ (табл. 1); K_{3i} – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе i-го СДЯВ (табл. 1); K_{6i} – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после разрушения объекта; K_{7i} – поправка на температуру для i-го СДЯВ (табл. 1); Q_i – запасы i-го СДЯВ на объекте, т; d_i – плотность i-го СДЯВ, т/м^3.

При проведении расчетов необходимо использовать значения степени вертикальной устойчивости воздуха (табл. 7), значения времени, прошедшего с начала аварии, N в степени 0,8 (табл. 8) и значения времени, прошедшего с начала аварии, N в степени 0,2 (табл. 9).

Таблица 7

Определение степени вертикальной устойчивости воздуха по прогнозу погоды

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность
Менее 2	ин	из	из (ин)	из	к (из)	из	ин	из
2,0–3,9	ин	из	из (ин)	из	из	из	из (ин)	из
4 и более	из	из	из	из	из	из	из	из

Примечание. Здесь ин – инверсия; из – изотермия; к – конвекция; буквы в скобках – при снежном покрове.

Таблица 8

Значение N в степени 0,8

Целые числа N	Значение $N^{0,8}$ при десятых									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,158	0,276	0,382	0,480	0,574	0,664	0,752	0,836	0,919
1	1,000	1,079	1,157	1,233	1,309	1,383	1,456	1,529	1,600	1,671
2	1,741	1,810	1,879	1,947	2,014	2,081	2,148	2,214	2,279	2,344
3	2,408	2,472	2,536	2,599	2,662	2,724	2,786	2,848	2,910	2,971
4	3,031	3,092	3,152	3,212	3,272	3,331	3,390	3,449	3,507	3,566
5	3,624	3,682	3,739	3,797	3,854	3,911	3,968	4,024	4,081	4,137
6	4,193	4,249	4,304	4,360	4,415	4,470	4,522	4,580	4,634	4,689
7	4,743	4,797	4,851	4,905	4,960	5,012	5,066	5,119	5,172	5,225
8	5,278	5,331	5,383	5,436	5,488	5,540	5,592	5,644	5,696	5,748
9	5,800	5,851	5,902	5,954	6,005	6,056	6,107	6,158	6,208	6,259
10	6,310	6,360	6,410	6,460	6,511	6,561	6,611	6,660	6,710	6,760

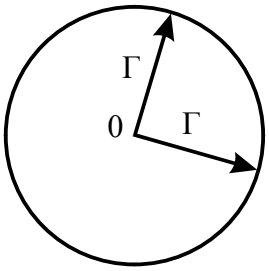
Таблица 9

Значение *N* в степени 0,2

Целые числа *N*	Значение $N^{0,2}$ при десятых									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,631	0,725	0,786	0,832	8,870	0,903	0,931	0,956	0,979
1	1,000	1,019	1,037	1,054	1,070	1,084	1,098	1,112	1,125	1,137
2	1,149	1,160	1,171	1,181	1,191	1,201	1,211	1,220	1,299	1,237
3	1,246	1,254	1,262	1,270	1,277	1,285	1,292	1,299	1,306	1,130
4	1,319	1,326	1,332	1,339	1,345	1,351	1,357	1,363	1,368	1,374
5	1,380	1,385	1,391	1,396	1,405	1,406	1,411	1,416	1,421	1,426
6	1,431	1,436	1,440	1,445	1,449	1,454	1,458	1,463	1,467	1,471
7	1,476	1,480	1,484	1,488	1,492	1,496	1,500	1,504	1,508	1,512
8	1,516	1,519	1,523	1,527	1,531	1,534	1,538	1,541	1,545	1,548
9	1,552	1,555	1,559	1,562	1,565	1,569	1,572	1,575	1,579	1,582
10	1,585	1,588	1,591	1,594	1,597	1,600	1,603	1,606	1,609	1,612

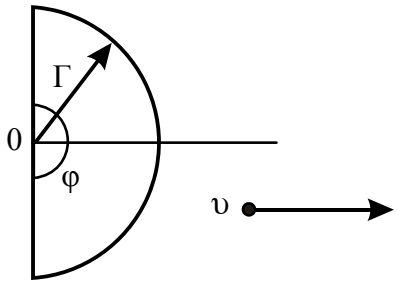
Порядок нанесения зон загрязнения на топографические карты и схемы. Зона возможного загрязнения облаком СДЯВ на картах (схемах) ограничена окружностью, полуокружностью или сектором, имеющим угловые размеры φ и радиус, равный глубине (Г) зоны загрязнения. Угловые размеры в зависимости от скорости ветра по прогнозу приведены в табл. 6 (см. на с. 13). Центр окружности, полуокружности или сектора совпадает с источником загрязнения.

1. При скорости ветра по прогнозу меньше 0,5 м/с зона загрязнения имеет вид окружности:



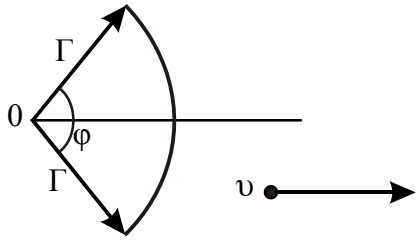
Точка «0» соответствует источнику загрязнения; угол φ = 360°; радиус окружности равен Г.

2. При скорости ветра по прогнозу 0,6–1,0 м/с зона загрязнения имеет вид полуокружности:



Точка «0» соответствует источнику загрязнения; угол φ = 180°; радиус полуокружности равен Г.

3. При скорости ветра по прогнозу больше 1 м/с зона загрязнения имеет вид сектора:



φ = 90° при υ = 1,1–2,0 м/с;
φ = 45° при υ > 2 м/с.

Точка «0» соответствует источнику загрязнения; радиус сектора равен Г; биссектриса сектора совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра.

2

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

2.1. Радиационная обстановка при применении ядерного оружия

Под ***радиационной обстановкой*** понимают совокупность последствий радиоактивного загрязнения местности, оказывающих влияние на деятельность хозяйственных объектов, сил гражданской обороны (МЧС) и населения.

Радиационная обстановка характеризуется размерами зон, степенью радиоактивного загрязнения – мощностью экспозиционной дозы (уровнем радиации) и дозами радиации до полного распада (рис. 1).

По степени радиоактивного загрязнения местности и возможным последствиям внешнего облучения на ней принято выделять четыре зоны: умеренного (зона А), сильного (зона Б), опасного (зона В) и чрезвычайно опасного (зона Г) загрязнения.

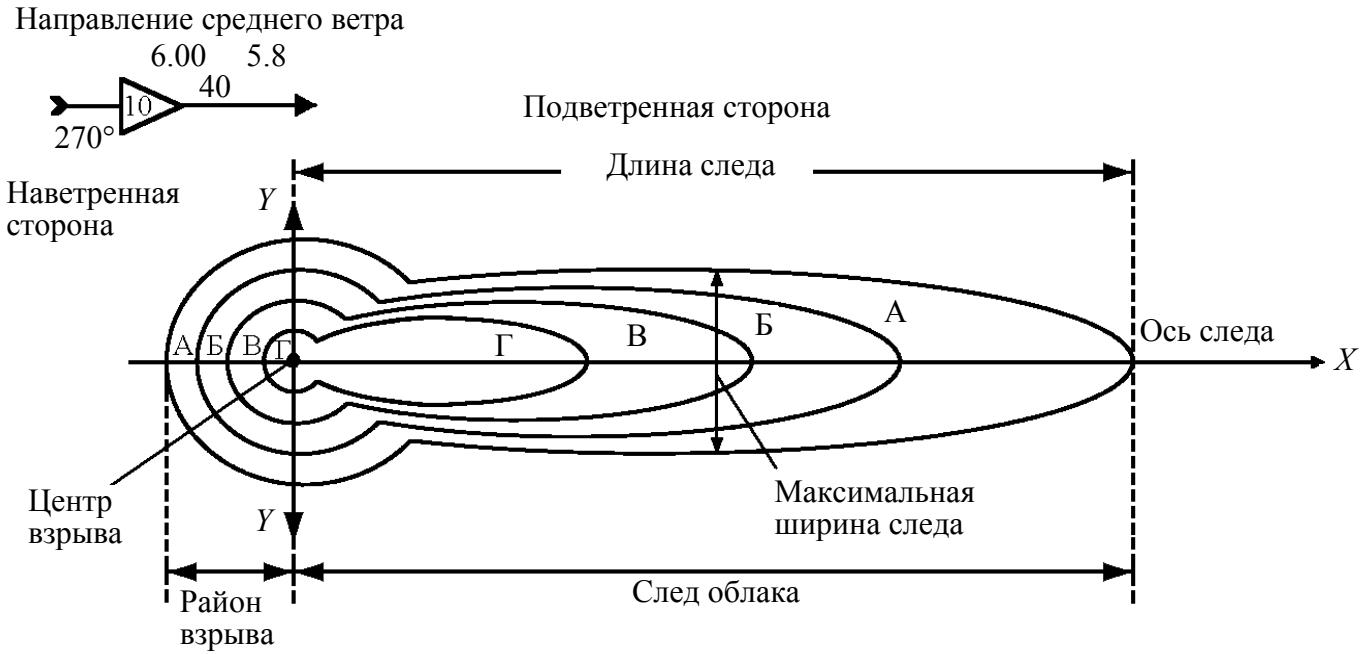
Источниками загрязнения местности и атмосферы при ядерном взрыве являются радиоактивные продукты (осколки деления ядерного горючего, часть ядерного горючего и радиоактивные вещества, образующиеся в грунте при воздействии нейтронов).

Оценка радиационной обстановки включает:

– определение масштабов радиоактивного загрязнения;

– анализ влияния радиоактивного загрязнения на деятельность объектов и населения;

– выбор наиболее целесообразных вариантов действий, при которых исключаются радиационные поражения.



Характеристика зон заражения

Зона	$\dot{X}_{1ч}$, Р/ч	$\dot{X}_{10ч}$, Р/ч	X, Р
А	8–80	0,5–5	40–400
Б	80–240	5–15	400–1200
В	240–800	15–50	1200–4000
Г	Более 800	Более 50	Более 4000

Рис. 1. Зоны радиоактивного загрязнения местности

Оценка радиационной обстановки проводится с использованием метода прогнозирования и по данным разведки.

Распространение радиоактивных веществ в атмосфере и выпадение их на поверхность земли позволяет предсказывать районы и время возможного выпадения радиоактивной пыли, размеры зон и общий характер распределения радиоактивности. Распространение радиоактивной пыли в атмосфере зависит от метеорологических условий.

2.1.1. Приведение мощности экспозиционной дозы (МЭД) к одному времени после взрыва

Пример 1. Время взрыва известно. На территории объекта в 12.00 МЭД составила 10 Р/ч. Определить МЭД на 1 ч после взрыва, если он произошел в 8.00.

Решение.

1. Находим время, прошедшее от момента взрыва до измерения МЭД:

$$\Delta t = 12.00 - 8.00 = 4.00 \text{ ч.}$$

2. По табл. 10 на момент измерения 4 ч для 1 ч после взрыва определяем коэффициент K, равный 5,3.

3. Рассчитываем МЭД на 1 ч после взрыва:

$$\dot{X}_1 = \dot{X}_4 K = 10 \cdot 5{,}3 = 53 \text{ Р/ч.}$$

Если время, прошедшее с момента взрыва, неизвестно, его определяют по скорости спада МЭД. Для этого в одной точке местности делают два замера МЭД с интервалом времени между измерениями 10, 20, 30 мин или любым другим. По найденному отношению МЭД при втором и первом измерениях $\frac{\dot{X}_2}{\dot{X}_1}$ и промежутку времени между измерениями с помощью табл. 11 определяют время с момента взрыва до времени второго измерения мощности экспозиционной дозы.

Пример 2. На территории объекта в 10.30 МЭД $\dot{X}_1$ составила 30 Р/ч, а в 11.00 в той же точке МЭД $\dot{X}_2$ – 24 Р/ч. Определить время ядерного взрыва.

Таблица 10

Коэффициенты перевода мощности экспозиционной дозы (МЭД) на различное время после взрыва

Время измерения МЭД (с момента взрыва)		Время после взрыва, на которое переводится МЭД, ч									
		0,5	1	2	3	4	6	8	10	12	24
мин	15	0,44	0,19	0,082	0,051	0,036	0,029	0,023	0,016	0,0096	0,0042
	20	0,61	0,27	0,12	0,071	0,051	0,041	0,032	0,022	0,013	0,0058
	25	0,8	0,35	0,15	0,094	0,067	0,055	0,042	0,03	0,018	0,0078
	30	1,0	0,44	0,19	0,12	0,082	0,067	0,052	0,037	0,022	0,0096
	40	1,4	0,61	0,27	0,17	0,12	0,098	0,075	0,053	0,031	0,014
	50	1,8	0,8	0,35	0,21	0,15	0,123	0,095	0,068	0,041	0,018
ч	1,0	2,3	1,0	0,44	0,27	0,19	0,155	0,12	0,086	0,051	0,022
	1,5	3,7	1,6	0,71	0,44	0,31	0,257	0,2	0,143	0,082	0,036
	2,0	5,3	2,3	1,0	0,61	0,4	0,36	0,28	0,2	0,12	0,051
	2,5	6,9	3,0	1,3	0,8	0,57	0,47	0,365	0,26	0,15	0,066
	3,0	8,6	3,7	1,6	1,0	0,71	0,58	0,45	0,32	0,19	0,082
	3,5	10,0	4,5	2,0	1,2	0,85	0,698	0,542	0,386	0,23	0,1
	4,0	12,0	5,3	2,3	1,4	1,0	0,817	0,635	0,452	0,27	0,12
	4,5	14,0	6,1	2,65	1,6	1,15	0,94	0,73	0,519	0,31	0,135
	5,0	16,0	6,9	3,0	1,8	1,3	1,062	0,825	0,587	0,35	0,15
	5,5	18,0	7,75	3,35	2,05	1,45	1,186	0,922	0,658	0,395	0,17
	6,0	20,0	8,6	3,7	2,3	1,6	1,31	1,02	0,73	0,44	0,19

Окончание табл. 10

Время измерения МЭД (с момента взрыва)		Время после взрыва, на которое переводится МЭД, ч									
		0,5	1	2	3	4	6	8	10	12	24
ч	6,5	22,0	9,45	4,1	2,525	1,77	1,448	1,126	0,804	0,482	0,21
	7,0	24,0	10,3	4,5	2,75	1,95	1,594	1,237	0,881	0,525	0,23
	7,5	26,0	11,15	4,9	2,975	2,125	1,735	1,346	0,956	0,567	0,25
	8,0	28,0	12,0	5,3	3,2	2,3	1,877	1,455	1,032	0,61	0,27
	8,5	30,0	13,0	5,7	3,45	2,475	2,02	1,566	1,11	0,657	0,29
	9,0	32,0	14,0	6,1	3,7	2,65	1,163	1,677	1,191	0,705	0,31
	9,5	34,0	15,0	6,5	3,95	2,825	2,306	1,79	1,27	0,752	0,33
	10,0	36,0	16,0	6,9	4,2	3,0	2,45	1,9	1,35	0,8	0,35
	11,0	40,5	18,0	7,75	4,75	3,35	2,737	2,125	1,51	0,9	0,395
	12,0	45,0	20,0	8,6	5,3	3,7	3,025	2,35	1,675	1,0	0,44
	14,0	54,67	24,0	10,4	6,4	4,5	3,675	2,85	2,025	1,2	0,53
	16,0	64,3	28,0	12,2	7,5	5,3	4,325	3,35	2,375	1,4	0,62
	18,0	74,0	32,0	14,0	8,6	6,1	4,975	3,85	2,725	1,6	0,71
сут	1	104	45	20	12	8,6	7,025	5,45	3,875	2,3	1,0
	2	240	104	45	28	20	16,32	12,65	8,975	5,3	2,3
	3	390	170	74	45	32	26,15	20,3	14,45	8,6	3,7
	4	550	240	104	64	45	36,75	28,5	20,25	12,0	5,3

Таблица 11

Время, прошедшее после взрыва до второго измерения (в зависимости от величины отношения мощности экспозиционной дозы (МЭД))

Отношение МЭД при втором и первом измерениях $\dot{X}_2 / \dot{X}_1$	Время между двумя измерениями							
	мин					ч		
	10	15	20	30	45	1	2	3
0,95	4 ч 00 мин	6 ч 00 мин	8 ч 00 мин	12 ч 00 мин	18 ч 00 мин	24 ч 00 мин	48 ч 00 мин	72 ч 00 мин
0,90	2 ч 00 мин	3 ч 00 мин	4 ч 00 мин	6 ч 00 мин	9 ч 00 мин	12 ч 00 мин	24 ч 00 мин	36 ч 00 мин
0,85	1 ч 20 мин	2 ч 00 мин	2 ч 10 мин	4 ч 00 мин	6 ч 00 мин	8 ч 00 мин	16 ч 00 мин	24 ч 00 мин
0,80	1 ч 00 мин	1 ч 30 мин	2 ч 00 мин	3 ч 00 мин	4 ч 30 мин	6 ч 00 мин	12 ч 00 мин	18 ч 00 мин
0,75	50 мин	1 ч 15 мин	1 ч 40 мин	2 ч 30 мин	3 ч 40 мин	5 ч 00 мин	9 ч 00 мин	14 ч 00 мин
0,70	40 мин	1 ч 00 мин	1 ч 20 мин	2 ч 00 мин	3 ч 00 мин	4 ч 00 мин	8 ч 00 мин	12 ч 00 мин
0,65	35 мин	50 мин	1 ч 10 мин	1 ч 40 мин	2 ч 30 мин	3 ч 20 мин	7 ч 00 мин	10 ч 00 мин
0,60	30 мин	45 мин	1 ч 00 мин	1 ч 30 мин	2 ч 10 мин	3 ч 00 мин	6 ч 00 мин	9 ч 00 мин
0,55	–	40 мин	50 мин	1 ч 20 мин	1 ч 50 мин	2 ч 30 мин	5 ч 00 мин	8 ч 00 мин
0,50	–	35 мин	45 мин	1 ч 10 мин	1 ч 45 мин	2 ч 20 мин	4 ч 30 мин	7 ч 00 мин
0,45	–	30 мин	40 мин	1 ч 00 мин	1 ч 30 мин	2 ч 00 мин	4 ч 00 мин	6 ч 00 мин
0,40	–	–	35 мин	55 мин	1 ч 25 мин	1 ч 50 мин	3 ч 40 мин	5 ч 30 мин
0,35	–	–	–	50 мин	1 ч 20 мин	1 ч 45 мин	3 ч 30 мин	5 ч 00 мин
0,30	–	–	–	–	1 ч 10 мин	1 ч 35 мин	3 ч 10 мин	4 ч 40 мин
0,25	–	–	–	–	1 ч 05 мин	1 ч 30 мин	3 ч 00 мин	4 ч 20 мин
0,20	–	–	–	–	1 ч 00 мин	1 ч 20 мин	2 ч 40 мин	4 ч 00 мин

Решение.

1. Находим интервал времени между измерениями:

$$\Delta t = 11.00 - 10.30 = 30 \text{ мин.}$$

2. Определяем отношение МЭД при втором и первом измерениях:

$$\frac{\dot{X}_2}{\dot{X}_1} = \frac{24}{30} = 0{,}8.$$

3. В табл. 11 по отношению МЭД, равному 0,8, и интервалу времени между двумя измерениями 30 мин устанавливаем, что от момента взрыва до второго измерения прошло Δt = 3 ч. Следовательно (11.00 – 3.00 = 8.00), взрыв произошел в 8.00. Это время используется в дальнейших расчетах.

2.1.2. Определение возможных доз облучения при нахождении на загрязненной местности

Для определения дозы облучения на загрязненной радиоактивными веществами местности необходимо знать время взрыва, мощность экспозиционной дозы (МЭД) на определенное время после взрыва, продолжительность нахождения на загрязненной местности и степень защищенности людей (табл. 12).

Изменение МЭД на радиоактивно загрязненной местности характеризуется зависимостью

$$\dot{X}_t = \dot{X}_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{-1,2}, \qquad (17)$$

где $\dot{X}_t$ – МЭД в рассматриваемый момент времени t после взрыва, Р/ч; $\dot{X}_0$ – максимальная МЭД в момент времени t_0 после взрыва, Р/ч.

Доза излучения за время от t_1 до t_2 составит:

$$X = \frac{5(\dot{X}_{\text{н}} t_1 - \dot{X}_{\text{к}} t_2)}{K_{\text{осл}}}, \qquad (18)$$

или

$$X = \frac{5\dot{X}_1 \left(t_{\text{н}}^{-0,2} - t_{\text{к}}^{-0,2} \right)}{K_{\text{осл}}}, \qquad (19)$$

где $\dot{X}_{\text{н}}$ и $\dot{X}_{\text{к}}$ – МЭД соответственно в начале $t_{\text{н}}$ и в конце $t_{\text{к}}$ пребывания в зоне загрязнения, Р/ч; $\dot{X}_1$ – МЭД на 1 ч после взрыва, Р/ч; $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления укрытия.

Таблица 12

Дозы облучения, получаемые на открытой местности при мощности экспозиционной дозы (МЭД) 100 Р/ч на 1 ч после взрыва

Время начала облучения с момента взрыва, ч	Продолжительность нахождения, ч														
	0,5	1	2	3	4	6	7	8	10	12	14	16	18	20	24
0,5	74,5	11,3	158,0	186,0	204,0	231,0	240,0	249,0	262,0	273,0	282,0	289,0	295,0	301,0	310,0
1,0	39,9	64,8	98,8	121,0	138,0	161,0	170,0	178,0	190,0	201,0	209,0	216,0	222,0	228,0	237,0
1,5	25,8	44,8	72,8	91,0	106,0	127,0	135,0	142,0	154,0	164,0	172,0	179,0	185,0	190,0	199,0
2,0	19,0	34,0	56,4	72,8	85,8	105,0	113,0	119,0	131,0	140,0	148,0	155,0	161,0	166,0	174,0
2,5	14,9	28,0	46,2	61,6	72,5	90,4	97,6	103,0	115,0	123,0	131,0	137,0	143,0	149,0	156,0
3,0	12,2	22,4	38,8	51,8	62,4	77,8	84,6	91,9	100,0	110,0	117,0	124,0	130,0	134,0	142,0
4,0	8,8	16,4	29,4	40,2	56,6	66,6	69,4	74,7	83,8	91,6	98,3	104,0	109,0	114,0	122,0
5,0	6,8	13,0	23,6	32,4	40,0	52,8	58,0	62,8	71,2	78,5	84,7	90,2	95,3	99,8	108,0
6,0	5,5	10,6	19,4	27,0	33,8	45,0	49,8	54,2	62,0	68,7	74,5	79,8	84,6	88,9	96,6
7,0	4,7	9,0	16,5	23,3	29,3	39,4	43,4	47,8	55,1	61,6	66,7	71,6	76,1	80,2	87,2
8,0	3,9	7,6	14,4	20,4	25,6	34,8	38,8	42,6	49,3	55,1	60,4	65,2	73,5	69,5	80,5
9,0	3,5	6,8	12,8	18,1	22,9	31,3	35,1	38,6	45,3	50,4	55,2	59,6	63,7	67,3	73,4
10,0	3,1	6,0	11,2	16,0	20,4	28,2	31,7	34,9	40,7	46,0	58,8	55,1	59,7	62,8	69,4
12,0	2,5	4,8	9,2	13,2	17,0	23,7	26,7	29,5	34,8	39,6	43,9	47,9	51,4	54,7	60,8
16,0	1,8	3,5	6,7	9,7	12,5	17,8	20,3	22,6	26,9	30,9	34,6	37,9	41,1	44,1	48,8
20,0	1,4	2,7	5,3	7,8	10,1	14,4	16,6	18,4	22,1	25,4	28,5	31,1	33,5	35,9	40,6
24,0	1,1	2,2	4,3	6,3	8,3	12,0	13,7	15,8	18,5	24,1	23,8	26,2	28,6	30,9	35,1

Примечание. При вычислении доз облучения для других значений МЭД необходимо дозу в таблице умножить на отношение $\dot{X}$ / 100, где $\dot{X}$ – фактическая МЭД на 1 ч после взрыва.

Со вторых суток после взрыва или при кратковременных пребываниях на загрязненной территории (несколько часов) в течение первых суток облучения целесообразно пользоваться упрощенной формулой:

$$X = \dot{X}_{\text{ср}}\, t,$$

$$\dot{X}_{\text{ср}} = \frac{\dot{X}_1 + \dot{X}_2 + \ldots + \dot{X}_n}{n}, \qquad (20)$$

где $\dot{X}_{\text{ср}}$ – среднее значение МЭД, Р/ч; n – количество измерений МЭД; t – время пребывания на радиоактивно загрязненной местности, ч.

При преодолении зон радиоактивного загрязнения расчет возможных доз производится по формуле

$$X = \frac{\dot{X}_{\text{ср}} L}{\upsilon K_{\text{осл}}}, \qquad (21)$$

где $\dot{X}_{\text{ср}}$ – средний уровень радиации на маршруте, Р/ч; L – длина маршрута, км; υ – скорость движения, км/ч; $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления транспортными средствами (табл. 13).

Коэффициент ослабления может быть рассчитан по формуле

$$K_{\text{осл}} = 2^{\frac{h}{d}}, \qquad (22)$$

где h – толщина слоя защитного материала, см; d – слой половинного ослабления, см (см. табл. 20 на с. 34).

Таблица 13

Коэффициент ослабления γ-излучения укрытиями и транспортными средствами

Наименование укрытий и транспортных средств	$K_{\text{осл}}$
Открытое расположение на местности	1
Открытые траншеи, щели	3
Перекрытые щели	50
Автомобили, автобусы	2
Железнодорожные платформы	1,5
Крытые вагоны	2
Пассажирские загоны	3
Производственные одноэтажные здания	7

Окончание табл. 13

Наименование укрытий и транспортных средств	$K_{осл}$
Жилые каменные дома:	
одноэтажные	10
подвал	40
двухэтажные	15
подвал	100
трехэтажные	20
подвал	400
пятиэтажные	27
подвал	400
Жилые деревянные дома:	
одноэтажные	2
подвал	7
двухэтажные	8
подвал	12
Убежища:	
1 класса	5000
2 класса	3000
3 класса	2000
4 класса	1000
Противорадиационные укрытия:	
1 группы	1000
2 группы	500
3 группы	200
4 группы	100

2.1.3. Определение продолжительности пребывания людей на загрязненной местности

Для определения продолжительности пребывания людей на загрязненной местности необходимо знать время входа ($t_{вх}$) на загрязненную местность (или время образования радиоактивного загрязнения), мощность экспозиционной дозы (МЭД) в момент входа ($\dot{X}_{вх}$) и дозу облучения, которую может получить население (личный состав формирований при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций), коэффициент ослабления.

Зная эти величины, рассчитывают отношение $\frac{XK_{осл}}{\dot{X}_{вх}}$ и по его показаниям в зависимости от времени входа или начала облуче-

ния, используя табл. 14, находят допустимое время пребывания в зоне радиоактивного загрязнения.

Таблица 14

Допустимое время пребывания на местности, загрязненной радиоактивными веществами, ч.мин

$\frac{XK_{осл}}{\dot{X}_{вх}}$	Время, прошедшее с момента взрыва до начала облучения										
	мин	ч.мин									
	30	1	2	3	4	5	6	8	10	12	24
0,2	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
0,3	0.30	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
0,4	0.40	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
0,5	1.00	0.40	0.35	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
0,6	1.10	1.00	0.45	0.45	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0,7	1.30	1.10	0.50	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
0,8	1.40	1.30	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0,9	2.00	1.40	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	0.55	0.55
1,0	3.10	2.00	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00
1,2	12.0	3.10	2.00	2.00	1.30	1.30	1.30	1.25	1.20	1.20	1.20
2,0	31.0	12.0	4.00	3.10	2.45	2.35	2.30	2.20	2.10	2.10	2.10
2,5	Без ограничения	31.0	6.30	4.30	3.50	3.30	3.15	3.00	2.50	2.50	2.40
3,0		Без ограничения	10.0	6.00	5.00	4.30	4.00	3.50	3.30	3.30	3.15
4,0			24.0	11.0	8.00	7.00	6.00	5.45	5.00	5.00	4.30
6,0			Без ограничения	36.0	20.0	15.0	12.0	10.0	8.00	8.00	7.00
10,0				Без ограничения	Без ограничения	60.0	40.0	25.0	21.0	18.0	13.0

Примечание. Здесь X – допустимая доза облучения; $K_{осл}$ – коэффициент ослабления; $\dot{X}_{вх}$ – МЭД в момент входа в загрязненный район или в момент обнаружения радиоактивных веществ.

2.1.4. Определение степени радиоактивного загрязнения техники

Степень радиоактивного загрязнения техники при выполнении задач на радиоактивно загрязненной местности ориентировочно может оцениваться по формулам из табл. 15.

Таблица 15

Оценка степени загрязнения техники при выполнении задач на радиоактивно загрязненной местности

Виды заражения	Условия загрязнения, грунт		
	сухая погода	дождь, влажный грунт	снегопад, снежный покров
При выпадении радиоактивной пыли (первичное заражение)	$Q = 100\dot{X}$	$Q = 500\dot{X}$	$Q = 300\dot{X}$
При преодолении зоны (вторичное заражение)	$Q = 1,01\dot{X}_{ср}$	$Q = 1500\dot{X}_{ср}$	$Q = 500\dot{X}_{ср}$

Примечание. В этих формулах Q – степень загрязнения техники, мР/ч; $\dot{X}$ – МЭД в данной точке местности в момент выпадения, Р/ч; $\dot{X}_{ср}$ – средняя МЭД на маршруте движения, Р/ч.

2.2. Оценка радиационной обстановки при аварии (разрушении) атомной электрической станции (АЭС)

Оценку радиационной обстановки при аварии (разрушении) АЭС проводят, используя следующие зависимости:

1) спад уровня радиации после аварии с выбросом в окружающую среду смеси радионуклидов может быть определен только по уравнению

$$\dot{X}_t = \dot{X}_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{-0,4}, \tag{23}$$

где $\dot{X}_t$ – МЭД в момент времени t после аварии, Р/ч; $\dot{X}_0$ – МЭД в момент времени t_0 после аварии, Р/ч;

2) расчет доз облучения персонала АЭС и ликвидаторов аварии производится по формуле

$$X = 1,7(\dot{X}_2 t_2 - \dot{X}_1 t_1), \tag{24}$$

или с учетом коэффициента ослабления:

$$X = \frac{1,7(\dot{X}_2 t_2 - \dot{X}_1 t_1)}{K_{осл}}, \tag{25}$$

где X – доза облучения, Р; $\dot{X}_1$ и $\dot{X}_2$ – МЭД соответственно в начале t_1 и в конце t_2 пребывания в зоне заражения, Р/ч; $K_{осл}$ – коэффициент ослабления.

Пример 1. Формированию гражданской обороны предстоит работать в течение (T) 6 ч на радиоактивно загрязненной местности ($K_{осл}$ = 1). Определить дозу облучения, которую получит личный состав формирования при входе в зону через 4 ч ($t_н$) после аварии, если МЭД к этому времени составил $\dot{X}_4 = 5$ Р/ч.

Решение.

1. Находим время окончания облучения:

$$t_к = t_н + T = 4 + 6 = 10 \text{ ч.}$$

2. По уравнению (23) рассчитываем МЭД на 10 ч после аварии:

$$\dot{X}_{10} = \dot{X}_4 \left(\frac{t_к}{t_н} \right)^{-0,4} = 5 \cdot \left(\frac{10}{4} \right)^{-0,4} = 3,47 \text{ Р/ч.}$$

3. По уравнению (24) вычисляем дозу облучения, которую получит личный состав формирования за время работ:

$$X = 1,7(\dot{X}_{10} t_{10} - \dot{X}_4 t_{10}) = 1,7 \cdot (3,47 \cdot 10 - 5 \cdot 4) = 25 \text{ Р.}$$

Пример 2. Определить допустимую продолжительность работы группы ликвидаторов аварии на радиоактивно загрязненной местности, если измеренный МЭД при входе в зону через $t_н$ = 2 ч после аварии составлял $\dot{X}_2 = 3$ Р/ч. Допустимая доза облучения $X_{доп} = 10$ Р, $K_{осл} = 1$.

Решение.

1. Находим коэффициент a:

$$a = \frac{\dot{X}_1}{X_{доп} K_{осл}} = \frac{\dot{X}_2}{K_2 X_{доп} K_{осл}} = \frac{3}{0,76 \cdot 10 \cdot 1} = 0,4$$

(при $t_н = 2$ коэффициент K_2 = 0,76, определяем по табл. 16).

2. По табл. 17 при a = 0,4 и $t_н = 2$ ч получаем допустимую продолжительность работы $t_{доп}$ = 4 ч.

Уравнения (23)–(25) используются для определения МЭД и доз при суммарном воздействии смеси радионуклидов аварийного выброса примерно в течение 10 лет после аварии. За этот период основная масса короткоживущих радионуклидов распадается и доза излучения будет зависеть от загрязнения долгоживущим радионуклидом цезий-137 (период полураспада $T_{1/2} = 30$ лет).

Таблица 16

Коэффициент $K_t = t^{-0,4}$ для пересчета МЭД на различное время t после аварии (разрушения) АЭС

t, ч	K_t	t, ч	K_t	t, ч	K_t	t, ч	K_t	t, ч	K_t	t, ч	K_t
0,5	1,32	3,5	0,61	6,5	0,474	9,5	0,408	16	0,33	120	0,146
1,0	1,0	4,0	0,575	7,0	0,465	10,0	0,4	20	0,303	144	0,137
1,5	0,85	4,5	0,545	7,5	0,474	10,5	0,39	24	0,282	168	0,129
2,0	0,76	5,0	0,525	8,0	0,434	11,0	0,385	48	0,213	192	0,122
2,5	0,7	5,5	0,508	8,5	0,427	11,5	0,377	72	0,182	216	0,116
3,0	0,645	6,0	0,49	9,0	0,417	12,0	0,37	98	0,162	240	0,112

Таблица 17

Допустимая продолжительность пребывания людей на радиоактивно загрязненной местности при аварии (разрушении) АЭС, ч.мин

$a = \frac{\dot{X}_1}{X_{\text{доп}} K_{\text{осл}}}$	Время, прошедшее с момента аварии до начала облучения, $t_{\text{н}}$, ч							
	1	2	3	4	6	8	12	14
0,2	7.30	8.35	10.00	11.30	12.30	14.00	16.00	21.00
0,3	4.50	5.35	6.30	7.10	8.00	9.00	10.30	13.30
0,4	3.30	4.00	4.35	5.10	5.50	6.30	7.30	1.00
0,5	2.45	3.05	3.35	4.05	4.30	5.00	6.00	7.50
0,6	2.15	2.35	3.00	3.20	3.45	4.10	4.50	6.25
0,7	1.50	2.10	2.30	2.40	3.10	3.30	4.00	5.25
0,8	1.35	1.50	2.10	2.25	2.45	3.00	3.30	4.50
0,9	1.25	1.35	1.55	2.05	2.25	2.40	3.05	4.00
1,0	1.15	1.30	1.40	1.55	2.10	2.20	2.45	3.40

Примечание. $\dot{X}_1 = \frac{\dot{X}_{\text{н}}}{K_t}$, где $\dot{X}_{\text{н}}$ – МЭД на начало облучения; K_t – коэффициент, соответствующий начальному времени облучения (табл. 16).

Для вычисления МЭД и доз в этом случае могут быть использованы следующие формулы:

$$\dot{X}_t = \frac{\dot{X}_0}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}}, \qquad (26)$$

где $\dot{X}_t$ – МЭД в рассматриваемый момент времени t, Р/ч; $\dot{X}_0$ – первоначальная (исходная) МЭД, соответствующая первоначальной поверхностной активности (уровень загрязнения) радионуклида, Р/ч; t – время, отсчитываемое от исходной активности (ис-

ходного уровня загрязнения), ч; $T_{1/2}$ – период полураспада радионуклида, год.

Тогда доза излучения за время от t_1 до t_2 составит

$$X = \frac{1{,}44 T_{1/2} \dot{X}_0 \left(2^{-\frac{t_1}{T_{1/2}}} - 2^{-\frac{t_2}{T_{1/2}}} \right)}{K_{\text{осл}}}. \qquad (27)$$

Для проведения практических расчетов по формуле (27) необходимо знать величину $\dot{X}_0$, соответствующую данному уровню загрязнения радионуклидом. При решении этой задачи используется зависимость

$$\dot{X}_0 = 0{,}2\,\mu E A n, \qquad (28)$$

где $\dot{X}_0$ – МЭД в момент времени t_0 после аварии, Р/ч; μ – линейный коэффициент ослабления (табл. 18); E – энергия γ-квантов, МэВ; A – поверхностная активность первоначального загрязнения, Ки/км^2; n – число γ-квантов, приходящихся на один распад.

Таблица 18

Линейный коэффициент ослабления γ-излучения воздухом

E, МэВ	0,1	0,25	0,5	0,7	1,0	2,0	3,0
$\mu \cdot 10^{-4}$, см$^{-1}$	1,98	1,46	1,11	0,95	0,81	0,57	0,46

Пример 3. Определить МЭД на местности, загрязненной радионуклидом цезий-137, через 10 и 20 лет после аварии, если первоначальная МЭД загрязнения составила $\dot{X}_0 = 20$ мР/ч. Период полураспада цезия-137 $T_{1/2} = 30$ лет.

Решение. Спад МЭД при загрязнении местности одним радионуклидом происходит в соответствии с уравнением (26):

$$\dot{X}_t = \frac{\dot{X}_0}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}};$$

$$\dot{X}_{10\text{лет}} = \frac{20}{2^{10/30}} = 15{,}9 \text{ мР/ч};$$

$$\dot{X}_{20\text{лет}} = \frac{20}{2^{20/30}} = 12{,}6 \text{ мР/ч}.$$

Пример 4. Определить дозу облучения населения при проживании его на местности с поверхностной активностью загрязнения

по цезию-137 A = 5 Ки/км^2 за период $t_1 = 10$ лет до $t_2 = 70$ лет после аварии. Период полураспада цезия-137 $T_{1/2} = 30$ лет, энергия γ-квантов E = 0,7 МэВ, число γ-квантов, приходящихся на один распад, n = 1. Коэффициент ослабления γ-излучения $K_{осл} = 2{,}5$.

Решение.

1. По уравнению (28) вычисляем МЭД, соответствующую первоначальной поверхностной активности A = 5 Ки/км^2:

$$\dot{X}_0 = 0{,}2\,\mu EAn = 0{,}2 \cdot 0{,}95 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 0{,}7 \cdot 1 = 6{,}6 \cdot 10^{-4} \text{ Р/ч.}$$

2. Для подстановки в уравнение (27) МЭД $\dot{X}_0$, полученный в Р/ч, пересчитываем на Р/год:

$$6{,}6 \cdot 10^{-4} \cdot 365 \cdot 24 = 0{,}58 \text{ Р/год.}$$

3. По уравнению (27) определяем дозу излучения:

$$X = \frac{1{,}44 T_{1/2} \dot{X}_0 \left(2^{-\frac{t_1}{T_{1/2}}} - 2^{-\frac{t_2}{T_{1/2}}} \right)}{K_{осл}} =$$

$$= \frac{1{,}44 \cdot 30 \cdot 0{,}58 \cdot (2^{-10/30} - 2^{-70/30})}{2{,}5} = 6{,}2 \text{ Р.}$$

При выпадении радиоактивных частиц из облака заражается не только местность, но и находящиеся на ней предметы, объекты, техника. Это первичное заражение объектов. В сухую погоду радиоактивная пыль, выпавшая на местность, под действием ветра может вновь подняться в воздух и стать источником вторичного заражения.

Возможные потери населения от облучения определяются в зависимости от величины дозы и времени ее получения (табл. 19).

Таблица 19

Радиационные потери при внешнем облучении, %

Суммарная доза радиации, Р	Радиационные потери за время облучения, сут				Суммарная доза радиации, Р	Радиационные потери за время облучения, сут			
	4	10	20	30		4	10	20	30
100	–	–	–	–	275	95	80	65	50
125	5	2	–	–	300	100	95	80	65
150	15	7	5	–	325	100	98	90	80
175	30	20	10	5	350	100	100	95	90
200	50	30	20	10	400	100	100	100	95
225	70	50	35	25	500	100	100	100	100
250	85	65	50	35					

2.3. Защита от ионизирующих излучений

Средняя длина пробега зависит от поглощающей среды и энергии α-частиц. В воздухе среднюю длину пробега α-частиц при энергии E_0 = 4–7 МэВ можно найти по формуле Гейгера:

$$\overline{R}_\alpha = 0{,}318\, E_\alpha^{3/2}, \tag{29}$$

где $\overline{R}_\alpha$ – средняя длина пробега α-частиц, см; E_α – энергия α-частиц, МэВ.

Толщина слоя вещества, в котором происходит полное поглощение β-частиц, соответствует максимальной длине пробега частиц, имеющих наибольшую энергию в данном спектре, и может быть определена по формуле

$$R_{\max} = \frac{0{,}546E_{\max} - 0{,}16}{\rho}, \tag{30}$$

где $R_{\max}$ – максимальная длина пробега (толщина поглощающего слоя), см; $E_{\max}$ – максимальная энергия β-частиц в спектре, МэВ; ρ – плотность поглощающего вещества, г/см^3.

Для расчета доз γ-излучения, рентгеновского и нейтронного излучения за преградой (толщиной h) используют зависимость

$$D = \frac{\dot{D}t}{2^{\frac{h}{d_{1/2}}}}, \tag{31}$$

где D – поглощенная доза излучения после защитного материала, рад; $\dot{D}$ – мощность поглощенной дозы излучения до защитного материала, рад; t – время излучения, ч; h – толщина защитного материала, см; $d_{1/2}$ – толщина защитного материала (табл. 20), ослабляющая излучение в 2 раза (слой половинного ослабления), см.

При решении вопросов защиты следует учитывать разницу в механизмах взаимодействия γ-излучения и нейтронов со средой, что предопределяет выбор защитных материалов. γ-Излучение сильнее ослабляется тяжелыми материалами, имеющими высокую плотность (свинец, сталь, бетон). Поток нейтронов лучше ослабляется легкими материалами, содержащими ядра легких элементов, например водорода (вода, полиэтилен).

Таблица 20

Величина слоев половинного ослабления ионизирующих излучений для некоторых материалов

Материал	Плотность, г/см^3	Слой половинного ослабления $d_{1/2}$, см	
		для γ-излучения	для нейтронов
Бетон	2,3	5,6	12,0
Вода	1,0	13,0	2,7
Грунт	1,8	7,2	12,0
Древесина	0,7	19,0	9,7
Кирпич	1,6	8,4	10,0
Полиэтилен	0,95	14,0	2,7
Свинец	11,3	1,3	12,0
Сталь	7,8	1,8	11,5
Лед	0,9	14,5	3,0

Среднесуточный коэффициент ослабления (защищенности) населения может быть рассчитан по формуле

$$K_{\text{осл}} = \frac{24}{t_1 / k_1 + t_2 / k_2 + t_3 / k_3 + t_4 / k_4}, \qquad (32)$$

где t_1, t_2, t_3, t_4 – время нахождения в течение суток в условиях радиоактивного загрязнения, ч; k_1, k_2, k_3, k_4 – коэффициенты ослабления (см. табл. 13 на с. 25–26).

Величина слоя половинного ослабления может быть определена через линейный коэффициент ослабления по формуле

$$d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu}. \qquad (33)$$

Толщина защитного экрана при заданном ослаблении $K_{\text{осл}}$ может быть рассчитана через слой половинного ослабления $d_{1/2}$ по формуле

$$h = \frac{d_{1/2} \ln K_{\text{осл}}}{0,693}. \qquad (34)$$

2.4. Активность и единицы ее измерения

Активность есть мера интенсивности распада радионуклида и определяется как количество распадов ядер атомов радиоактив-

ного вещества в единицу времени, т. е. как скорость распада ядер.

Если радиоактивное вещество содержит N атомов и его постоянная распада λ, выражающая долю распадающихся атомов в единицу времени, то активность будет равна

$$A_n = -\frac{dN}{dt} = N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N. \quad (35)$$

Известно, что постоянная радиоактивного распада λ и период полураспада $T_{1/2}$ связаны соотношением

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}. \quad (36)$$

Моль вещества содержит $6{,}02 \cdot 10^{23}$ атомов. В массе m вещества с массовым числом A, число атомов равно

$$N = \frac{6{,}02 \cdot 10^{23} m}{A}, \quad (37)$$

тогда активность источника выражается формулой

$$A_n = \frac{\ln 2 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} m}{A T_{1/2}}, \quad (38)$$

где A_n – активность радионуклида, Бк; m – масса рассчитываемого радионуклида, г; A – массовое число радионуклида; $T_{1/2}$ – период полураспада радионуклида, с.

Активность источника, в котором содержатся радиоактивные ядра одного вида, уменьшается во времени по экспоненциальному закону:

$$A_n = A_0 e^{-\frac{0{,}693t}{T_{1/2}}}, \quad (39)$$

где A_0 – активность источника в начальный момент времени ($t = 0$), Бк; t – текущее время, которому соответствует активность вещества A_n, с; $T_{1/2}$ – период полураспада радионуклида, с.

Единицей измерения активности (табл. 21) в Международной системе единиц (СИ) является **беккерель** (**Бк**), она названа в честь первооткрывателя радиоактивности, французского ученого Анри Беккереля.

Беккерель равен активности нуклида в радиоактивном источнике, в котором за 1 с происходит 1 распад:

$$1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп./с}.$$

Таблица 21

Единицы измерения активности

Величина	Название и обозначение				Соотношение между единицами
	единица СИ		внесистемная		
Активность	A	Бк	A	Ки	1 Бк = 1 расп./с = $2{,}703 \cdot 10^{-11}$ Ки, 1 Ки = $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Бк
Удельная активность	A_m	Бк/кг	$A_{уд}$	Ки/кг	1 Бк/кг = $0{,}27 \cdot 10^{-10}$ Ки/кг, 1 Ки/кг = $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Бк/кг
Объемная активность	A_v	Бк/м^3	$A_{об}$	Ки/л	1 Бк/м^3 = $0{,}27 \cdot 10^{-7}$ Ки/л, 1 Ки/л = $3{,}7 \cdot 10^{7}$ Бк/м^3
Поверхностная активность	A_s	Бк/м^2	$A_{пов}$	Ки/км^2	1 Бк/см^2 = 10^4 Бк/м^2 = 0,27 Ки/км^2, 1 Ки/км^2 = $3{,}7 \cdot 10^4$ Бк/м^2 = 3,7 Бк/см^2

В практике большое применение получила внесистемная единица измерения активности – **кюри** (**Ки**).

Один кюри равен активности нуклида в радиоактивном источнике, в котором за 1 с происходит $3{,}7 \cdot 10^{10}$ распадов:

$$1 \text{ Ки} = 3{,}7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}.$$

Такой активностью обладает 1 г радия и его активность была принята за единицу измерения кюри:

$$1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп./с} = 2{,}703 \cdot 10^{-11} \text{ Ки}.$$

ДОЗИМЕТРИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Ионизация – это явление (процесс) образования положительных и отрицательных ионов и свободных электронов из электрически нейтральных атомов и молекул.

Ионизирующее излучение – потоки частиц и электромагнитных квантов, взаимодействие которых со средой приводит к ионизации ее атомов и молекул. Ионизирующие излучения делятся на фотонные (электромагнитные) и корпускулярные (поток частиц), а по механизму воздействия на вещество они могут быть непосредственно или косвенно ионизирующими.

***Фотонное излучени*е** представляет собой электромагнитное излучение (γ-излучение, рентгеновское и тормозное излучение). Фотонное излучение имеет такую же природу образования, как и видимый свет или радиоволны, но отличается от них только меньшей длиной волны или большей жесткостью. С возрастанием частоты энергия квантов электромагнитного поля (фотонов), а следовательно, и их разрушительное влияние на молекулы вещества увеличивается. Длина волны λ рентгеновского излучения лежит в диапазоне от 10–100 нм до 0,01–1 пм, а γ-излучения – менее 0,1 пм. Энергия фотонов связана с их волновыми характеристиками соотношениями $\varepsilon = h\nu = hc / \lambda$, где h – постоянная Планка; ν – частота; c – скорость света. Отсюда следует, что энергия рентгеновских квантов лежит в диапазоне от 10–100 эВ до 1–100 МэВ, а γ-квантов – более 10 кэВ.

Корпускулярное излучение – это потоки элементарных частиц, которые имеют массу, отличную от нуля. Большинство из них – заряженные корпускулы: β-*частицы* (β^- – электроны и β^+ – позитроны), *протоны* (ядра водорода), *дейтроны* (ядра тяжелого водорода – дейтерия), α-*частицы* (ядра гелия) и *тяжелые ионы* (ядра других элементов, которые получили высокую энергию в специальных ускорителях). К корпускулярным излучениям относятся

и *нейтроны* – ядерные частицы, не имеющие заряда и опосредованно вызывающие ионизацию.

Действие ионизирующих излучений на вещество проявляется в ионизации и возбуждении атомов и молекул вещества. Количественной мерой воздействия излучений на вещество является доза излучения.

Доза излучения – это количество энергии ионизирующего излучения, поглощенного единицей массы облучаемой среды. Различают поглощенную, экспозиционную и эквивалентную дозы излучения.

3.1. Поглощенная доза излучения

Поглощенной дозой излучения называется количество энергии любого вида ионизирующего излучения, поглощенное единицей массы любого вещества:

$$D = \frac{dE}{dm}, \tag{40}$$

где dE – поглощенная энергия излучения; dm – масса вещества.

Поглощенная доза является количественной мерой воздействия ионизирующего излучения на вещество. За единицу измерения поглощенной дозы принят грей (Гр).

Грей – поглощенная доза излучения, соответствующая энергии 1 Дж ионизирующего излучения любого вида, переданной облученному веществу массой 1 кг:

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}.$$

На практике применяется внесистемная единица – **рад** (Rad – по первым буквам английского словосочетания «radiation absorbet dose»). Доза в 1 рад означает, что в каждом грамме вещества, подвергшегося облучению, поглощено 100 эрг энергии:

$$1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г} = 0{,}01 \text{ Дж/кг} = 0{,}01 \text{ Гр},$$

т. е. 1 Гр = 100 рад (1 эрг = 10 Дж).

3.2. Экспозиционная доза излучения

Для характеристики рентгеновского и γ-излучений по эффекту ионизации используют экспозиционную дозу. Эта доза выра-

жает энергию фотонного излучения, преобразованную в кинетическую энергию вторичных электронов, производящих ионизацию в единице массы атмосферного воздуха.

В качестве характеристики воздействия фотонного излучения с энергией от 5 кэВ до 3 МэВ на окружающую среду используют экспозиционную дозу X.

Экспозиционная доза фотонного излучения – это отношение суммарного заряда dQ всех ионов одного знака, образованных в сухом атмосферном воздухе (при полном торможении вторичных электронов и позитронов) в элементарном объеме dV, к массе воздуха dm в этом объеме:

$$X = \frac{dQ}{dm}. \qquad (41)$$

В СИ экспозиционная доза измеряется в **кулонах на килограмм** (**Кл/кг**), а внесистемной единицей является рентген (Р).

Рентген – это доза фотонного излучения, при которой в 1 $см^3$ сухого атмосферного воздуха в результате ионизации при нормальных условиях (температура 0°С, давление 101,3 кПа или 760 мм рт. ст.) образуется заряд q, равный $3{,}34 \cdot 10^{-10}$ Кл каждого знака, что соответствует образованию $2{,}08 \cdot 10^{9}$ пар ионов. Поскольку 1 $см^3$ воздуха имеет массу $1{,}29 \cdot 10^{-6}$ кг, то

$$1\ \text{Р} = \frac{3{,}34 \cdot 10^{-10}}{1{,}29 \cdot 10^{-6}} = 2{,}58 \cdot 10^{-4}\ \text{Кл/кг}.$$

Таким образом,

$$1\ \text{Р} = 2{,}58 \cdot 10^{-4}\ \text{Кл/кг};$$
$$1\ \text{Кл/кг} = 3{,}88 \cdot 10^{3}\ \text{Р}.$$

Дольные единицы: 1 мкР = 10^{-6} Р и 1 мР = 10^{-3} Р.

В условиях лучевого равновесия заряженных частиц экспозиционной дозе 1 Кл/кг соответствует поглощенная доза 33,8 Гр в воздухе и 36,9 Гр в биологической ткани.

Дозе в 1 Р соответствует поглощенная доза 0,87 рад в воздухе или 0,96 рад в биологической ткани. Поэтому в тканях с погрешностью до 5% экспозиционную дозу *в рентгенах* и поглощенную дозу *в радах* можно считать одинаковыми.

3.3. Эквивалентная доза излучения

Из-за разной ионизирующей способности α-, β- и γ-излучения даже при одной и той же поглощенной дозе оказывают разное поражающее биологическое действие.

Для оценки степени радиационной опасности воздействия ионизирующего излучения, когда облучение равномерно по всем тканям организма, применяют понятие ***эквивалентной дозы***.

Различие в величине радиационного воздействия можно учесть, приписав каждому виду излучения свой взвешивающий коэффициент излучения W_R (табл. 22).

Таким образом, ***взвешивающий коэффициент (коэффициент качества)*** излучения характеризует степень разрушительного воздействия на биологический объект и показывает, во сколько раз данный вид излучения более опасен, чем фотонное излучение при одинаковой поглощенной дозе D.

Таблица 22

Взвешивающие коэффициенты W_R для отдельных видов ионизирующего излучения (в соответствии с НРБ-2000)

Вид излучения	W_R
Рентгеновское и γ-излучение (любых энергий)	1
β-Излучение (электроны, позитроны)	1
Нейтроны с энергией: – менее 10 кэВ	5
– от 10 до 100 кэВ	10
– от 100 кэВ до 2 МэВ	20
– от 2 до 20 МэВ	10
– более 20 МэВ	5
Протоны с энергией более 2 МэВ	5
α-Частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20

Из табл. 22 видно, что γ-кванты и электроны поражают органическую ткань одинаково и для них $W_R = 1$. Для α-частиц $W_R = 20$.

Эквивалентная доза определяется как произведение средней поглощенной дозы $D_{T,R}$ в органе или в ткани на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения W_R:

$$H_{T,R} = W_R D_{T,R}. \quad (42)$$

Единицей эквивалентной дозы в СИ является **зиверт** (**Зв**). На практике чаще используются дольные единицы:

$$1 \text{ мЗв} = 10^{-3} \text{ Зв}; \; 1 \text{ мкЗв} = 10^{-6} \text{ Зв}.$$

В соответствии с формулой (42) для ионизирующего излучения со взвешивающим коэффициентом, равным единице $W_R = 1$:

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}.$$

В качестве внесистемной единицы эквивалентной дозы применяется **бэр** (биологический эквивалент рада):

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}; \; 1 \text{ бэр} = 0{,}01 \text{ Зв} = 1 \text{ сЗв}; \; 1 \text{ мЗв} = 0{,}1 \text{ бэр}.$$

Эквивалентная доза рассчитывается для какой-то условной ткани человеческого тела. Связь между единицами приведена в табл. 23.

Таблица 23

Связь между единицами доз

Доза	Единицы		Перевод
	в системе СИ	внесистемные	
Экспозиционная	Кулон на килограмм воздуха (Кл/кг)	Рентген (Р)	1 Кл/кг = 3876 Р
Поглощенная	Грей (Гр)	Рад	1 Гр = 100 рад
Эквивалентная	Зиверт (Зв)	Бэр	1 Зв = 100 бэр

3.4. Эффективная доза излучения

Когда облучение разных тканей организма неоднородно, то для оценки его воздействия на весь организм вводится понятие эффективной дозы. Это мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма (органов) человека с учетом радиочувствительности от воздействия ионизирующего излучения.

Эффективная доза – это сумма произведений эквивалентной дозы H_T в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты W_T:

$$E = \sum_T W_T H_T, \qquad (43)$$

где W_T – взвешивающий коэффициент (коэффициент радиационного риска), равный отношению риска облучения данного органа или ткани к суммарному риску при равномерном облучении всего тела.

Коэффициенты W_T позволяют учесть эффект облучения вне зависимости от того, облучается все тело равномерно или неравномерно. Значения взвешивающих коэффициентов для тканей и органов приведены в табл. 24. Сумма взвешивающих коэффициентов для всего организма равняется единице: $\sum_i W_T = 1$.

Таблица 24

Взвешивающие коэффициенты W_T для отдельных органов и тканей

Орган или ткань	W_T
Половые железы (гонады)	0,20
Красный костный мозг	0,12
Толстый кишечник	0,12
Легкие	0,12
Желудок	0,12
Мочевой пузырь	0,05
Молочная железа	0,05
Печень	0,05
Пищевод	0,05
Щитовидная железа	0,05
Кожа	0,01
Поверхности костных тканей	0,01
Остальные ткани	0,05
Итого	1,00

Эффективная доза, как и эквивалентная, в системе СИ измеряется в зивертах (Зв), внесистемная единица – бэр.

Для оценки последствий облучения населения используется годовая эффективная доза, которая учитывает общее (суммарное) облучение за календарный год и включает дозу внешнего и внутреннего облучения радионуклидами, поступившими в организм человека.

При хроническом употреблении загрязненных цезием-137 продуктов питания расчет индивидуальной дозы внутреннего облучения осуществляется по формуле

$$H_{\text{внутр}} = k\sum_i m_i A_{mi}, \qquad (44)$$

где k – дозовый коэффициент для цезия, равный $1{,}3 \cdot 10^{-8}$ Зв/Бк; m_i – годовое потребление i-го продукта питания, кг; A_{mi} – удельная активность i-го продукта, Бк/кг.

3.5. Мощность дозы и единицы ее измерения

Мощность дозы (уровень радиации) может изменяться во времени. Доза излучения, отнесенная к единице времени, называется ***мощностью дозы, или уровнем радиации***.

Измерение мощности доз позволяет определять время, в течение которого создаются дозы, не вызывающие опасного биологического эффекта в организме или вызывающие его поражение.

Мощность экспозиционной дозы $\dot{X}$ – отношение экспозиционной дозы ко времени:

$$\dot{X} = \frac{dX}{dt}. \qquad (45)$$

Единицей измерения мощности экспозиционной дозы излучения является кулон в секунду на килограмм – **ампер на килограмм**:

$$1 \text{ Кл/(кг} \cdot \text{с)} = 1 \text{ А/кг, так как } 1 \text{ Кл/с} = 1 \text{ А}.$$

На практике используется внесистемная единица экспозиционной дозы – **рентген в секунду** (**Р/с**) и **миллирентген в час** (**мР/ч**):

$$1 \text{ Р/ч} = 2{,}8 \cdot 10^{-4} \text{ Р/с};$$
$$1 \text{ мР/ч} = 2{,}8 \cdot 10^{-7} \text{ Р/с}.$$

Между единицами Р/ч и Кл/(кг · с) имеет место следующее соотношение:

$$1 \text{ Р/ч} = 7{,}2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/(кг} \cdot \text{с)}.$$

На территории Беларуси до аварии на Чернобыльской АЭС мощность экспозиционной дозы (естественный радиационный фон) в различных районах составляла 2–12 мкР/ч (0,02–0,12 мкЗв/ч).

Мощность поглощенной дозы $\dot{D}$ – отношение поглощенной дозы излучения ко времени:

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt}. \tag{46}$$

Единицей измерения мощности поглощенной дозы излучения является джоуль в секунду на килограмм (Дж/(кг · с)), а внесистемной единицей – рад в секунду (рад/с).

Мощность эквивалентной дозы $\dot{H}_T$ – отношение приращения эквивалентной дозы dH_T за промежуток времени dt к этому времени:

$$\dot{H}_T = \frac{dH_T}{dt}. \tag{47}$$

Единица мощности эквивалентной дозы в СИ – Зв/с или Зв/ч. Внесистемная единица – бэр/с или бэр/ч.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Устойчивость объекта – это его физическая устойчивость, способность противостоять стихийным бедствиям, авариям (катастрофам) и современным средствам поражения, т. е способность продолжать работу в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Исходные данные для оценки устойчивости работы объекта:

– характеристика конструкций зданий и сооружений, их прочность и огнестойкость;

– характеристика промышленного оборудования (станков, аппаратуры управления, автоматизированных систем и т. д.);

– характеристика зданий, помещений (категория) по пожаровзрывоустойчивости;

– характеристика коммунально-энергетических сетей;

– характеристика территории объекта и зараженной местности.

Оценку устойчивости работы объекта можно производить в следующей последовательности:

1) оценка инженерной защиты персонала объекта экономики;

2) оценка устойчивости инженерно-технического комплекса.

Для функционирования объекта экономики в условиях чрезвычайных ситуаций необходимо обеспечить физическую устойчивость инженерно-технического комплекса и защищенность персонала (обеспеченность средствами индивидуальной защиты и защитными сооружениями на объекте наиболее многочисленной рабочей смены).

4.1. Оценка устойчивости инженерно-технического комплекса к воздействию взрыва газовоздушной смеси

Инженерно-технический комплекс объекта включает здания и сооружения, технологическое оборудование и коммуникации, электросети, теплосети, водопровод, канализацию и газопровод.

Разрушение и повреждение зданий, сооружений, технологических установок и трубопроводов на предприятиях нефтеперерабатывающей, химической и некоторых других отраслей промышленности с взрыво-, газо- и пожароопасной технологией может привести к истечению газообразных или сжиженных углеводородных продуктов и сильнодействующих ядовитых веществ. При перемешивании углеводородных продуктов с воздухом образуются взрыво- или пожароопасные смеси, а по следу движения ядовитого облака – зоны опасного химического загрязнения.

Взрывоопасная смесь – смесь с воздухом газов, легковоспламеняющихся жидкостей, горючей пыли или волокон.

Взрыв – быстро протекающий процесс физического или химического превращения веществ, сопровождающийся выделением большого количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная создать угрозу жизни и здоровью людей, нанести материальный ущерб, ущерб окружающей среде и стать источником чрезвычайной ситуации.

В большинстве взрывов источником выделения энергии являются химические превращения веществ, связанные с окислением. Существует много веществ, в которых в том или ином виде запасено большое количество энергии в виде внутримолекулярных и межмолекулярных связей. В нормальных условиях эти вещества достаточно устойчивы и могут находиться в твердом, жидком, газообразном или аэрозольном состоянии. Однако в результате инициирующего воздействия (теплотой, трением) в них начинаются экзотермические процессы, протекающие с большой скоростью и приводящие к взрыву.

Наиболее распространенными конденсированными (твердые) взрывчатыми веществами (ВВ) являются тротил, гексоген, дымный порох, пироксилин, аммонал и др.

Взрывы конденсированных ВВ протекают в режиме детонации, при которой взрывная волна в заряде распространяется с постоянной скоростью.

Примерами взрывов, энерговыделение при которых обусловлено физическими процессами, могут служить аварийное выливание расплавленного металла в воду, при котором испарение протекает взрывным образом вследствие чрезвычайно быстрой теплоотдачи, и взрывы сжатых или сжиженных газов. В этом случае энергия определяется процессами, связанными с адиабатическим расширением парогазовых сред и перегревом жидкостей.

На промышленных предприятиях наиболее взрывоопасными являются образующиеся в нормальных или аварийных ситуациях газовоздушные (ГВС) и пылевоздушные (ПлВС) смеси.

Из газовоздушных смесей наиболее опасны взрывы смесей с воздухом углеводородных газов, а также паров легковоспламеняющихся жидкостей (табл. 25).

Таблица 25

Предел взрываемости смеси некоторых газов и пара с воздухом

Газ или пар	Предел взрываемости, об. %		Газ или пар	Предел взрываемости, об. %	
	нижний	верхний		нижний	верхний
Аммиак	15,5	27,0	Окись пропилена	2,0	22,0
Акрилонитрил	3,0	17,0	Окись углерода	12,5	74,2
Ацетилен	2,2	80,0	Окись этилена	3,0	80,0
Ацетон	2,0	13,0	Пропан	2,4	9,5
Бензин	1,2	7,0	Пропилен	2,0	11,0
Бензол	1,4	9,5	Пентан	1,4	7,8
Бутан	1,9	8,4	Сероуглерод	1,0	50,0
Бутилен	1,7	9,0	Сероводород	4,3	45,5
Водород	4,0	75,2	Синильная кислота	5,6	40,0
Гексан	1,2	7,0			
Гептан	1,0	6,0	Толуол	7,0	49,8
Гептил	4,7	100,0	Хлор	3,5	17,0
Дихлорэтан	6,2	15,9	Циклогексан	1,0	9,0
Керосин	1,0	7,0	Этан	3,2	12,5
Ксилол	3,0	7,6	Этилен	2,8	28,6
Метан	5,0	15,0	Этиловый спирт	19,0	67,0
Метиловый спирт	5,5	37,0	Этиловый эфир	1,85	40,0
			Этил бромистый	7,0	11,0
Метил хлористый	8,0	20,0	Этил хлористый	3,5	14,8

Взрывы пылевоздушных смесей происходят на деревообрабатывающих предприятиях, в мукомольном производстве, на зерновых элеваторах, при обращении с красителями, пищевыми продуктами, в текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности.

В основе взрывного горения лежат быстротекущие химические реакции окисления сгораемых материалов кислородом воздуха. Основным параметром, характеризующим опасность взрыва, являются концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения).

Нижний (верхний) концентрационный предел воспламенения (НКПВ) – минимальное (максимальное) содержание горючего в смеси горючее вещество – окислительная среда, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние при наличии источника воспламенения (пламя, искра, нагретое тело). Внутри этих пределов смесь горюча, а вне их – смесь гореть не способна.

Значение НКПВ применяют при расчете взрывобезопасных концентраций ГВС и ПлВС внутри технологического оборудования, трубопроводов, вентиляционных систем, а также для сравнительной оценки взрывоопасности веществ.

Концентрационные пределы воспламенения в объемных процентах при расчетах взрывобезопасных концентраций ГВС и ПлВС необходимо пересчитать в граммы на метр кубический с помощью следующего уравнения:

$$K_x = \frac{XM}{V_t}, \qquad (48)$$

где K_x – концентрация газа в воздухе, г/м^3; X – концентрация газа в воздухе, об. %; M – молекулярная масса газа, г; V_t – объем 1 моля газа в данных условиях, м^3 (при температуре 18–20°С принимать объем 1 моля равным $22{,}4 \cdot 10^{-3}$ м^3).

Например (см. табл. 25 на с. 47), для водорода концентрационные пределы воспламенения варьируют от 4 до 75,2 об. %. В результате пересчета получим: НКПВ $K_x = 4 \cdot 10^{-2} \cdot 2 / 22{,}4 \cdot 10^{-3} =$ $= 3{,}57$ г/м^3, ВКПВ соответственно составит 67,14 г/м^3.

На практике встречаются свободные воздушные взрывы, наземные (приземные) взрывы, взрывы внутри помещений (внутренний взрыв) ГВС или ПлВС, а также взрывы больших облаков ГВС. Суммарное выделение энергии при взрыве оценивается энергетическим потенциалом взрыва.

4.1.1. Взрыв (горение) газовоздушной смеси

Этот процесс происходит при утечках или внезапном разрушении герметичных емкостей, трубопроводов с углеводородными газами. Инициаторы горения или взрыва в этих условиях носят чаще всего случайный характер.

При взрыве ГВС, содержащей 100–200 т и более газа, образуется очаг взрыва, в котором принято выделять три круговые зоны (рис. 2).

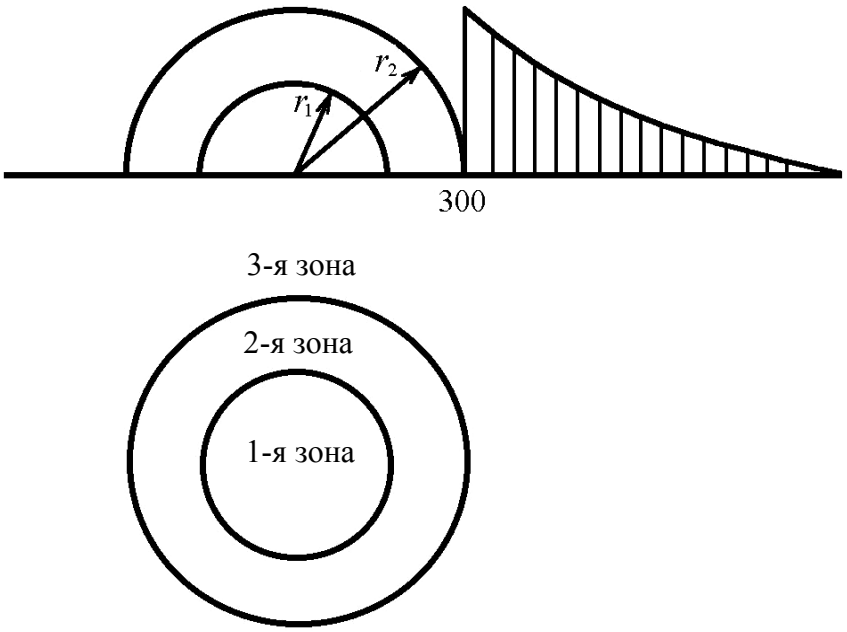


Рис. 2. Схема взрыва газовоздушной смеси

Первая зона – зона детонационной волны в пределах облака взрыва (зона полного разрушения). Поражающее действие характеризуется избыточным давлением во фронте детонационной волны (ΔP_1) в пределах ГВС, которое составляет около 1700 кПа. Радиус зоны может быть определен по формуле

$$r_1 = 17{,}5\sqrt[3]{Q}, \tag{49}$$

где Q – количество сжиженных углеводородных газов, т.

Вторая зона – зона действия продуктов взрыва, которая охватывает всю площадь разлета продуктов газовоздушной смеси в результате ее детонации. Радиус действия этой зоны рассчитывается по формуле

$$r_2 = 1{,}7r_1. \tag{50}$$

Избыточное давление (ΔP_2) во второй зоне по мере удаления уменьшается до 300 кПа.

Третья зона – зона действия воздушной ударной волны. В этой зоне формируется фронт ударной волны, который распространяется по поверхности земли. Величина избыточного давления во фронте ударной волны (ΔP_3) и расстояния, на которых эти давления действуют (R_3), определяются по графику (рис. 3) в зависимости от количества углеводородной смеси Q.

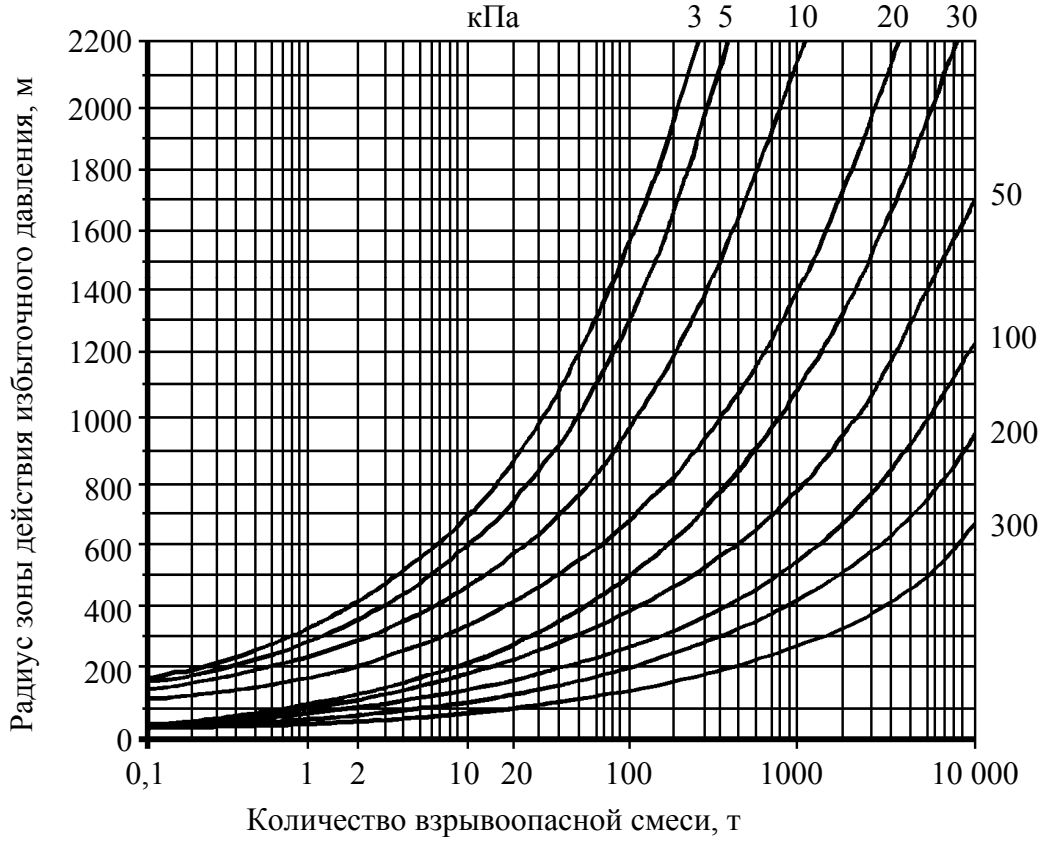


Рис. 3. Зависимость радиуса
зоны действия избыточного давления
от количества взрывоопасной смеси

Для оценки последствий в зонах детонационной волны данные формул (49) и (50) могут быть использованы для взрывов взрывоопасных продуктов массой 100–200 т и более. При взрыве меньшего количества ГВС воздействие избыточного давления детонационной ударной волны следует оценивать по данным для обычного тротилового заряда.

4.1.2. Взрывы внутри помещений (внутренний взрыв)

Эти взрывы характеризуются тем, что нагрузка воздействует на объект изнутри. Возникающие нагрузки зависят от многих факторов: типа взрывоопасной смеси, ее массы, полноты заполнения внутреннего объема помещения, местоположения взрывоопасной смеси в объеме помещения. Приближенную оценку возможных последствий взрыва внутри помещения можно производить по величине избыточного давления, возникающего в объеме производственного помещения.

1. Для ***горючих газов, паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей*** избыточное давление взрыва вычисляют по следующей формуле:

$$\Delta P = \left(P_{\max} - P_0\right)\left[\frac{M_{\text{г}} Z \cdot 100}{\rho_{\text{г}} V_{\text{св}} C_{\text{с}} K_{\text{н}}}\right], \qquad (51)$$

где $P_{\max}$ – максимальное значение взрыва стехиометрической газовоздушной или паровоздушной смеси в замкнутом объеме; определяется экспериментально или по справочным данным, при отсутствии данных допускается принимать равным 900 кПа; P_0 – начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа); $M_{\text{г}}$ – масса горючего газа или паров легковоспламеняющейся или горючей жидкости, поступившей в помещение в результате аварии, кг; Z – доля участия взвешенного дисперсного продукта во взрыве; $\rho_{\text{г}}$ – плотность газа, кг/м^3; $V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м^3 (определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием; если свободный объем определить невозможно, то его принимают условно равным 80% геометрического объема помещения); $C_{\text{с}}$ – стехиометрический коэффициент; $K_{\text{н}}$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения; допускается принимать равным 3.

2. Для ***химических веществ, кроме упомянутых выше, а также для смесей*** избыточное давление взрыва рассчитывают по формуле

$$\Delta P = \frac{M H_{\text{т}} P_0 Z}{V_{\text{св}} \rho_{\text{в}} T_0 K_{\text{н}} C_{\text{р}}}, \qquad (52)$$

где M – масса вещества, поступившего в помещение в результате аварии, кг; $H_{\text{т}}$ – теплота горения вещества, Дж/кг; P_0 – начальное

давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа); Z – доля участия взвешенного дисперсного продукта во взрыве; $V_{св}$ – свободный объем помещения, м^3; $\rho_в$ – плотность воздуха до взрыва при начальной температуре, кг/м^3; T_0 – начальная температура воздуха, К; $K_н$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения; $C_р$ – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг · К) (допускается принимать равной $1{,}01 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)).

3. Для ***горючих пылей***, находящихся во взвешенном состоянии, избыточное давление взрыва ΔP внутри помещений определяют по формуле (52), где при отсутствии данных коэффициент Z принимают равным 0,5. При ведении процессов с пожаровзрывоопасными пылями необходимо, чтобы концентрация пыли в аппарате или производственном помещении была ниже НКПВ (табл. 26).

Таблица 26

Основные параметры пожаровзрывоопасности пылевоздушных смесей (аэрозолей)

Материал	$H_т$, кДж/кг	$T_{самовоспл}$, °С	НКПВ, г/м^3	P_{max}, кПа
Древесина: – буковая	19 870	490	60	810
– еловая	20 305	397	27	550
– сосновая	20 850	399	34	520
Пыль: – ДСП	18 660	490	60	920
– ДВП	18 600	410	100	850
– березовая	19 800	450	20	710,2
– бумажная	11 800	390	50–70	220–580
Полиэтилен	46 100	380	45	630
Полистирол	39 800	360	27,5	590
Метилцеллюлоза	11 800	340–360	30	660
Мука: – пшеничная	16 807	380	10–35	520
– ржаная	16 800	410–470	67	760
– кормовая	16 800	470	97	620
Алюминий	30 130	320	58	830
Нафталин	39 900	520	2,5–8,0	651
Фталиевый ангидрид	21 000	650	12,6	750
Сера	9 205	190–220	35	560
Сахарная пудра	16 476	310–420	10,3–17,5	565

Окончание табл. 26

Материал	$H_т$, кДж/кг	$T_{самовоспл}$, °С	НКПВ, г/м^3	P_{max}, кПа
Краситель:				
– алый антрахиноновый	17 405	640–699	205	–
– дисперсный желтый	24 937	609–666	111	–
– дисперсный коричневый	20 670	516–533	197	–
– дисперсный оранжевый	21 715	329	39	–
– дисперсный сине-зеленый	23 472	634	80	710
– дисперсный синий	25 480	461	51	–
– дисперсный фиолетовый	22 468	537	206	–
– дисперсный черный	21 020	570	206	–
– дисперсный розовый	25 146	478	68	1 000
Волокно вискозное	–	460	42	650

На НКПВ пыли оказывает влияние размер частиц, их форма и состояние поверхности, дисперсность, влажность, электризуемость и другие факторы.

4. Для ***веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой и кислородом воздуха или друг с другом***, расчет избыточного давления проводят по формуле (52), принимая Z, равным 1.

Поражающим фактором при взрывах является ***воздушная ударная волна (ВУВ)*** – резкое сжатие воздуха, двигающегося со сверхзвуковой скоростью. ВУВ характеризуется избыточным давлением ($\Delta P_ф$) и скоростным напором ($\Delta P_{ск}$).

Воздушная ударная волна имеет разрушительную способность, если избыточное давление ($\Delta P_ф$) в ней выше 15 кПа. Она распространяется в среде перед фронтом пламени со звуковой скоростью. При взрыве исходная энергия превращается в энергию нагретых сжатых газов, которая переходит в энергию движения, сжатия и разогрева среды.

При достижении фронта ударной волны конструкций зданий и сооружений давление резко повышается до максимального значения за счет отражения от объекта. Разрушающие нагрузки зависят от устойчивости зданий и сооружений. Действие воздушной ударной волны на здания, сооружения, оборудование определяется не только избыточным давлением, но и скоростным напором воздушных масс.

При воздействии избыточного давления ВУВ люди получают травмы различной степени тяжести.

Характер разрушений зданий, сооружений и оборудования, которые вызваны воздействием избыточного давления, оценивается по табл. П1; степень тяжести травм персонала и населения избыточным давлением воздушной ударной волны – по табл. П2.

Применительно к жилым и промышленным зданиям степень разрушения характеризуется следующим состоянием конструкций:

– *слабые разрушения* (разрушаются оконные и дверные заполнения, легкие перегородки, частично – кровля, возможны трещины в стенах верхних этажей. Подвалы зданий сохраняются. Возможны травмы людей обломками конструкций);

– *средние разрушения* (разрушаются встроенные элементы внутренних перегородок, окна, двери, крыши, появляются трещины в стенах, происходит обрушение отдельных участков чердачных перекрытий и стен верхних этажей. Подвальные помещения сохраняются. Люди получают травмы обломками элементов конструкций);

– *сильные разрушения* (разрушаются части стен и перекрытия верхних этажей, образуются трещины, происходит деформация нижних этажей. Люди получают травмы обломками конструкций на всех этажах зданий).

Промышленное и энергетическое оборудование характеризуется:

1) при *слабых разрушениях* – деформацией трубопроводов; повреждением контрольно-измерительной аппаратуры; отдельными разрывами на линиях электропередач (ЛЭП); повреждением станков, которым потребуется замена электропроводки, приборов и других составных частей; повреждением системы смазки, гидравлики, передаточных механизмов и т. д.;

2) при *средних разрушениях* – отдельными разрывами и деформацией трубопроводов, кабелей; деформацией и повреждением отдельных опор линий электропередач (ЛЭП); деформацией и смещением на опорах цистерн, разрушением их выше уровня жидкости; повреждением станков, требующих капитального ремонта, смещением их относительно фундамента и т. д.

Станочное оборудование разрушается при избыточных давлениях 35–70 кПа, измерительные приборы – при 20–30 кПа, а наиболее чувствительные приборы могут повреждаться при 10 кПа и меньше. Повреждение промышленного оборудования возможно при обрушении конструкций зданий.

4.2. Оценка инженерной защиты персонала объекта

Инженерная защита персонала – это комплекс мероприятий, направленных на создание фонда сооружений, обеспечивающих защиту населения и работающих на производстве от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций.

Оценка укрытия наибольшей работающей смены проводится в следующей последовательности.

Оценка защитных сооружений по вместимости. Рассчитываем количество мест для укрываемых на имеющейся площади основного помещения исходя из установленных норм на одного человека:

$$\mathrm{M}_i = \frac{S_n}{S_1}, \quad \mathrm{M}_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{M}_i, \tag{53}$$

где S_n – площадь основного помещения для укрываемых в защитных сооружениях, м^2; S_1 – норма площади основного помещения на одного укрываемого, м^2.

Проверяем соответствие объема помещений в зоне герметизации установленной норме на одного укрываемого (не менее 1,5 м^3/чел.):

$$V_1 = \frac{S_0 h}{\mathrm{M}}, \tag{54}$$

где V_1 – объем помещения, приходящийся на одного укрываемого, м^3; S_0 – площадь всех помещений, м^2; h – высота помещения, м; М – количество мест для укрываемых в убежище.

Проверяем соответствие площади вспомогательных помещений установленным нормам:

$$S_{\text{всп}} = \mathrm{M}S_2, \tag{55}$$

где $S_{\text{всп}}$ – площадь вспомогательных помещений, м^2; М – количество мест для укрываемых; S_2 – норма площади вспомогательного помещения на одного укрываемого, м^2 (табл. 27).

Определяем количество нар для размещения укрываемых:

$$\mathrm{H} = \mathrm{MД}, \tag{56}$$

где М – количество мест для укрываемых в защитном сооружении; Д – установленная норма (0,2 – при 2-ярусном расположении нар, 0,3 – при 3-ярусном расположении нар).

Рассчитываем коэффициент вместимости, который характеризует возможности защитного сооружения по укрытию людей:

$$K_{\text{вм}} = \frac{\text{М}_{\text{общ}}}{N}, \quad (57)$$

где $\text{М}_{\text{общ}}$ – количество мест для укрываемых; N – численность персонала, подлежащего укрытию (наибольшая работающая смена).

Требования к защитным сооружениям (табл. 27) приведены в соответствии с техническим кодексом установившейся практики для убежищ, противорадиационных укрытий (ПРУ), сооружений двойного назначения и защитных укрытий ТКП 45.3.02-231-2011 «Защитные сооружения гражданской обороны. Нормы проектирования».

Таблица 27

Требования к защитным сооружениям гражданской обороны

Основные требования	Норма
Площадь пола основного помещения на одного человека, м^2, при высоте помещения:	
– 2,15 м	0,6
– 2,15–2,9 м	0,5
– 2,9 м и более	0,4
в защитных сооружениях двойного назначения	1,0
Внутренний объем помещения на одного человека, м^3	1,5
Место для сидения на одного человека, м	0,45×0,45
Место для лежания на одного человека, м	1,8×0,55
Площадь вспомогательных помещений на одного человека, м^2:	
– без автономных систем водо-, электроснабжения	0,12
– при наличии ДЭС, но без автономного водоснабжения	0,13
– с автономными системами водо-, электроснабжения при вместимости:	
до 600 чел.	0,23
600–1200 чел.	0,22
более 1200 чел.	0,2
Площадь медпункта при вместимости 900–1200 чел., м^2	9
Санпост на каждые 500 чел., м^2	2
Площадь помещения на один комплект ФВК-1 (ФВК-2), м^2	9–12
Площадь помещения для ДЭС, м^2	16–20
Содержание кислорода, не менее, %	16,5
Концентрация углекислого газа, не более, %	4
Концентрация окиси углерода, не более, мг/м^3	100
Концентрация метана, не более, мг/м^3	300
Концентрация пыли, не более, мг/м^3	10
Относительная влажность воздуха, не менее и не более, %	30 и 90
Температура воздуха в убежище, не более, °С	32

В таблице приведены объемно-планировочные и конструктивные решения к основным и вспомогательным помещениям, основные данные по микроклимату защитных сооружений.

Оценка защитных свойств сооружений. Защитные свойства определяем по ионизирующим излучениям. Вычисляем коэффициент ослабления радиации:

$$K_{\text{осл}} = K_{\text{зас}} \cdot 2^{\frac{h}{d_{\text{пол}}}}, \tag{58}$$

где $K_{\text{зас}}$ – коэффициент, учитывающий условия расположения защитного сооружения (характер окружающей застройки), (см. табл. П3); h – толщина слоя материала защитного сооружения, см; $d_{\text{пол}}$ – толщина слоя половинного ослабления, см.

Для защитных сооружений, имеющих многослойное перекрытие из разных материалов, коэффициент ослабления радиации находим по формуле

$$K_{\text{осл}} = K_{\text{зас}} \cdot 2^{\frac{h_1}{d_{\text{пол}}}} \cdot 2^{\frac{h_2}{d_{\text{пол}}}}. \tag{59}$$

Толщину стен сооружений рассчитываем из следующего соотношения:

$$h = \frac{d_{\text{пол}} \ln K_{\text{осл}}}{0,693}. \tag{60}$$

Оценка систем жизнеобеспечения защитных сооружений. Оценка системы воздухоснабжения. В ходе расчетов выбираем тип и параметры фильтровентиляционных комплектов (ФВК), определяем количество подаваемого воздуха системой в режиме I – чистой вентиляции и в режиме II – фильтровентиляции (см. табл. П4).

Вычисляем количество укрываемых, которое может обеспечить система очищенным воздухом:

$$N_{\text{возд}} = \frac{W_{\text{о}}}{W_{\text{н}}}, \tag{61}$$

где $W_{\text{о}}$ – общая производительность системы воздухоснабжения, м^3/ч; $W_{\text{н}}$ – норма подачи воздуха на одного человека в час, м^3/ч: в режиме чистой вентиляции – 10, в режиме фильтровентиляции – 2 м^3/ч на человека.

Оценка системы водоснабжения осуществляется по формуле

$$N_{\text{вод}} = \frac{W_{\text{о.вод}}}{W_{1\text{н}}\text{С}}, \quad (62)$$

где $W_{\text{о.вод}}$ – общий запас воды в защитном сооружении, л; $W_{1\text{н}}$ – норма обеспечения водой одного укрываемого в сутки (норма – 3 л/сут); С – заданный срок пребывания укрываемых в защитном сооружении, сут.

Оценка санитарно-технических систем. Расчет проводится исходя из норм: один писсуар и унитаз на 150 мужчин, один унитаз на 75 женщин, умывальник из расчета на 200 человек, но не менее одного на санузел. Санузел подключается к внешним водопроводным и канализационным сетям. Санузел оборудуется аварийным резервуаром для сбора стоков. В перекрытии резервуара устраивают отверстия, используемые вместо унитазов, и закрывают их крышками.

Вместимость резервуара определяется из расчета 2 л/сут сточных вод. Количество обслуживаемых системой укрываемых находится из соотношения

$$N_{\text{о.с.-т}} = \frac{W_{\text{о.с.-т}}}{W_{\text{н}}\text{С}}, \quad (63)$$

где $W_{\text{о.с.-т}}$ – общая вместимость санитарно-технической системы, л; $W_{\text{н}}$ – норма сточных вод на одного укрываемого в сутки, л/сут; С – заданный срок пребывания укрываемых в защитном сооружении, сут.

На основании расчетов оценивается возможность системы жизнеобеспечения по минимальному показателю. При этом учитывается, что определяющим показателем является система воздухоснабжения.

Оценка защитных сооружений по своевременному укрытию людей. Оценка защитных сооружений по своевременному укрытию людей проводится в зависимости от их расположения относительно мест работы. Нормы для расчетов: движение от места работы до убежища – 100 м за 2 мин, время заполнения убежища – 2 мин.

На основании расчетов делаются **общие выводы (вариант)**.

1. На объекте инженерной защитой обеспечивается (%) наибольшей работающей смены.

2. Возможности имеющегося убежища используются не полностью из-за ограниченной производительности системы вентиляции.

3. Для обеспечения инженерной защиты всего состава работающей смены необходимо:

– дооборудовать систему воздухоснабжения убежища одним комплектом ФВК-1;

– построить дополнительно одно убежище вместимостью на столько-то человек с пунктом управления и защищенной ДЭС для аварийного электрообеспечения двух убежищ на объекте;

– до завершения строительства убежища предусмотреть защиту неукрываемой части персонала в подвальных помещениях, оборудовав их фильтровентиляционными системами.

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Стихийные бедствия – опасные природные явления географического, геологического, атмосферного происхождения, которые характеризуются внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушениями, уничтожением материальных ценностей, травмами и гибелью людей. Эти явления служат причиной многочисленных аварий и катастроф, появления вторичных поражающих факторов.

Основных виды стихийных бедствий: землетрясения, извержения вулканов, ураганы (циклоны, тайфуны), обильные снегопады, затяжные сильные дожди, сели, оползни, лесные и торфяные пожары, обледенение дорог и линий электропередач, наводнения, цунами и др.

5.1. Землетрясения

Землетрясение – подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии Земли и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Эпицентр землетрясения – проекция центра очага землетрясения на земную поверхность.

Основные критерии (параметры) землетрясения:

– глубина очага (гипоцентра) – до 30 км, а в отдельных случаях – до 750 км;

– продолжительность колебаний грунта – 20–25 с (до 90 с);

– сейсмическая энергия;

– интенсивность землетрясения.

Сейсмическая энергия – это энергия, излучаемая из гипоцентра землетрясения в форме сейсмических волн. Она измеряется с

помощью *шкалы Рихтера* от 1 до 8,9 магнитуд (*М*). ***Магнитуда*** – величина, соответствующая десятичному логарифму максимальной амплитуды колебаний маятника сейсмографа в микронах в 100 км от эпицентра землетрясения.

Сила колебаний земной поверхности на удалении от эпицентра определяется ***интенсивностью землетрясения***. Это степень ущерба, нанесенного подземной стихией в данном конкретном месте. Она зависит не только от сейсмической энергии, но и от расстояния до эпицентра, свойств грунта, качества строительства и др. и определяется с помощью 12-балльной шкалы Меркалли (табл. 28).

Таблица 28

Краткая характеристика возможной интенсивности землетрясений по 12-балльной шкале Меркалли (MSK-64)

Балл	Наименование землетрясения	Краткая характеристика землетрясений
I	Незаметное	Отмечается только сейсмическими приборами
II	Очень слабое	Ощущается отдельными людьми, находящимися в полном покое
III	Слабое	Ощущается лишь частью населения
IV	Умеренное	Легкое дребезжание и колебание предметов, посуды и оконных стекол
V	Довольно сильное	Сотрясение зданий, колебание мебели, трещины в стеклах и штукатурке
VI	Сильное	Ощущается всеми. Падают со стен картины, откалываются куски штукатурки, трескаются стены, легко повреждаются здания
VII	Очень сильное	Трещины в стенах каменных домов, антисейсмические и деревянные постройки остаются невредимыми
VIII	Разрушительное	Трещины на почве, сдвиг или опрокидывание памятников, сильное повреждение домов
IX	Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных построек, перекосы деревянных домов
X	Уничтожающее	Разрушение каменных построек. Трещины в почве, иногда до метра шириной, оползни, обвалы со склонов, искривление железнодорожных рельсов
XI	Катастрофическое	Оползни, обвалы, широкие трещины в земле. Каменные дома совершенно разрушаются
XII	Абсолютно или сильно катастрофическое	Ни одно сооружение не выдерживает. Обширные изменения ландшафта, огромные трещины в земле, оползни и обвалы. Возникновение водопадов, подпруд на озерах, изменение течения рек

Нулевая отметка на сейсмографе означает абсолютное спокойствие почвы, один балл указывает на слабый толчок, каждый последующий означает толчок в 10 раз сильнее предыдущего.

В России и странах СНГ используется *шкала MSK-64*.

Соотношение между сейсмической энергией (в магнитудах по Рихтеру) и интенсивностью землетрясения (в баллах по шкале MSK-64) приведено в табл. 29.

Таблица 29

Соотношение между шкалой Рихтера и MSK-64

Магнитуда по Рихтеру	4,0–4,9	5,0–5,9	6,0–6,9	7,0–7,9	8,0–8,9
Интенсивность по шкале MSK-64	IV–V	VI–VII	VIII–IX	IX–X	XI–XII

Связь между магнитудой и интенсивностью землетрясения на расстоянии от эпицентра выражается соотношением

$$J = 1{,}5M - 3{,}5\lg\sqrt{R^2 + h^2} + 3, \qquad (64)$$

где J – интенсивность землетрясения по шкале MSK-64; M – магнитуда землетрясения по шкале Рихтера; R – расстояние от эпицентра землетрясения, км; h – глубина очага (гипоцентра) землетрясения, км.

Степень разрушения зданий и сооружений в зависимости от интенсивности землетрясения оценивается по табл. 30.

Таблица 30

Степень разрушения строений при землетрясениях, баллы

Тип (конструкция) здания	Степень разрушения		
	слабое	среднее	сильное
Кирпичные с железобетонными перекрытиями: – малоэтажные (до 4 этажей)	6–7	7,0–7,5	7,5–8,0
– многоэтажные (до 8 этажей)	5–6	6–7	7,0–7,5
Те же, антисейсмические: – малоэтажные (до 4 этажей)	6,5–7,5	7,5–8,0	8,0–8,5
– многоэтажные (до 8 этажей)	6–7	7–8	8,0–8,5
Каркасы с железобетонными перекрытиями: – малоэтажные (до 4 этажей)	6,5–7,5	7,5–8,0	8,0–8,5
– многоэтажные (до 8 этажей)	5,5–6,5	6,5–7,5	7,5–8,0

Окончание табл. 30

Тип (конструкция) здания	Степень разрушения		
	слабое	среднее	сильное
Те же, антисейсмические: – малоэтажные (до 4 этажей)	7–8	8,0–8,5	8,5–9,0
– многоэтажные (до 8 этажей)	6–7	7–8	8,0–8,5
Железобетонные крупнопанельные: – малоэтажные (до 4 этажей)	6–7	7,0–7,5	7,5–8,0
– многоэтажные (до 8 этажей)	5–6	6,0–7,5	7,5–8,0
Те же, антисейсмические: – малоэтажные (до 4 этажей)	6,5–7,5	7,5–8,0	8,0–8,5
– многоэтажные (до 8 этажей)	5–6	6,0–7,5	7,5–8,0
Железобетонные каркасные: – многоэтажные	7,0–7,5	7–8	8,0–8,5
– высотные (более 25 этажей)	6,5–7,5	7,5–8,5	8,5–9,0
Железобетонные с большими пролетами	7,0–7,5	7–8	8,0–8,5
Те же, антисейсмические	7–8	8,0–8,5	8,5–9,0
Здания электростанций	7,0–7,5	7,5–8,0	8–9
Те же, антисейсмические	7,5–8,0	8,0–8,5	8,5–9,5
Подвалы зданий	7–8	8–9	9–10
Убежища 3-го класса	9–10	10–11	11–12
Быстровозводимые убежища	7,5–8,5	8,5–9,5	9,5–11,0
Водонапорные башни	6–7	7–8	8–9
Емкости наземные	7,0–7,5	7,5–8,5	8,5–9,5
Воздушные ЛЭП высокого напряжения	7–8	8,0–8,5	8,5–9,0
Антенные устройства	6–7	7–8	8–9
Подземные сети	9–11	11–12	12–13

5.2. Ураганы

Ураган – спиралевидное движение воздушных масс, скорость которых превышает 32,6 м/с. Ураганами также называют тропические циклоны (тайфуны), скорость ветра в которых превышает 50 м/с. Ветер, скорость которого достигает 20–24 м/с, валит ветхие строения, срывает крыши с домов. Степень разрушения жилых и промышленных зданий ураганом оценивается по табл. 31.

Таблица 31

Степень разрушения при ветровой нагрузке, м/с

Тип строения	Степень разрушения			
	слабое	среднее	сильное	полное
Промышленные здания с легким металлическим каркасом (бескаркасные)	30	30–50	50–70	>70
Кирпичные: – малоэтажные	25	25–40	40–60	>60
– многоэтажные	25	25–35	35–50	>50
Административные здания с железобетонным каркасом	35	35–50	50–60	>60
Крупнопанельные жилые здания	30	30–40	40–50	>50
Склады кирпичные	30	30–45	45–55	>55
Трансформаторные подстанции	45	45–70	70–100	>100
Водонапорные башни	35	35–55	55–85	>85
Резервуары: – наземные	40	40–55	55–70	>70
– заглубленные	45	45–65	65–85	>85
Насосные станции: – наземные кирпичные	30	30–40	40–50	>50
– наземные железобетонные	35	35–45	45–55	>55
– заглубленные железобетонные	40	40–50	50-65	>65
Крановое оборудование	40	40–55	55–65	>65
Контрольно-измерительная аппаратура	25	25–35	35–45	>45
Трубопроводы: – наземные	45	45–60	60–80	>80
– на эстакаде	40	40–50	50–65	>65
ЛЭП	30	30–45	45–60	>60

5.3. Оценка масштабов возможного затопления при прорывах плотин, дамб, шлюзов

При расчете последствий разрушения плотины необходимо:
1) найти время прихода волны попуска на различные расстояния:

$$t_{\text{пр}} = \frac{R}{3{,}6v}, \tag{65}$$

где $t_{\text{пр}}$ – время прихода волны попуска на заданное расстояние, ч; R – заданное расстояние от плотины, км; v – скорость движения волны попуска, м/с;

2) определить высоту волны попуска на заданных расстояниях от плотины:

$$h_x = KH, \tag{66}$$

где h_x – высота волны попуска, м; K – коэффициент (табл. 32); H – глубина воды перед плотиной, м;

3) рассчитать время опорожнения водохранилища:

$$T = \frac{W}{NB \cdot 3600}, \tag{67}$$

где T – время опорожнения водохранилища, ч; W – объем водохранилища, м^3; N – максимальный расход воды на 1 м ширины прорыва (участка перелива воды), м^3/(с · м) (табл. 33); B – ширина участка прорыва, или участок перелива воды через гребень неразрушенной плотины, м.

Таблица 32

Ориентировочная высота волны попуска и продолжительность ее прохождения на различных расстояниях от плотины

Наименование параметров	Расстояния от плотины, км						
	0	25	50	100	150	200	500
Высота волны h_x, м	0,25H	0,2H	0,15H	0,07H	0,05H	0,03H	0,02H
Продолжительность прохождения волны попуска t_x, ч	T	1,7T	2,6T	4T	5T	6T	7T

Таблица 33

Максимальный расход воды на 1 м ширины прорыва (участка перелива), м^3/(с · м)

Глубина воды перед плотиной (глубина прорыва) H, м	5	10	25	50
Максимальный расход воды N, м^3/(с · м)	10	30	125	350

4) определить продолжительность прохождения волны попуска на заданных расстояниях:

$$t_x = KT, \tag{68}$$

где t_x – продолжительность прохождения волны попуска, ч; K – коэффициент (табл. 34); T – время опорожнения водохранилища, ч.

Таблица 34

Характеристики наиболее крупных водохранилищ Республики Беларусь

Характеристики	Вилейское водохранилище	Заславльское водохранилище
Площадь водохранилища, км^2	73,6	34,45
Объем водохранилища, млн. м^3	260,0	119,4
Высота плотины, м	12,0	10,0
Глубина воды перед плотиной, м	6,0	8,8
Длина плотины, км	2,3	0,8
Высота волны прорыва, м	4,5	5,6
Скорость движения волны попуска, м/с	30,0	2,3
Затапливаемая территория, км^2	188,0	39,0
Затапливаемые населенные пункты	41,0	5,0
Население, попадающее в зону затопления, тыс. чел.	8,4	30,0

6

ПРИБОРЫ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ И ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

6.1. Приборы дозиметрического и радиометрического контроля

Приборы для измерения и контроля ионизирующих излучений классифицируются по своему назначению (дозиметры, радиометры, спектрометры), по виду измеряемых излучений (γ-лучей, α- и β-излучений, нейтронов и др.), по конструктивным особенностям (карманные, передвижные, переносные и стационарные).

Дозиметрическая аппаратура подразделяется на шесть групп.

Первая группа – измерители мощности дозы. К ним относятся переносные измерители мощности дозы ДП-5В, РКСБ-104, «Сосна», дозиметр-радиометр МКС-АТ6130 и др.

Прибор ДП-5В (рис. 4) предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы γ-излучения и обнаружения β-излучения на загрязненных поверхностях.

Прибор РКСБ-104 (рис. 5) выполняет функции дозиметра и радиометра и предназначен для измерения:

– мощности полевой эквивалентной дозы $\dot{H}$ γ-излучения в диапазоне 0,1–99,99 мкЗв/ч, что соответствует мощности экспозиционной дозы γ-излучения – 10–9999 мкР/ч;

– плотности потока β-излучения φ с поверхности (по радионуклидам стронций-90 + иттрий-90) в диапазоне 0,1–99,99 частиц/(с · см^2), что соответствует плотности β-потока от 6 до 6000 частиц/(мин · см^2);

– удельной активности A_m радионуклида цезий-137 в веществе в диапазоне $2 \cdot 10^3$–$2 \cdot 10^6$ Бк/кг, что соответствует удельной активности $5{,}4 \cdot 10^{-8}$–$5{,}4 \cdot 10^{-5}$ Ки/кг.

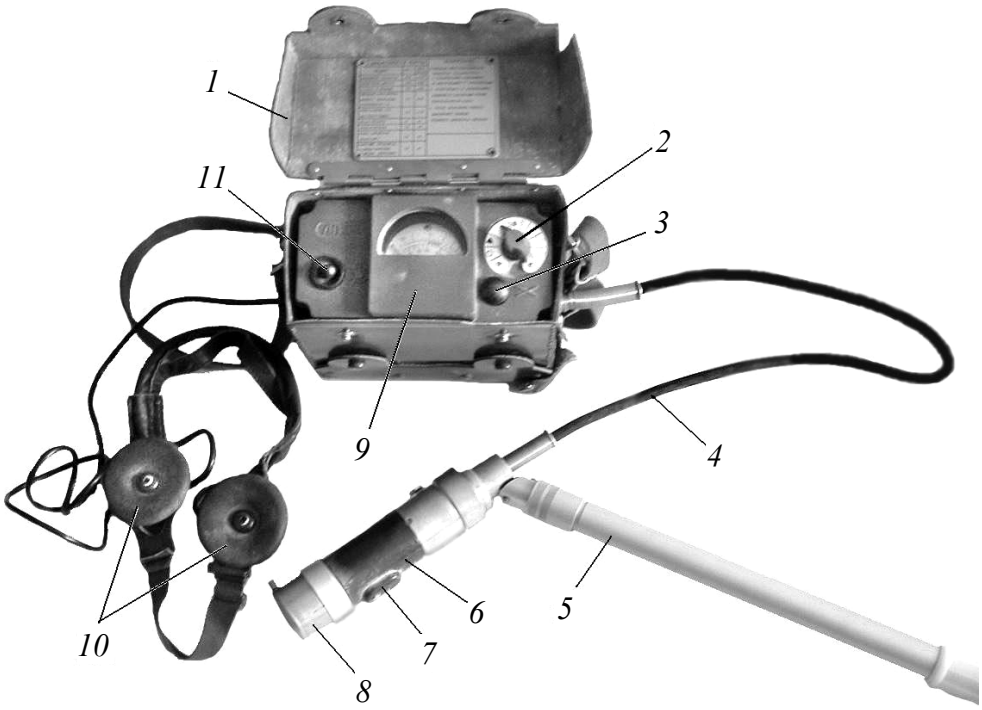


Рис. 4. Переносной измеритель мощности дозы ДП-5В:
1 – футляр; *2* – переключатель поддиапазонов;
3 – кнопка сброса показаний; *4* – соединительный кабель;
5 – удлинительная штанга; *6* – поворотный экран;
7 – контрольный источник; *8* – блок детектирования;
9 – измерительный пульт; *10* – головные телефоны;
11 – тумблер подсвета шкалы микроамперметра

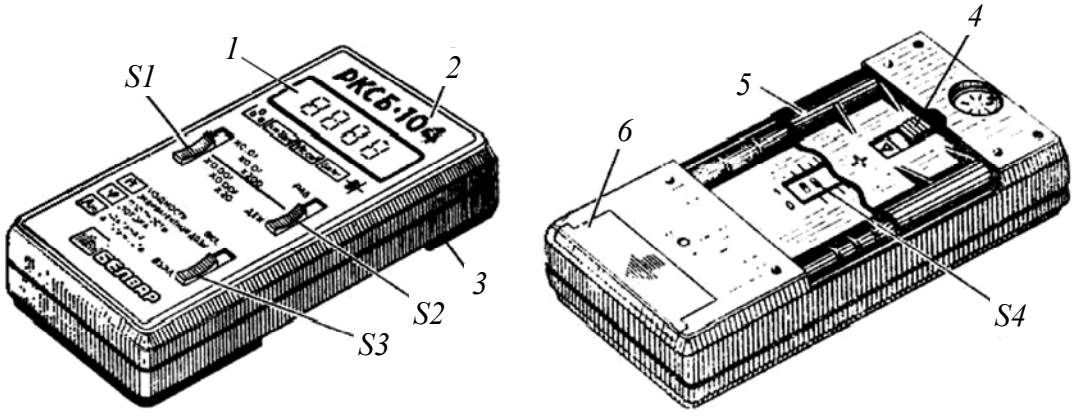


Рис. 5. Общий вид радиометра РКСБ-104:
1 – окно для индикатора; *2* – корпус; *3* – нижняя крышка;
4 – запирающая защелка; *5* – крышка-фильтр; *6* – крышка отсека питания;
S1 и *S2* – тумблеры выбора режима работы; *S3* – тумблер включения прибора;
S4 – движки кодового переключателя

Дозиметр-радиометр МКС-АТ6130 (рис. 6) предназначен для измерения:

1) мощности эквивалентной дозы рентгеновского и γ-излучения от 0,1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч (при закрытой крышке);

2) эквивалентной дозы рентгеновского и γ-излучения от 0,1 мкЗв до 100 мЗв (через режим меню);

3) плотности потока β-частиц, испускаемых с загрязненной радиоактивными веществами поверхности в диапазоне от 10 до 10^4 частиц/(мин · $см^2$) (с открытой крышкой).

а *б*

Рис. 6. Общий вид дозиметра-радиометра МКС-АТ6130:
а – со стороны передней панели; *б* – со стороны задней стенки:
1 – жидкокристаллический индикатор (ЖКИ);
2 – светодиодный индикатор; *3* – мембранная панель управления;
4 – крышка-фильтр с магнитным фиксатором; *5* – метка центра детектора;
6 – табличка с техническими характеристиками прибора

Вторая группа – измерители потоков α- и β-частиц с поверхностей. Для измерения потока α-частиц применяются приборы со сцинтилляционными счетчиками из ZnS, активированного серебром или медью. Приборы ДП-5В, дозиметры «Сосна», РКСБ-104 и МКС-АТ6130 используются для обнаружения загрязнения поверхностей β-частицами.

Третья группа – измерители загрязненности воздуха активными газами и аэрозолями. К этой группе относится β-радиометр РУБ-01П.

Четвертая группа – измерители абсолютной активности проб воды и пищевых продуктов. К этой группе относятся γ-радиометры РКГ-02А, РУГ-91, РУГ-92, РУБ-91, РКГ-АТ1320А.

γ-Радиометр РКГ-02А/1 (рис. 7). Принцип действия радиометра основан на подсчете числа импульсов, возникающих в сцинтилляционном детекторе при попадании в его чувствительный объем γ-квантов. Число зарегистрированных в единицу времени импульсов пропорционально активности исследуемого образца.

Рис. 7. Общий вид γ-радиометра автоматизированного РКГ-02А/1:
а – блок детектирования (БД): *1* – сосуд Маринелли с пробой;
2 – съемная крышка БД; *3* – сцинтиллятор NaI(Tl); *4* – свинцовая защита;
б – блок обработки информации: *5* – кнопка включения прибора;
6 – экран индикатора; *7* – блок кнопок управления прибором

γ-Радиометр автоматизированный РКГ-02А/1 предназначен для измерения объемной (ОА) и удельной (УА) активности радионуклидов цезия-134, цезия-137 и их смеси в продуктах питания: твердых (измельченных), жидких, сыпучих и пастообразных, а также для измерения объемной активности йода-131 (^{131}I) в жидких пробах.

β-Радиометр РУБ-91 «АДАНИ» (рис. 8) используется для измерения удельной (объемной) активности радионуклидов стронция-90 + иттрия-90 и калия-40 в природных объектах и продуктах питания.

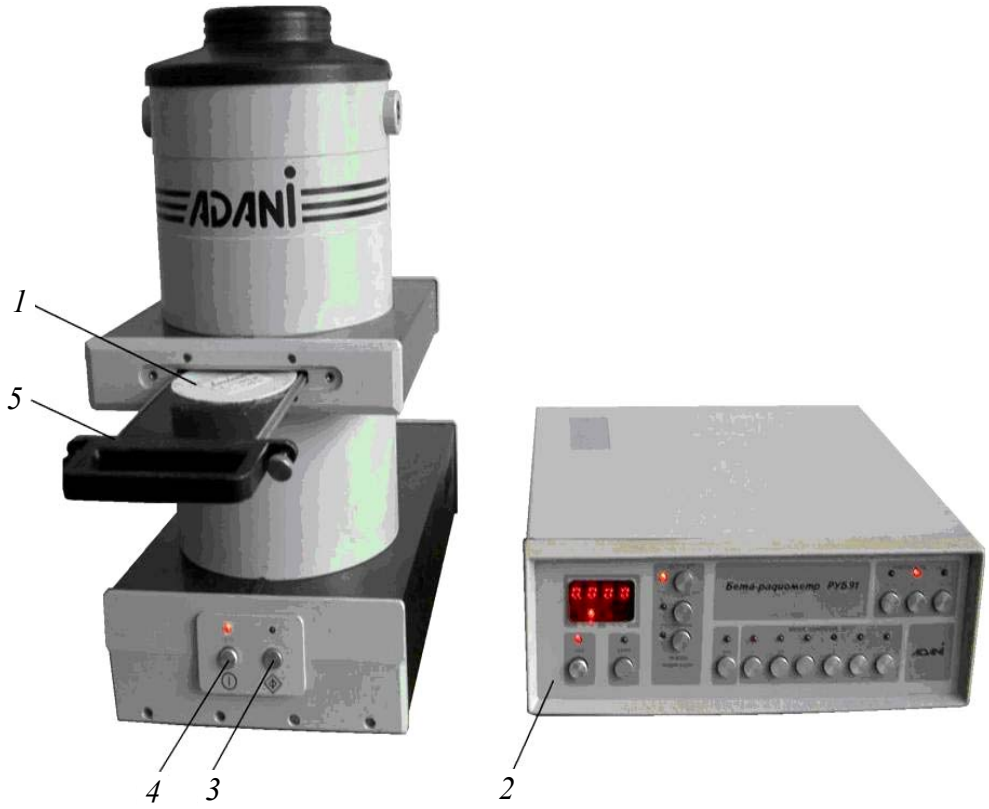


Рис. 8. Общий вид β-радиометра РУБ-91 «АДАНИ»:
1 – исследуемый образец (проба); *2* – блок анализаторов; *3* – кнопка включения высоковольтных источников питания ФЭУ; *4* – кнопка включения и выключения прибора; *5* – предметный столик

Принцип действия радиометра основан на анализе амплитудного распределения импульсов, возникающих в сцинтилляционном датчике при попадании в него β-частиц. Вычисление активности образца производится на основе сравнения полученного амплитудного распределения с функциями формы, записанными в памяти β-радиометра.

γ-Радиометр РКГ-АТ1320А (рис. 9) предназначен для измерения объемной и удельной активности γ-излучающих радионуклидов цезия-137 и калия-40 в воде, продуктах питания, почве, промышленном сырье и других объектах окружающей среды.

Принцип действия радиометра основан на накоплении и хранении амплитудных спектров импульсов в блоке детектирования (БД). Амплитуда импульсов, пропорциональная энергии γ-излучения, преобразуется в цифровой код, который хранится в запоминающем устройстве БД. Информация из запоминающего устройства

считывается блоком обработки информации (БОИ) и после обработки выводится на жидкокристаллический индикатор (ЖКИ).

Рис. 9. Общий вид γ-радиометра РКГ-АТ1320А:
1 – блок обработки информации с ЖКИ; *2* – блок защиты;
3 – крышка блока защиты; *4* – ножки с опорами;
5 – измерительный сосуд; *6* – блок детектирования

Пятая группа – измерители индивидуальных доз γ-нейтронного излучения. По назначению приборы делятся на измерители экспозиционной дозы (ДП-22В, ДП-24) и измерители поглощенной дозы (ИД-1, ИД-11, ДП-70М, ДП-70МП).

Измерители ДП-22В и ДП-24 (рис. 10) предназначены для измерения экспозиционной дозы γ-излучения. В комплект ДП-22В входит зарядное устройство ЗД-5 и 50 измерителей ДКП-50А (дозиметр карманный прямопоказывающий), а в ДП-24 – 5 измерителей дозы ДКП-50А. Дозиметры ДКП-50А позволяют произ-

водить отсчет экспозиционных доз в диапазоне от 2 до 50 Р при мощности дозы 0,5–200 Р/ч. Измерители ИД-1, ИД-11, ДП-70М, ДП-70МП предназначены для измерения поглощенной дозы γ-нейтронного излучения.

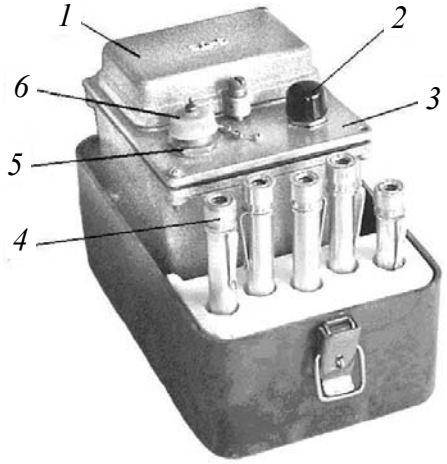


Рис. 10. Индивидуальный дозиметр ДП-24:
1 – крышка отсека питания; *2* – ручка потенциометра;
3 – зарядное устройство; *4* – дозиметр;
5 – зарядное гнездо; *6* – колпачок

Измеритель дозы ИД-1 (рис. 11) регистрирует поглощенную дозу γ-нейтронного излучения в диапазоне 20–500 рад. В комплект входят 10 измерителей дозы ИД-1, зарядное устройство ЗД-6.

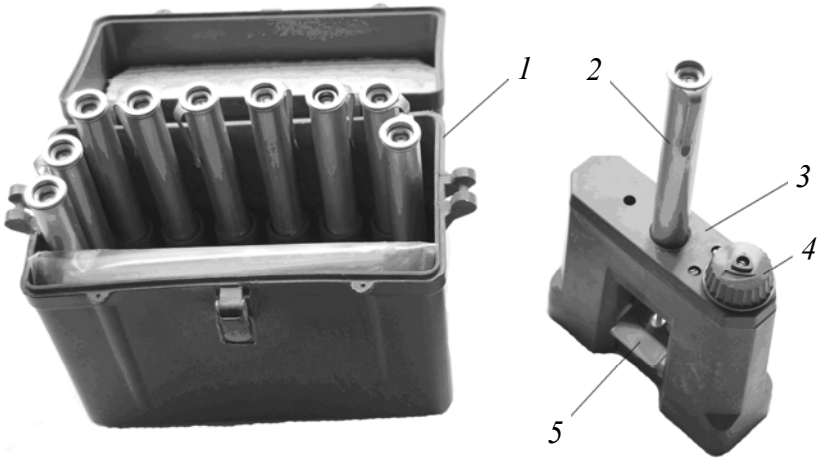


Рис. 11. Индивидуальный дозиметр ИД-1:
1 – футляр; *2* – измеритель дозы ИД-1; *3* – зарядное устройство ЗД-6;
4 – ручка зарядно-контактного узла; *5* – поворотное зеркало

Измеритель дозы ИД-11 предназначен для индивидуального контроля облучения людей. Комплект состоит из измерительного устройства ГО-32 и 500 измерителей дозы ИД-11. Совместно с измерительным устройством обеспечивает измерение поглощенной дозы γ-нейтронного излучения в диапазоне 10–1500 рад.

Химический измеритель дозы ДП-70МП (ДП-70М) совместно с полевым калориметром ПК-56М обеспечивает измерение γ-нейтронного излучения в диапазоне 50–800 рад.

К *шестой группе* относятся спектрометры излучения человека (СИЧ) типа СКГ АТ 1316 (рис 12), предназначенные для экспресс-контроля измерения активности γ-излучающих радионуклидов в теле человека, а также оценки дозы внутреннего облучения (сидя в кресле).

Рис. 12. Спектрометр излучения человека СКГ АТ 1316:
1 – персональная ЭВМ; *2* – диагностическое кресло
с встроенными детекторами (сцинтилляторами)

6.2. Приборы химической разведки

Принцип работы приборов химической разведки основан на химическом методе индикации, заключающемся в том, что при взаимодействии отравляющего вещества (ОВ) с реактивом меняется цвет реактива. Практически он воплощается в виде индикаторных трубок (приборы ВПХР, ПХР-МВ, ППХР), индикаторной ленты (ГСП-11), индикаторных бумажек.

Войсковой прибор химической разведки ВПХР (рис. 13) предназначен для обнаружения ОВ в воздухе, на местности и технике: зарина, зомана, иприта, дифосгена, синильной кислоты, хлорциана, а также паров V-газов в воздухе.

Наличие отравляющих веществ в воздухе определяют по внешним признакам и по показаниям индикаторных трубок.

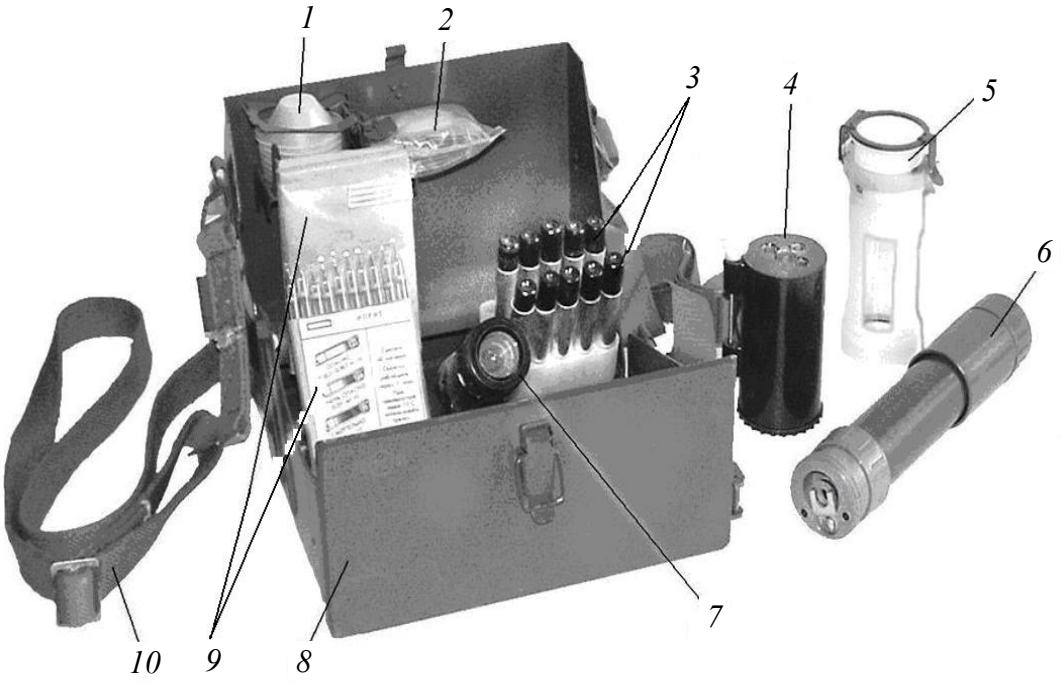


Рис. 13. Войсковой прибор химической разведки ВПХР:
1 – защитные колпачки; *2* – противодымные фильтры;
3 – патроны к грелке; *4* – грелка; *5* – насадка к насосу;
6 – ручной насос; *7* – электрофонарь; *8* – корпус с крышкой;
9 – три бумажные кассеты с индикаторными трубками;
10 – ремни для переноски

При подозрении на наличие в воздухе ОВ необходимо надеть противогаз и исследовать воздух с помощью индикаторных трубок, имеющихся в комплекте прибора.

Исследование воздуха индикаторными трубками производится в такой последовательности:

– трубками с красным кольцом и точкой;

– трубкой с тремя зелеными кольцами;

– трубкой с желтым кольцом.

В холодную погоду (+5°С и ниже) необходимо подогревать с помощью грелки индикаторные трубки с красным кольцом и точкой и трубки с тремя зелеными кольцами.

После прососа воздуха через индикаторные трубки с желтым кольцом при температуре ниже +10…+15°С также следует использовать грелки.

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) появились после применения химического оружия в первую мировую войну. В 1915 г. немецкие войска применили газовую атаку хлором против французских войск, затем против русских войск. Это заставило создать в этом же 1915 г. первый противогаз русским ученым-химиком Николаем Дмитриевичем Зелинским.

В июне 1917 г. немецкие войска обстреляли англичан минами, содержащими иприт, который вызывает тяжелые поражения кожи. После этого в армиях разных стран появились и средства защиты кожи.

СИЗ предназначены для защиты человека от попадания внутрь организма, на кожные покровы, одежду радиоактивных, химических и биологических веществ.

СИЗ в зависимости от своего назначения подразделяются:

– на средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), глаз и кожи лица;

– средства защиты кожи;

– средства медицинской профилактики.

По способу защиты человека от поражающих факторов СИЗ органов дыхания и кожи делятся на фильтрующие и изолирующие.

7.1. Средства индивидуальной защиты органов дыхания

7.1.1. Фильтрующие противогазы

К фильтрующим СИЗОД относятся гражданские противогазы ГП-5, ГП-5М, ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ, ГДЗК-У; для детей – ПДФ-2Д, ПДФ-2Ш, камера защитная детская КЗД-4 (6), респираторы и

простейшие СИЗОД (ватно-марлевая повязка – ВМП и противопылевая тканевая маска – ПТМ).

В ***фильтрующем противогазе ГП-5*** (рис. 14, *б*) используется фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62У. Противогаз ГП-5М (рис. 14, *а*) отличается от ГП-5 лицевой частью ШМ-66МУ, которая имеет переговорное устройство и вырезы для ушей.

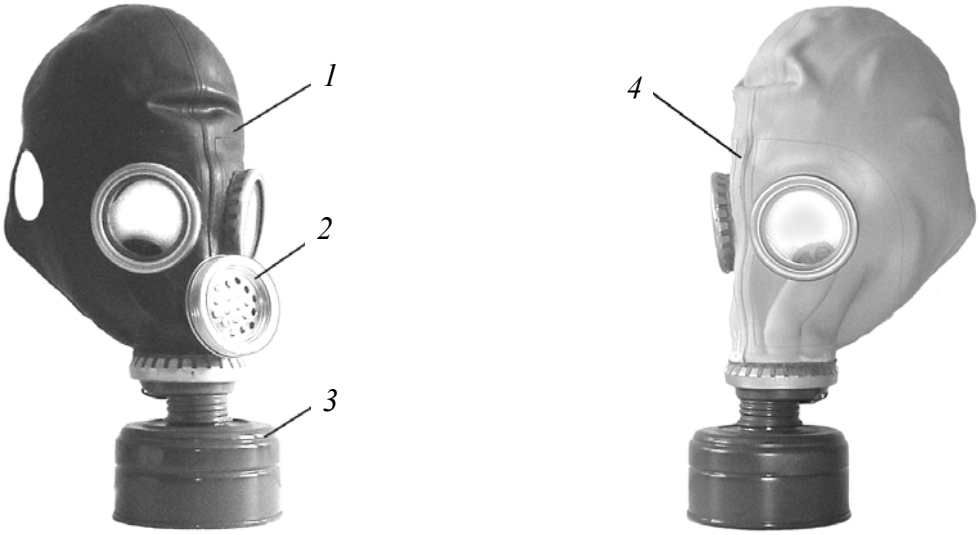


Рис. 14. Противогазы ГП-5М (*а*) и ГП-5 (*б*):
1 – шлем-маска ШМ-66МУ; *2* – переговорное устройство;
3 – фильтрующее-поглощающая коробка; *4* – шлем-маска ШМ-62У

Фильтрующий противогаз ГП-7 (рис. 15) состоит из фильтрующе-поглощающей коробки ГП-7К и маски МГП с наголовником с пятью лямками и выступами для регулирования. ГП-7 защищает не менее 6 ч от отравляющих веществ (ОВ) типа зарин, зоман, синильная кислота, хлорциан, радиоактивных веществ (радионуклидов йода и его соединений), а также не менее 2 ч – от капель ОВ кожно-нарывного действия (типа иприт).

Фильтрующий противогаз состоит из фильтрующе-поглощающей коробки, лицевой части, сумки, незапотевающих пленок и других принадлежностей. Подбор лицевой части противогазов ГП-5 (ГП-5М) осуществляется на основе измерений вертикального обхвата головы сантиметровой лентой, округляя значения до 5 мм (табл. 35).

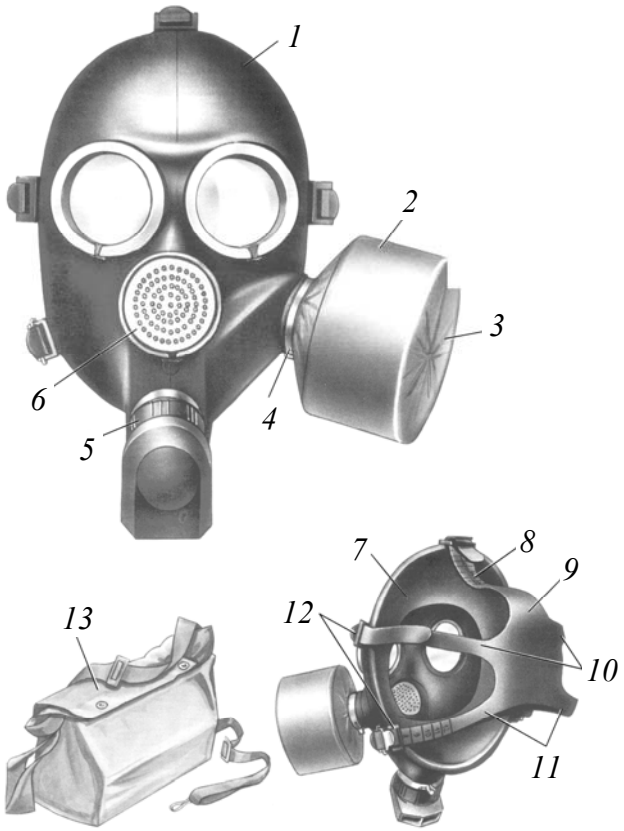


Рис. 15. Гражданский противогаз ГП-7:
1 – лицевая часть; *2* – фильтрующе-поглощающая коробка;
3 – трикотажный чехол; *4* – узел клапана вдоха;
5 – переговорное устройство (мембрана);
6 – узел клапанов выдоха; *7* – обтюратор; *8* – наголовник;
9 – лобная лямка; *10* – височные лямки;
11 – щечные лямки; *12* – пряжки; *13* – сумка

По сумме двух измерений (вертикального и горизонтального обхвата головы), используя табл. 36, определяется типоразмер лицевой части противогазов типа ГП-7 (ГП-7В, ГП-7ВМ).

Таблица 35

Выбор роста лицевой части противогазов ГП-5 и ГП-5М

Лицевая часть	Рост лицевой части в соответствии с вертикальным обхватом головы, см				
	0	1	2	3	4
ШМ-62У (ГП-5)	До 63	63,5–65,5	66–68	68,5–70,5	71 и более
ШМ-66МУ (ГП-5М)	До 63	63,5–65,5	66–68	68,5 и более	–

Таблица 36

Выбор роста лицевой части противогаза ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ

Сумма обхватов головы, см	До 118,5	119–121	121,5–123,5	124–126	126,5–128,5	129–131	131 и более
Рост лицевой части	1	1	2	2	3	3	3
Номера упоров лямок	4–8–8	3–7–8	3–7–8	3–6–7	3–6–7	3–5–6	3–4–5

Фильтрующий противогаз ГП-7В отличается от ГП-7 устройством шлем-маски. Шлем-маска МГП-В под переговорным устройством имеет систему приема жидкости (рис. 16).

Рис. 16. Гражданский противогаз ГП-7В

Гражданский противогаз ГП-7Б (ГП-7ВМБ) – аналог противогаза ГП-7 (ГП-7В) с улучшенными защитными свойствами и эргономическими характеристиками. В процессе его разработки использован мировой опыт применения новейших технологий и оригинальных технических решений.

Предназначен для защиты органов дыхания, глаз и кожи лица человека от паров и аэрозолей отравляющих веществ, радиоактивной пыли, биологических аэрозолей и аварийно химически опасных веществ (АХОВ), в том числе и аммиака.

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7БК (ГП-7КБ) выполнена из технически прочного пластика и исключает использование дополнительных патронов ДПГ-1 и ДПГ-3.

Противогаз ГП-7ВМ отличается от противогаза ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапециевидных изогнутых стекол (рис. 17). Противогазы ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ не защищают от угарного газа, а также низкокипящих органических веществ, таких как метан, этан, бутан, ацетилен и др.

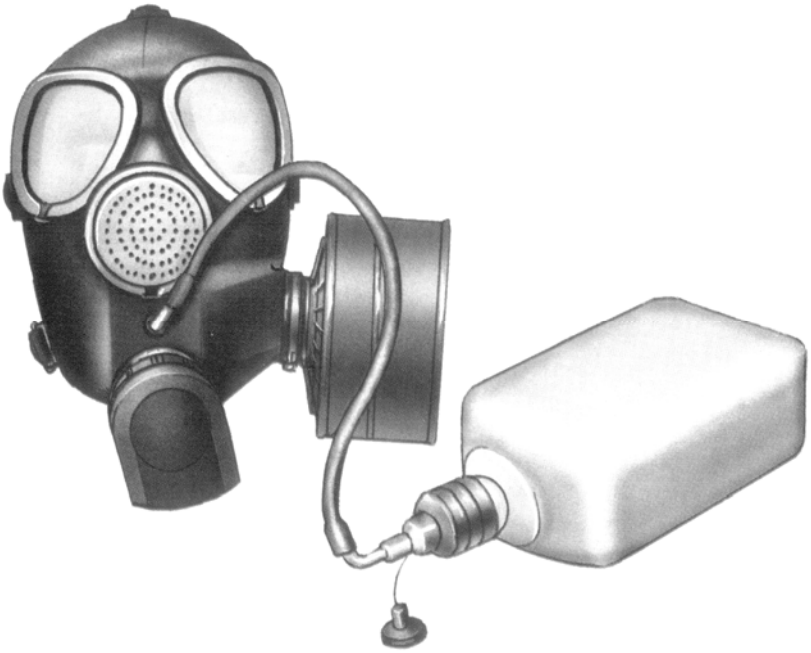


Рис. 17. Гражданский противогаз ГП-7ВМ

Противогаз фильтрующий ВК (рис. 18) является альтернативой гражданским ГП-7 (ГП-7В) и детским противогазам ПДФ-2Д (ПДФ-2Ш) с дополнительным патроном ДПГ-3.

Противогазовая коробка ВК имеет меньшие габаритные размеры и массу при одинаковом уровне защиты по сравнению со сборкой, состоящей из коробки ГП-7к и дополнительного патрона ДПГ-3.

Универсальная защитная система ВК (УЗС ВК) предназначена для защиты личного состава сил МЧС, населения, в том числе детей дошкольного и школьного возраста, а также промышленного персонала в условиях ЧС от отравляющих веществ, опасных биологических веществ, радиоактивной пыли, опасных химических веществ: аммиака, диметиламина, нитробензола, сероуглерода, тет-

раэтилсвинца, фенола, цианводорода, фурфурола, фосгена, этилмеркаптана, хлора, гидрида серы, хлористого водорода и др.

Рис. 18. Противогаз фильтрующий ВК:
1 – маска МГП; *2* – соединительная трубка;
3 – фильтрующе-поглощающая коробка ВК

В состав комплекта входит: маска МГП, МГП-В (детская маска МД-4), коробка ВК (ВК-320 или ВК-600), соединительная трубка, сумка для противогаза.

Газодымозащитный комплект ГДЗК-У (рис. 19) – аварийный самоспасатель для сохранения жизни при техногенных авариях с выбросом вредных веществ, пожарах и задымлениях для защиты человека от воздействия газов и паров аварийно химически опасных веществ, радиоактивных веществ, аэрозолей, включая радиоактивные, токсичных продуктов горения, а также теплового излучения.

Комплект применяется для экстренной эвакуации гражданского населения и промышленного персонала из зоны техногенных аварий, задымлений, пожаров, в том числе на промышленных предприятиях, атомных электростанциях, трубопроводах, очистных сооружениях, судах, на транспорте и при перевозке опасных химических веществ.

Комплект ГДЗК-У используется при объемном содержании кислорода в воздухе не менее 17% и высокой концентрации ток-

сичных веществ, обеспечивает защиту при температуре от 0 до 60°С и сохраняет защитные свойства при температуре 200°С в течение 1 мин и открытого пламени – 850°С на протяжении 5 с.

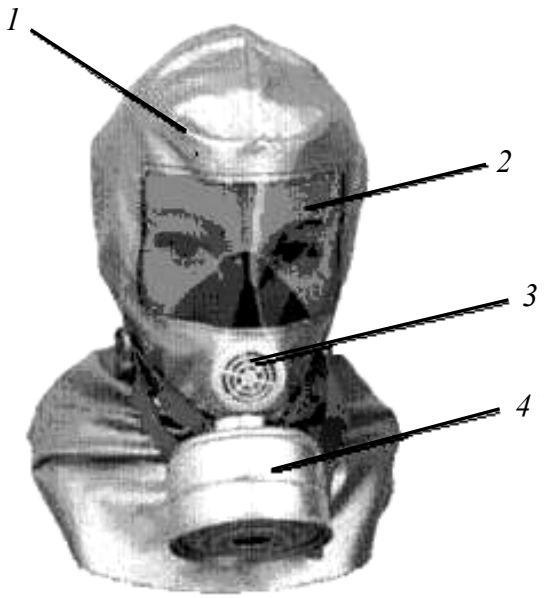


Рис. 19. Газодымозащитный комплект ГДЗК-У:
1 – огнестойкий капюшон; *2* – смотровое окно;
3 – полумаска с клапаном вдоха;
4 – фильтрующе-поглощающая коробка

Комплект обладает высокими защитными свойствами от многих вредных веществ в течение не менее 30 мин (оксид углерода, акролеин, циан водорода, хлористый водород), а также АХОВ различных классов – аммиак, хлор, диоксид серы, оксиды азота, пары ртути, соединения радиоактивного йода и др.

Детские противогазы. В настоящее время существует пять типов детских противогазов. Наиболее распространен противогаз ПДФ-7 (противогаз детский фильтрующий, тип 7), противогазовая коробка от противогаза ГП-5, лицевая часть – маска МД-1А (для детей от 1,5 до 17 лет), а также противогазы ПДФ-2Д (для детей в возрасте до 7 лет), ПДФ-2Ш (возраст от 7 до 17 лет). В этих противогазах применяется маска МД-3 и противогазовая коробка от противогаза ГП-5 (рис. 20).

Подбирают противогазы ПДФ, как и противогаз ГП-7. Измеряют горизонтальный и вертикальный обхваты головы мерной сантиметровой лентой, округляя измерения до 5 мм.

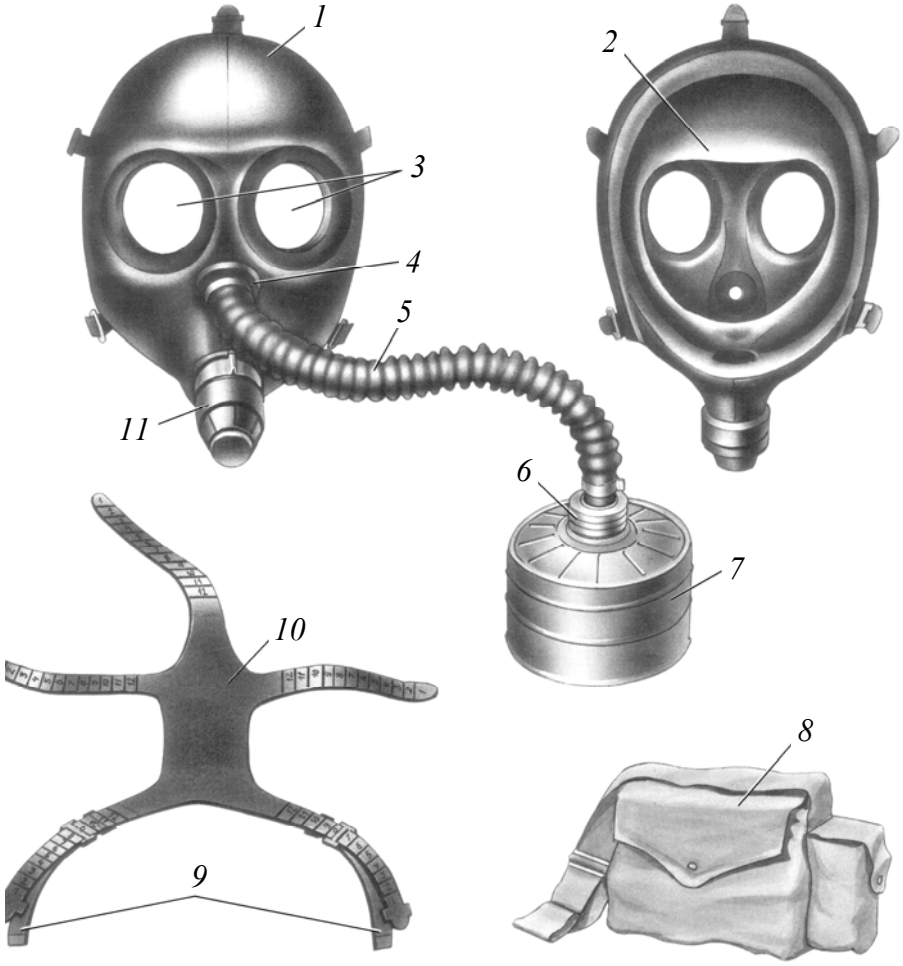


Рис. 20. Противогазы детские фильтрующие ПДФ-2Д (2Ш):
1 – корпус; *2* – обтюратор; *3* – соединительная трубка;
4 – очковый узел; *5* – узел клапана вдоха; *6* – узел клапана выдоха;
7 – фильтрующе-поглощающая коробка; *8* – сумка; *9* – наголовник;
10 – гарантийная тесьма; *11* – накидная гайка

По сумме двух измерений, используя табл. 37 и 38, определяют требуемый типоразмер лицевой части: рост маски и положение (номера) упоров лямок наголовника.

Дополнительный патрон ДПГ-3 предназначен для комплектации гражданских и детских противогазов ПДФ-2Д (ПДФ-2Ш). Противогаз в комплекте с патроном обеспечивает защиту от ОВ, радиоактивной пыли и дополнительную защиту от аварийно химически опасных веществ ингаляционного действия: аммиака, диметиламина, нитробензола, сероуглерода, тетраэтилсвинца, фенола, фурфурола, этилмеркаптана, хлора и др.

Таблица 37

Выбор роста лицевой части детского противогаза ПДФ-2Д

Сумма обхвата головы, мм	Рост	Положение упоров лямок лобной – височной – щечной
80–980	1	4–8–8
985–1005	1	4–7–8
1010–1030	1	3–6–7
1035–1055	1	3–5–6
1060–1080	2	4–7–8
1085–1105	2	3–6–7
1110–1130	2	3–5–6
1135–1155	2	3–4–5
1160–1180	2	3–3–4

Таблица 38

Выбор роста лицевой части детского противогаза ПДФ-2Ш

Сумма обхвата головы, мм	Рост	Положение упоров лямок лобной – височной – щечной
1035–1055	2	4–7–9
1060–1080	2	4–7–8
1085–1105	2	3–6–7
1110–1130	2	3–5–6
1135–1155	2	3–4–5
1160–1180	3	3–5–6
1185–1205	3	3–4–5
1210–1230	3	3–3–4
1235–1255	3	3–2–3
1260–1280	3	3–1–2
1285–1305	3	3–1–1

Камера защитная детская (КЗД). Для защиты детей в возрасте до 1,5 лет предназначены камеры защитные детские КЗД-4 и КЗД-6 со временем защиты 4 и 6 ч соответственно и в интервале температур от +30 до −30°С. Они защищают от радиоактивных йода и пыли, отравляющих веществ и бактериальных средств.

Камера состоит из оболочки, металлического каркаса, поддона, зажима и плечевой тесьмы (рис. 21).

Оболочка камеры представляет собой мешок из прорезиненной ткани. В оболочку вмонтированы два пористых диффузионно-

сорбирующих элемента и две прозрачные пластмассовые пластины (окна), через которые можно следить за поведением и состоянием ребенка. Для ухода за ним в верхней части оболочки предусмотрена рукавица из прорезиненной ткани. Камеру переносят при помощи плечевой тесьмы. Масса камеры − до 4 кг.

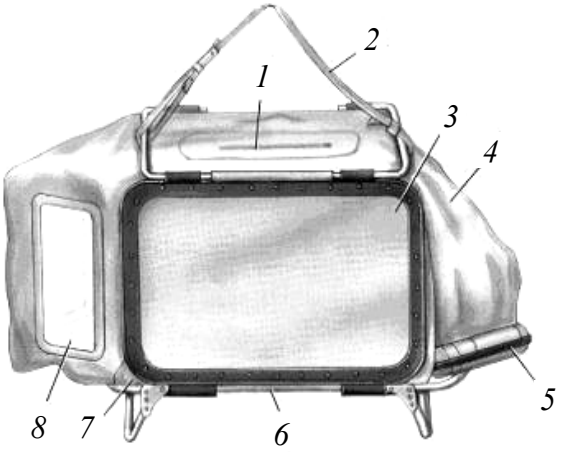


Рис. 21. Камера защитная детская КЗД-6:
1 – рукавица; *2* – тесьма плечевая;
3 – элемент диффузионно-сорбирующий;
4 – оболочка; *5* – зажим; *6* – поддон;
7 – каркас; *8* – окно смотровое

7.1.2. Классификация респираторов

Согласно действующим стандартам, респираторы делятся на два основных типа – фильтрующие и изолирующие. Принцип действия респиратора основан на том, что органы дыхания изолируются от окружающей среды полумаской, а вдыхаемый воздух очищается от вредных примесей фильтрующим материалом полумаски или фильтрующе-поглощающим патроном.

Фильтрующие респираторы зависят от окружающей среды, так как при их использовании рабочий дышит окружающим воздухом после его очистки фильтрами. *Изолирующие респираторы* используют для дыхания содержащийся в них запас воздуха (автономные дыхательные аппараты) или они получают его по шлангу из внешнего источника (шланговые респираторы).

Фильтрующие респираторы могут быть *противогазовыми* (РПГ-67, РПГ-01), *противоаэрозольными* (У-2К, У-2ГП) и *комбинированными – противогазоаэрозольными* (РУ-60М, РПА-ГП).

У фильтрующих респираторов бывают разные лицевые части – четвертьмаски, полумаски, полнолицевые маски, шлемы и капюшоны.

Респиратор противоаэрозольный У-2К (Р-2, У-2ГП) (рис. 22) применяется при концентрации аэрозолей не более 200 мг/м^3. Фильтрующая полумаска респиратора изготовлена из пенополиуретана или нетканого материала, имеет пленочный подмасочник, клапаны вдоха и выдоха, оголовье и носовой зажим.

Для защиты органов дыхания от радиоактивной, грунтовой пыли и бактериальных аэрозолей применяют респиратор У-ГП.

Рис. 22. Респиратор У-2ГП

Респиратор противогазовый РПГ-67 (рис. 23, *а*) предназначен для защиты органов дыхания от вредных газо- и парообразных веществ.

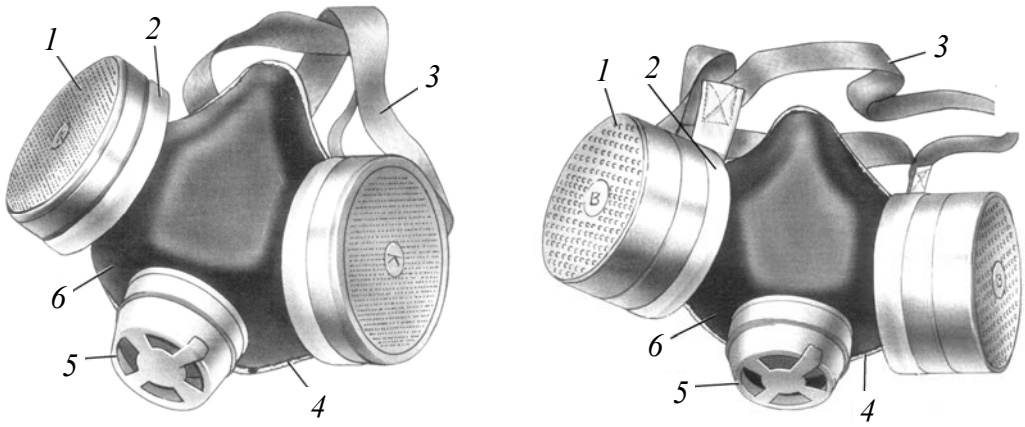
Респиратор противогазовый РПГ-01 патронного типа разработан взамен респиратора РПГ-67, служит для защиты органов дыхания от вредных газо- и парообразных веществ.

Респираторы состоят из резиновой полумаски, трикотажного обтюратора, оголовья, двух сменных поглощающих патронов, содержащих в зависимости от марки специализированный поглотитель.

Респираторы противогазоаэрозольные РУ-60М (рис. 23, *б*) ***и РПА-ГП*** защищают от вредных газо- и парообразных веществ и аэрозолей в виде пыли, дыма и тумана при концентрации их в воздухе не более 200 мг/м^3. Респиратор РПА-ГП защищает от па-

ров неорганических и органических соединений радиоактивного йода, газо- и парообразных вредных веществ при объемном содержании кислорода не менее 17%.

Респиратор РВ предназначен для защиты работников атомных электростанций, предприятий атомной промышленности от радиоактивных аэрозолей.



а *б*

Рис. 23. Респираторы РПГ-67 (*а*), РУ-60М (*б*):
1 – поглощающие патроны; *2* – пластмассовые манжеты с клапанами вдоха; *3* – оголовье; *4* – обтюратор; *5* – клапан выдоха с предохранительным экраном; *6* – резиновая полумаска

Изолирующие респираторы – это шланговые респираторы, автономные дыхательные аппараты и другие виды респираторов.

Шланговые респираторы (ШРГТ, РМП-62 – для маляров) могут использовать для дыхания воздух, сжатый компрессором до высокого давления. У таких шланговых респираторов подача воздуха может быть непрерывной, по потребности и по потребности под давлением.

Автономные дыхательные аппараты (ДА) бывают с открытым и с закрытым контуром. В дыхательных аппаратах с *закрытым контуром* выдохнутый воздух очищается и обогащается кислородом, после чего используется для дыхания повторно. Применяются портативные дыхательные аппараты типа ПРА-3М и портативное дыхательное устройство ПДУ-3. Они работают на принципе поглощения выдыхаемым человеком влаги и диоксида угле-

рода регенеративным патроном и выделения из него химически связанного кислорода. А в дыхательных аппаратах с *открытым контуром* выдохнутый воздух выпускается в атмосферу, а вместо него используется новый.

Дыхательные аппараты применяются при авариях на шахтах, на транспорте, в химической и газовой промышленности.

Другие виды респираторов – защитные шлемы для пескоструйных (абразивных) работ, которые дополнительно защищают голову и часть тела рабочего от ударов отлетающих частиц. У таких шлемов имеется сменное ударопрочное стекло и защитный передник.

Самоспасатели бывают *фильтрующими* (СПП-4) и *изолирующими* (ШСС-1М – шахтный, СПИ-20 – промышленный), используются для эвакуации при пожарах, в чрезвычайных ситуациях при авариях на объектах.

7.1.3. Промышленные противогазы

Предназначены для индивидуальной защиты органов дыхания, глаз и лица человека от газо- и парообразных вредных веществ и аэрозолей в виде пыли, дыма, тумана состава, объемной концентрации не более 0,5% и объемного содержания кислорода не менее 17%.

Промышленные противогазы фильтрующие (ППФ): большого габарита – марки ППФ-95 с маской МГП, с коробками типа А, В, Г, Е, КД, СО, БКФ, М, И и др. (табл. 39), противогаз ФГ-130; среднего габарита – ПФСГ-98 СУПЕР; малого габарита – ПФМГ-95М и ПФМ-1.

Для защиты от аэрозолей промышленные противогазы имеют сменные фильтрующие элементы, которые размещаются на корпусе коробок. Такое размещение фильтров выгодно отличает противогазы ПФМГ-96, ПФСГ-98 и ППФМ-92 от традиционного размещения фильтров внутри коробки, так как пыль и гидрофильные соединения, оседающие на поверхности фильтра, вызывают быстрый рост сопротивления дыханию, после чего приходится заменять коробку целиком, если фильтр находится внутри коробки.

При наружном размещении фильтра достаточно заменить только противоаэрозольный фильтр. Это увеличивает защитный ресурс противогаза, повышает его эффективность – появляется возможность его многократного использования в запыленной атмосфере.

Таблица 39

Классификация промышленных противогазов

Тип коробки	От каких веществ защищает
А	Фосфор- и хлорорганических ядохимикатов, паров органических соединений (бензин, керосин, ацетон, анилин, бензол и его гомологи, сероуглерод, тетраэтилсвинец, толуол, спирт, эфир)
В	Фосфор- и хлорорганических ядохимикатов, кислых паров и газов (хлор, сернистый ангидрид, сероводород, синильная кислота, окислы азота, фосген, хлористый водород)
Г	Паров ртути и ртутьорганических ядохимикатов
Е	Мышьяковистого и фосфористого водорода
КД	Аммиака, сероводорода и их смесей
БКФ, МКФ	Паров органических веществ, мышьяковистого и фосфористого водорода, аэрозоли (пыль, дым, туман)
М	Окиси углерода в присутствии малых количеств аммиака, сероводорода, паров органических соединений
СО	Окиси углерода
К	Аммиака
ВР	Кислых паров, радионуклидов, в том числе от радиоактивного йода и его соединений
И	Радионуклидов
Н	Оксидов азота
Б	Бороводородов (диборан, пентаборан, этилпентаборан, декарборан) и их аэрозолей
ФОС	Парообразных фторпроизводных непредельных углеводородов, фреонов и их смесей, фтор- и хлормономеров
ГФ	Газообразного гексафторида урана, фтора, фтористого водорода, радиоактивных аэрозолей
УМ	Паров и аэрозолей гептила, амина, самина, нитромеланжа, амидола
П-2У	Паров карбонила никеля и железа, оксида углерода и сопутствующих аэрозолей
С	Оксидов азота и сернистого ангидрида

Промышленные противогазы поставляются со шлем-масками ШМП, панорамными масками ППМ-88 или масками МГП (МГП-8). Панорамная маска ППМ-88 имеет стекло панорамного обзора, переговорное устройство, регулируемое оголовье, подвернутый обтюратор. Наличие подмасочника препятствует запотеванию стекла и уменьшает содержание CO_2 во вдыхаемом воздухе.

Маска МГП имеет переговорное устройство, регулируемое оголовье, подвернутый обтюратор. Маска МГП-В снабжена устройством для приема жидкостей.

Лицевую часть маски ШМП выпускают в двух вариантах: ШМП-1 с клапанной коробкой I типа, а также ШМП-2 с клапанной коробкой II типа. В маске ШМП-1 можно непрерывно работать в течение 6 ч.

Обычные гражданские противогазы ГП-5 и ГП-7 защищают от таких СДЯВ, как хлор, сероводород, синильная кислота, фосген, от паров органических веществ и др.

Для увеличения времени защитного действия гражданских фильтрующих противогазов и создания защиты от аммиака и диметиламина противогазы используют совместно с дополнительными патронами ДПГ-1 и ДПГ-3.

Время защитного действия противогазов с патроном ДПГ-3 и без него показано в табл. 40.

Таблица 40

Время защитного действия противогазов с ДПГ-3 и без него

Наименование СДЯВ	Концентрация, мг/л	Время защитного действия, мин	
		Противогазы без ДПГ-3	Противогазы с ДПГ-3
Аммиак	5	Защиты нет	60
Диметиламин	5	Защиты нет	80
Хлор	5	40	100
Сероводород	10	25	50
Соляная кислота	5	20	30
Тетраэтилсвинец	2	50	500
Этилмеркаптан	5	40	120
Нитробензол	5	40	70
Фенол	0,2	200	800
Фурфурол	1,5	300	400

7.1.4. Изолирующие противогазы

Предназначены для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица человека при выполнении аварийно-спасательных и других работ в атмосфере независимо от состава и концентрации вредных веществ в воздухе, а также при недостатке или отсутствии кислорода.

Принцип действия противогазов основан на поглощении диоксида углерода и влаги, выдыхаемых человеком, регенеративным продуктом и одновременном выделении внутри противогаза кислорода в количестве, достаточном для дыхания. Они приводятся в действие пусковым устройством. Дыхание в них осуществляется по замкнутой схеме.

Состав противогазов: лицевая часть, соединительная гофрированная трубка, регенеративный патрон с пусковым устройством, дыхательный мешок с клапаном избыточного давления, сумка.

Используются изолирующие противогазы и дыхательные аппараты, работающие:

– на химически связанном кислороде – ИП-4М, ИП-4Р, ИП-5, ИП-6 (табл. 41);

– сжатом кислороде – кислородный изолирующий противогаз КИП-8, КИП-9. Время защитного действия при нагрузке – 120 мин;

– сжатом воздухе – дыхательные аппараты АП-96, АП-98-К, АП-2000, АСВ-2, АВХ-324НТ и др. У этих аппаратов время защитного действия составляет от 2 до 5 ч.

Таблица 41

Техническая характеристика изолирующих противогазов

Техническая характеристика	ИП-4М	ИП-4Р	ИП-5	ИП-6
Время защитного действия, мин, не менее:				
– при выполнении работ на суше	40	75	75	40
– в состоянии покоя	180	180	200	50
– при выполнении работ под водой	–	–	90	–
– в состоянии покоя	–	–	120	–
Сопротивление дыханию, Па	1176	–	980	1176
Рабочий интервал температур, °С:				
– на суше	–40…+40	–40…+40	–40…+40	–20…+50
– под водой	–	–	+1…+30	–
Масса, кг, не более	4,0	3,5	5,2	3,6

Противогазы ИП-4М (рис. 24), ***ИП-4Р*** снабжены переговорным устройством, а ИП-4 его не имеет.

Противогаз ИП-4МК используется в не пригодной для дыхания атмосфере, в том числе содержащей хлор (до 10%), аммиак, сероводород. Комплектуется тремя регенеративными патронами.

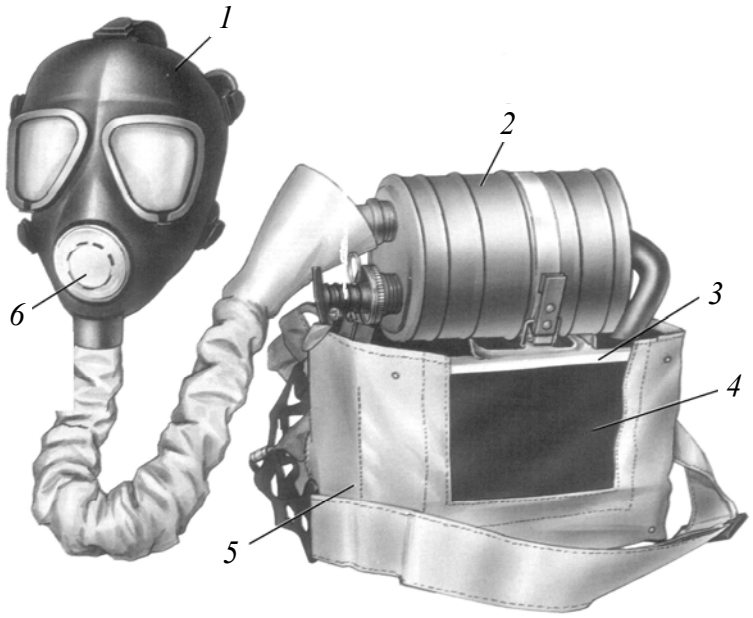


Рис. 24. Противогаз изолирующий ИП-4М:
1 – маска МИА-1; *2* – регенеративный патрон; *3* – каркас;
4 – дыхательный мешок; *5* – сумка; *6* – переговорное устройство

С помощью ***противогаза ИП-5*** (рис. 25) можно выполнять легкие работы под водой на глубине до 7 м.

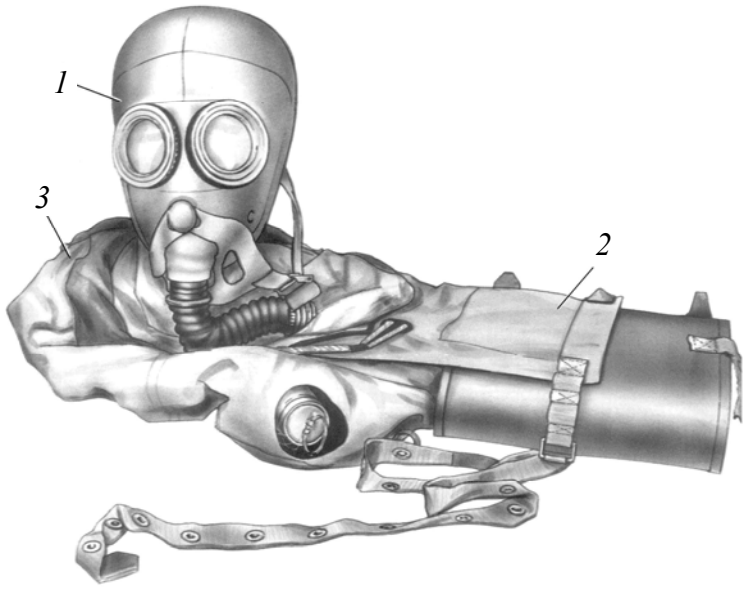


Рис. 25. Противогаз изолирующий ИП-5:
1 – лицевая часть ШИП-М; *2* – дыхательный мешок;
3 – регенеративный патрон

Противогаз ИП-5 имеет маску, обладающую повышенной герметичностью при работе под водой. Регенеративный патрон обеспечивает получение кислорода для дыхания, поглощение углекислого газа и влаги из выдыхаемого воздуха. Корпус патрона снаряжен регенеративным продуктом, в котором установлен пусковой брикет.

Пусковой брикет разогревает регенеративный патрон в начальный момент и выделяет необходимый кислород для дыхания в течение 1 мин. Далее происходят разложение регенеративного вещества под действием влаги и поглощение углекислого газа, и в обеих реакциях выделяется кислород:

$$2KO_2 + H_2O \rightarrow 2KOH + 1{,}5O_2,$$

$$2KO_2 + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + 1{,}5O_2.$$

Запас кислорода в регенеративном патроне позволяет выполнять работы в изолирующем противогазе: при тяжелых физических нагрузках в течение 45 мин, при средних – 70 мин, а при легких или состоянии относительного покоя – 3 ч.

Противогаз шланговый изолирующий предназначен для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от любых вредных примесей в воздухе, независимо от их концентрации, а также для работы в условиях недостатка кислорода в рабочей зоне.

Выпускается в различных исполнениях:

1) ПШ-1Б – с воздухоподводящим шлангом, 10 м на барабане;

2) ПШ-1С – с воздухоподводящим шлангом, 10 м в сумке;

3) ПШ-1Б-20 – с воздухоподводящим шлангом, 20 м на барабане;

4) ПШ-20РВ – ручная воздуходувка, 20 м шланга на барабане;

5) ПШ-20ЭРВ – электроручная воздуходувка, 20 м шланга на барабане;

6) ПШ-40 ЭРВ – электроручная воздуходувка, 40 м шланга на барабане и в сумке.

Противогаз комплектуется лицевой частью от промышленного противогаза с двумя последовательно соединенными гофрированными трубками, к которым крепится армированный шланг. К наружному концу шланга присоединяется фильтрующая коробка для очистки вдыхаемого воздуха от пыли.

Шланговые противогазы применяются в различных отраслях промышленности и коммунального хозяйства: для работы в емкостях, колодцах, отсеках.

7.2. Средства индивидуальной защиты кожи

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) кожи по типу защитного действия делятся на *фильтрующие* и *изолирующие*.

Материал фильтрующих защитных средств пропитан специальным техническим составом для нейтрализации или сорбции ядовитых веществ. Изолирующие средства защиты изготавливаются из материалов, которые покрыты пленками, непроницаемыми для газов и жидкостей.

К средствам защиты кожи фильтрующего типа относятся защитная фильтрующая одежда (ЗФО), общевойсковой защитный комплект (ОЗК). Данные средства защиты используются в комплекте с фильтрующими противогазами ГП-7 и др.

Специальными СИЗ кожи пользуются формирования гражданской обороны. К ним относятся: легкий защитный костюм (Л-1), защитный комбинезон в комплекте с резиновыми сапогами и перчатками, защитный плащ ОП-1 в комплекте с защитными чулками и перчатками, защитная фильтрующая одежда (ЗФО) в комплекте с резиновыми сапогами и перчатками.

Для защиты в очаге аварии применяются средства защиты кожи изолирующего типа, такие как, например, костюм изолирующий химический КИХ-4, КИХ-5, КЗА, Ч-2, Л-1. Принцип защитного действия СИЗ кожи заключается в изоляции кожных покровов, одежды и обуви человека от воздействия опасных и вредных факторов.

Средства защиты человека на производстве и в чрезвычайных ситуациях предохраняют:

– от повышенного содержания радиоактивных веществ в воздухе;

– повышенной (пониженной) температуры воздуха рабочей зоны;

– химических факторов (СДЯВ, АХОВ);

– биологических факторов.

В промышленности изолирующие костюмы чаще всего применяются для защиты персонала от химических веществ, в том числе и при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах чрезвычайных ситуаций.

Предприятия химической промышленности, удобрений, нефтегазового комплекса и другие объекты оснащают свои аварийно-спасательные, противопожарные и другие формирования различными

видами специальной одежды. С точки зрения защиты от СДЯВ наибольшее распространение имеют: спецодежда для защиты от токсичных веществ, от растворов кислот, от щелочей.

7.3. Медицинские средства индивидуальной защиты

Медицинские СИЗ – это простейшие средства, которыми должен уметь пользоваться каждый человек для оказания первой медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях.

В результате аварий, катастроф и стихийных бедствий люди получают травмы, им может угрожать поражение сильнодействующими ядовитыми, отравляющими и радиоактивными веществами.

Во всех случаях медицинские средства индивидуальной защиты будут самыми первыми, верными и надежными помощниками.

К ним относят: пакет перевязочный индивидуальный, аптечку индивидуальную (АИ-2), индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8, ИПП-9, ИПП-10). Помимо этого, крайне необходимо иметь свою домашнюю аптечку.

Пакет перевязочный индивидуальный. Следует помнить, что пакеты перевязочные наша медицинская промышленность выпускает четырех типов: индивидуальные, обыкновенные, первой помощи с одной подушечкой, первой помощи с двумя подушечками.

Пакет перевязочный индивидуальный (рис. 26) применяется для наложения первичных повязок на раны. Он состоит из бинта (шириной 10 см и длиной 7 м) и двух ватно-марлевых подушечек. Одна из подушечек пришита около конца бинта неподвижно, а другую можно передвигать по бинту. Обычно подушечки и бинт завернуты в вощеную бумагу и вложены в герметичный чехол из прорезиненной ткани, целлофана или пергаментной бумаги. В пакете имеется булавка. На чехле указаны правила пользования пакетом.

При пользовании пакетом его берут в левую руку, правой захватывают надрезанный край наружного чехла, рывком обрывают склейку и вынимают пакет в вощеной бумаге с булавкой. Из складки бумажной оболочки достают булавку и временно прикалывают ее на видном месте к одежде. Осторожно развертывают бумажную оболочку, в левую руку берут конец бинта, к которому

пришиты ватно-марлевые подушечки, в правую – скатанный бинт и развертывают его. При этом освобождается вторая подушечка, которая может перемещаться по бинту. Бинт растягивают, разводя руки, вследствие чего подушечки расправляются.

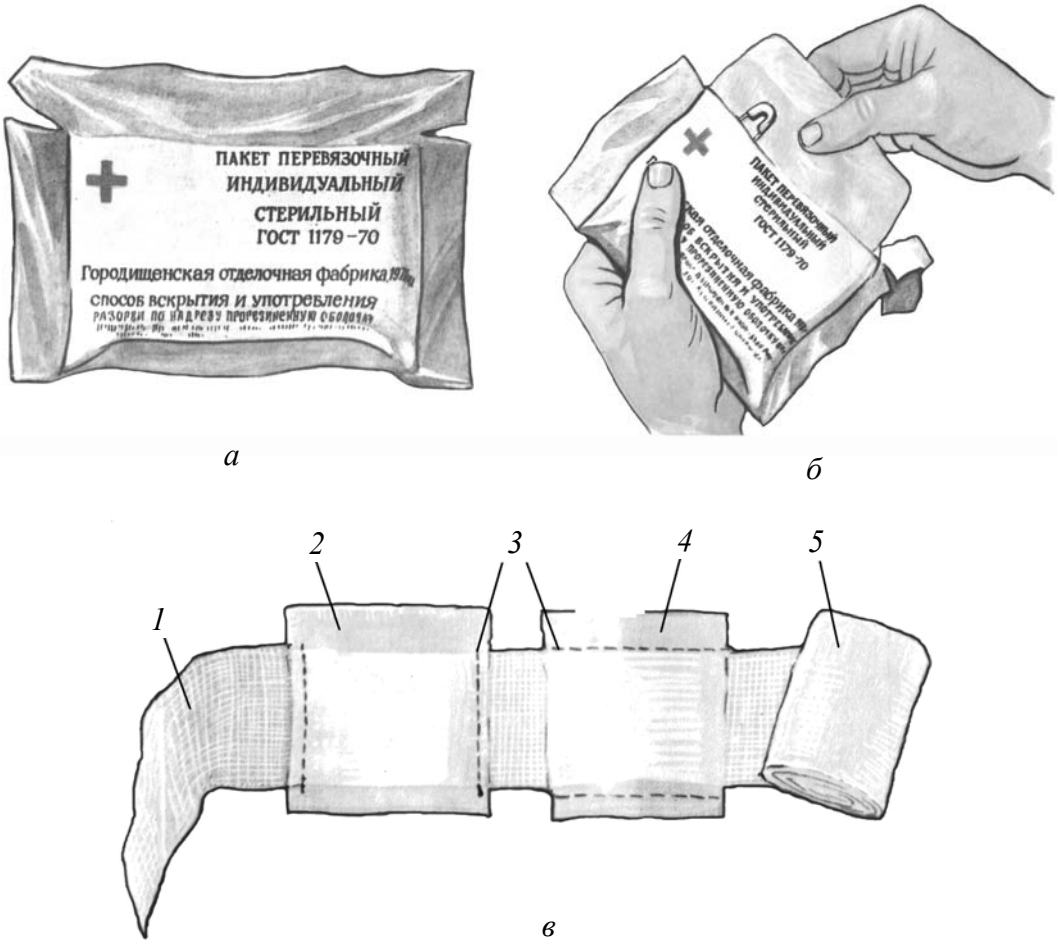


Рис. 26. Пакет перевязочный индивидуальный:
а – вскрытие наружного чехла по надрезу;
б – извлечение внутренней упаковки;
в – перевязочный материал в развернутом виде:
1 – конец бинта; *2* – подушечка неподвижная;
3 – цветные нитки; *4* – подушечка подвижная; *5* – бинт

Одна сторона подушечки прошита красными нитками. Оказывающий помощь при необходимости может касаться руками только этой стороны. Подушечки кладут на рану другой, непрошитой стороной. При небольших ранах подушечки накладывают одна на другую, а при обширных ранениях или ожогах – рядом. В случае

сквозных ранений одной подушечкой закрывают входное отверстие, а второй – выходное, для чего подушечки раздвигаются на нужное расстояние. Затем их прибинтовывают круговыми ходами бинта, конец которого закрепляют булавкой.

Наружный чехол пакета, внутренняя поверхность которого стерильна, используется для наложения герметических повязок. Например, при прострелe легкого.

Хранится пакет в специальном кармане сумки для противогаза или в кармане одежды.

Пакет обыкновенный в отличие от пакета перевязочного индивидуального упаковывается в наружную пергаментную оболочку и обклеивается бандеролью из подпергамента.

Пакеты первой помощи с одной и двумя подушечками упаковываются в подпергаментную внутреннюю и пленочную наружную оболочки. К каждому пакету прикрепляется рекомендация по его вскрытию и употреблению.

Аптечка индивидуальная АИ-2. АИ-2 содержит медицинские средства защиты и предназначена для оказания самопомощи и взаимопомощи при ранениях и ожогах (для снятия боли), предупреждения или ослабления поражения радиоактивными, отравляющими или сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ), а также для предупреждения заболевания инфекционными болезнями.

В аптечке находится набор медицинских средств, распределенных по гнездам в пластмассовой коробочке (рис. 27). Размер коробочки 90×100×20 мм, масса 130 г. Размер и форма коробочки позволяют носить ее в кармане и всегда иметь при себе.

Для исключения замерзания жидкого лекарственного средства в холодное время года аптечка носится во внутреннем кармане одежды. В гнездах аптечки размещены следующие медицинские препараты.

Гнездо № 1 – противоболевое средство (промедол) находится в шприц-тюбике. Применяется при переломах костей, обширных ранах и ожогах путем инъекции в мягкие ткани бедра или руки. В экстренных случаях укол можно сделать и через одежду.

Гнездо № 2 – средство для предупреждения отравления фосфорорганическими отравляющими веществами (ОВ) – антидот (тарен), 6 таблеток по 0,3 г. Находится оно в красном круглом пенале с четырьмя полуовальными выступами на корпусе. В условиях угрозы отравления принимают антидот, а затем надевают противогаз.

При появлении и нарастании признаков отравления (ухудшение зрения, появление резкой одышки) следует принять еще одну таблетку. Повторный прием рекомендуется не ранее чем через 5–6 ч.

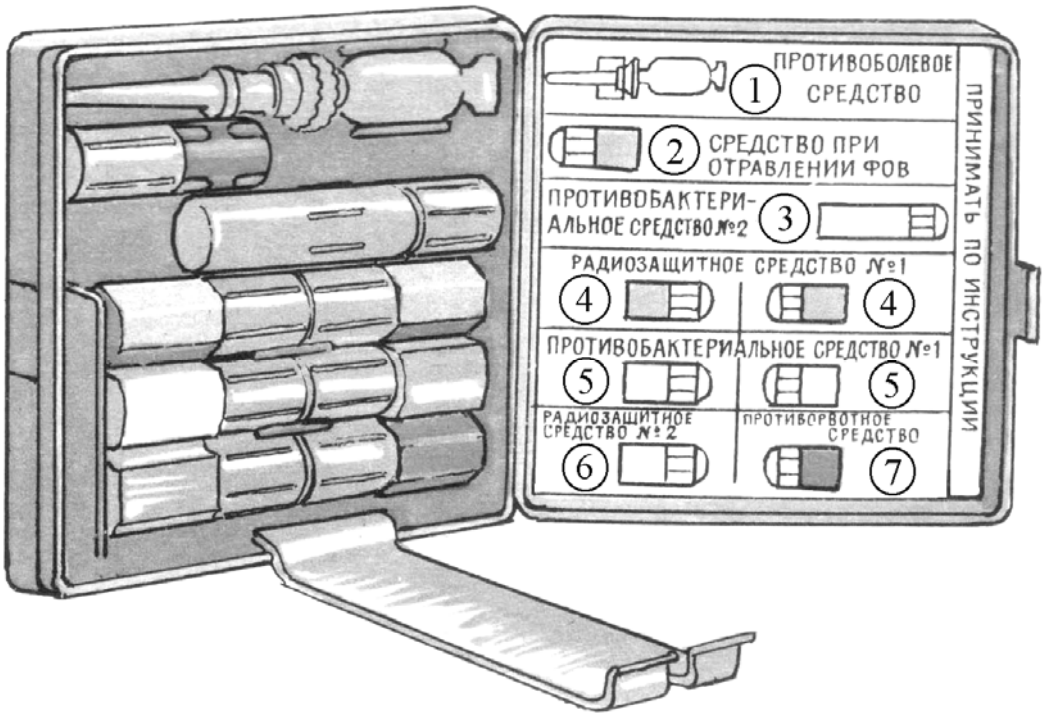


Рис. 27. Аптечка индивидуальная АИ-2

Гнездо № 3 – противобактериальное средство № 2 (сульфадиметоксин), 15 таблеток по 0,2 г. Находится оно в большом круглом пенале без окраски. Средство следует использовать при желудочно-кишечном расстройстве, возникающем после радиационного поражения. В первые сутки принимают 7 таблеток (в один прием), а в последующие двое суток – по 4 таблетки. Этот препарат является средством профилактики инфекционных заболеваний, которые могут возникнуть в связи с ослаблением защитных свойств облученного организма.

Гнездо № 4 – радиозащитное средство № 1 (цистамин), 12 таблеток по 0,2 г. Находится оно в двух розовых пеналах – восьмигранниках. Принимают его для личной профилактики при угрозе радиационного поражения, 6 таблеток сразу и лучше за 30–60 мин до облучения. Повторный прием 6 таблеток допускается через 4–5 ч в случае нахождения на территории, зараженной радиоактивными веществами.

Гнездо № 5 – противобактериальное средство № 1 – антибиотик широкого спектра действия (гидрохлорид хлортетрациклина), 10 таблеток по 1 000 000 ед. Находится в двух четырехгранных пеналах без окраски. Принимают как средство экстренной профилактики при угрозе или при заражении бактериальными средствами, а также при ранениях и ожогах (для предупреждения заражения). Сначала принимают содержимое одного пенала – сразу 5 таблеток, а затем через 6 ч принимают содержимое другого пенала – также 5 таблеток.

Гнездо № 6 – радиозащитное средство № 2 (йодистый калий), 10 таблеток. Находится в белом четырехгранном пенале с продольными полуовальными вырезками в стенках граней. Препарат следует принимать по одной таблетке ежедневно в течение 10 дней после аварии на АЭС и в случае употребления человеком в пищу свежего молока от коров, пасущихся на загрязненной радиоактивными веществами местности. Препарат препятствует отложению в щитовидной железе радиоактивного йода, который поступает в организм с молоком.

Гнездо № 7 – противорвотное средство (этаперазин), 5 таблеток по 0,004 г. Находится в голубом круглом пенале с шестью продольными выступающими полосками. Принимается по одной таблетке при ушибах головы, сотрясениях и контузиях, а также сразу после радиоактивного облучения с целью предупреждения рвоты. При продолжающейся тошноте следует принимать по одной таблетке через 3–4 ч.

Детям до 8 лет на один прием дается ¼ дозы взрослого, от 8 до 15 лет – ½ дозы взрослого. Это касается любого из перечисленных медикаментов, кроме радиозащитного средства № 2 и противоболевого средства, которое дается в полной дозе.

В тех случаях, когда произошла авария на АЭС, а у жителей аптечек индивидуальных АИ-2 нет и они не могут принять радиозащитное средство № 2 (йодистый калий), можно йодистую настойку приготовить самим.

Назначается 5%-ная настойка йода – взрослым и подросткам старше 14 лет по 44 капли 1 раз в день или по 20–22 капли 2 раза в день после еды на ½ стакана молока или воды. Детям от 5 лет и старше 5%-ная настойка йода дается в количестве в 2 раза меньшем, чем взрослым, т. е. по 20–22 капли 1 раз в день или по 10–11 капель 2 раза в день на ½ стакана молока или воды. Детям до 5 лет настойку йода внутрь не назначают.

Это делается для того, чтобы исключить внутреннее облучение щитовидной железы от попадания в организм радиоактивного йода. В первые 10 дней аварии йодная профилактика крайне необходима.

Индивидуальный противохимический пакет. Индивидуальные противохимические пакеты ИПП-8, ИПП-9, ИПП-10 предназначены для обеззараживания капельно-жидких отравляющих веществ (ОВ) и некоторых СДЯВ, попавших на тело и одежду человека, на средства индивидуальной защиты и на инструмент.

ИПП-8 состоит из плоского стеклянного флакона емкостью 125–135 мл, заполненного дегазирующим раствором, и четырех ватно-марлевых тампонов. Весь пакет находится в целлофановом мешочке.

При пользовании необходимо вскрыть оболочку пакета, извлечь флакон и тампоны, отвинтить пробку флакона и его содержимым обильно смочить тампон. Смоченным тампоном тщательно протереть подозрительные на заражение открытые участки кожи и шлем-маску (маску) противогаза. Снова смочить тампон и протереть им края воротника и манжеты, прилегающие к коже. При обработке жидкостью может возникнуть ощущение жжения кожи, которое быстро проходит и не влияет на самочувствие и работоспособность.

Необходимо помнить, что жидкость пакета ядовита и опасна для глаз. Поэтому кожу вокруг глаз следует обтирать сухим тампоном и промывать чистой водой или 2%-ным раствором соды.

ИПП-9 – металлический сосуд цилиндрической формы с завинчивающейся крышкой. При пользовании пакетом крышка надевается на его донную часть. Чтобы увлажнить губку (она здесь вместо ватно-марлевых тампонов), нужно утопить пробойник, которым вскрывается сосуд, до упора и, перевернув пакет, 2–3 раза встряхнуть. Смоченной губкой протереть кожу лица, кистей рук, зараженные участки одежды. После этого вытянуть пробойник из сосуда назад до упора и навинтить крышку. Пакет может быть использован для повторной обработки.

ИПП-10 представляет собой металлический сосуд цилиндрической формы с крышкой-насадкой с упорами, которая крепится на ремешке. Внутри крышки имеется пробойник. При пользовании пакетом крышку, покручивая, сдвинуть с упоров и ударом по ней вскрыть сосуд (под крышкой). Снять крышку и через обра-

зовавшееся отверстие налить на ладонь 10–15 мл жидкости, обработать лицо и шею спереди. Затем налить еще 10–15 мл жидкости и обработать кисти рук и шею сзади. Закрыть пакет крышкой и хранить для повторной обработки.

Если противохимических пакетов нет, капли (мазки) ОВ можно снять тампонами из бумаги, ветоши или носовым платком. Участки тела или одежды достаточно обработать простой водой с мылом при условии, что с момента попадания капель на тело или одежду прошло не более 10–15 мин. Если время упущено, то обработку все равно сделать необходимо. Это несколько уменьшит степень поражения и исключит возможность механического переноса капель и мазков ОВ или СДЯВ на другие участки тела или одежды.

Обезвредить капельно-жидкие ОВ можно и бытовыми химическими средствами. Для обработки кожи взрослого человека нужно заблаговременно подготовить 1 л 3%-ной перекиси водорода и 30 г едкого натра (или 150 г силикатного клея), которые смешивают непосредственно перед использованием. Применяется полученный раствор так же, как и дегазирующая жидкость из ИПП.

Обработка с помощью индивидуальных противохимических пакетов или подручных средств не исключает необходимости проведения в дальнейшем полной санитарной обработки людей и обеззараживания одежды, обуви и средств индивидуальной защиты.

Домашняя аптечка. В повседневной жизни, а тем более в чрезвычайных ситуациях, всегда появляются травмированные: у одних – раны, переломы конечностей, ожоги; у других – открылись кровотечения, возникли сердечные, головные, желудочные боли, простудные и иные заболевания, и с этой целью необходима домашняя аптечка.

Домашняя аптечка должна содержать хотя бы минимум медицинских средств, необходимых для оказания первой медицинской помощи при травмах, острых воспалительных заболеваниях, различных приступах и т. д.

ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ

Первая помощь – срочное выполнение лечебно-профилактических мероприятий, необходимых при несчастных случаях и внезапных заболеваниях, меры срочной помощи раненым или больным людям, предпринимаемые до прибытия врача или до помещения больного в больницу.

Обучение оказанию первой помощи является обязательным для сотрудников экстренных служб, таких как милиционеры, пожарные, работники МЧС. Знания об оказании первой помощи должны предоставляться учащимся средних школ на уроках ОБЖ, студентам вузов при изучении дисциплины «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций».

Первая помощь пострадавшему должна оказываться быстро и под руководством одного человека, так как противоречивые советы со стороны, суета, споры и растерянность ведут к потере драгоценного времени. Вместе с тем вызов врача или доставка пострадавшего в медпункт (больницу) должны быть выполнены незамедлительно.

При оказании первой помощи необходимо:

1) вынести пострадавшего с места происшествия;

2) обработать поврежденные участки тела и остановить кровотечение;

3) восстановить сердечную деятельность;

4) иммобилизировать переломы и предотвратить травматический шок;

5) доставить или же обеспечить транспортировку пострадавшего в лечебное учреждение.

При оказании первой помощи следует руководствоваться следующими принципами: правильность и целесообразность, быстрота, обдуманность, решительность и спокойствие.

Прежде всего необходимо принять меры к прекращению воздействия повреждающих факторов (извлечь утопающего из

воды, потушить горящую одежду, вынести пострадавшего из горящего помещения или из зоны заражения ядовитыми веществами и т. п.).

Признаки жизни:

– наличие пульса на сонной артерии. Для этого указательный и средний пальцы прикладывают к углублению на шее спереди от верхнего края грудинно-ключично-сосцевидной мышцы, которая хорошо выделяется на шее;

– наличие самостоятельного дыхания. Устанавливается по движению грудной клетки, по увлажнению зеркала, приложенного ко рту и носу пострадавшего;

– реакция зрачка на свет. Если открытый глаз пострадавшего заслонить рукой, а затем быстро отвести ее в сторону, то наблюдается сужение зрачка.

При обнаружении признаков жизни необходимо немедленно приступить к оказанию первой помощи.

Нужно выявить, устранить или ослабить угрожающие жизни проявления поражения – кровотечение, остановка дыхания и сердечной деятельности, нарушение проходимости дыхательных путей, сильная боль.

Следует помнить, что отсутствие сердцебиения, пульса, дыхания и реакции зрачков на свет еще не означает, что пострадавший мертв. В первую очередь пострадавшему следует сделать искусственное дыхание и применить другие приемы первой медицинской помощи.

Явные признаки смерти:

1) помутнение и высыхание роговицы глаза;

2) при сдавливании глаза с боков пальцами зрачок сужается и напоминает кошачий глаз;

3) появление трупных пятен и трупного окоченения.

Во всех случаях оказания первой помощи необходимо принять меры по доставке пострадавшего в лечебное учреждение или вызвать «скорую помощь». Вызов медработника не должен приостанавливать оказание первой помощи.

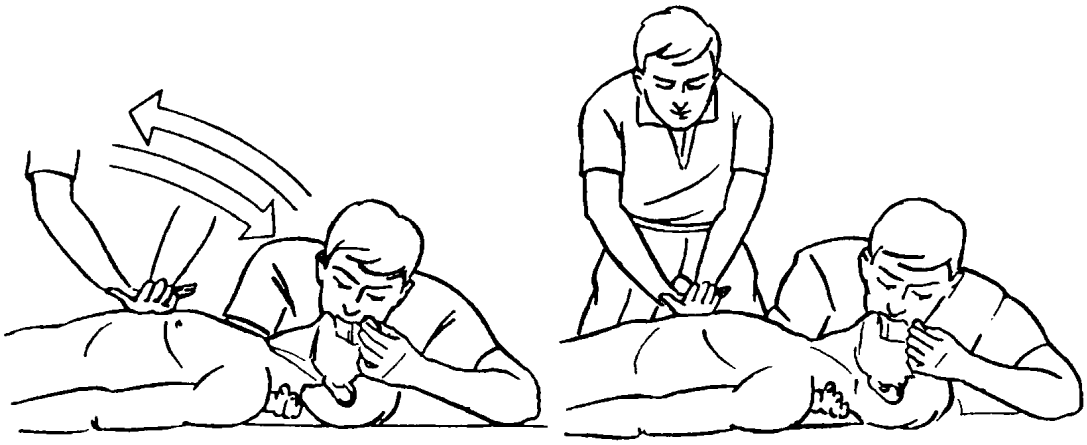
Следует помнить, что оказание помощи связано с определенным риском. При контакте с кровью (возможно заражение инфекционными заболеваниями, в том числе сифилисом, СПИДом) и другими выделениями необходимо надеть резиновые перчатки, при их отсутствии окутать руку целлофановым пакетом.

8.1. Азбука оживления

Оживление, или реанимация, представляет собой восстановление жизненно важных функций организма, прежде всего дыхания и кровообращения. Реанимацию проводят тогда, когда отсутствуют дыхание и сердечная деятельность или они угнетены настолько, что не обеспечивают минимальных потребностей организма.

В первую очередь необходимо убедиться в наличии пульса на сонной артерии и дыхания. Если пульс есть, а дыхание отсутствует, немедленно приступают к проведению искусственной вентиляции легких (рис. 28).

Сначала обеспечивают восстановление проходимости дыхательных путей. Для этого пострадавшего или больного укладывают на спину, голову максимально запрокидывают назад и, захватывая пальцами за углы нижней челюсти, выдвигают ее вперед так, чтобы зубы нижней челюсти располагались впереди верхних.



а *б*

Рис. 28. Искусственная вентиляция легких и непрямой массаж сердца:
а – если оживляет один; *б* – если оживляют двое

Проверяют и очищают ротовую полость от инородных тел (куски пищи, песок, мокрота, зубные протезы и др.). Для этого используют бинт, салфетку, носовой платок, намотанные на указательный палец. Все это делают быстро, но осторожно, чтобы не нанести дополнительных травм. Открывать рот при спазме жевательных мышц можно шпателем, черенком ложки, после чего в виде распорки вставляют между челюстями свернутый бинт.

Если дыхательные пути свободны, но дыхание отсутствует, приступают к искусственной вентиляции легких методом «рот в рот» или «рот в нос» (рис. 28). Для этого, удерживая запрокинутой голову пострадавшего и сделав глубокий вдох, вдувают выдыхаемый воздух в рот. Нос пострадавшего зажимают пальцами для предотвращения выхода воздуха во внешнюю среду. При проведении искусственной вентиляции легких методом «рот в нос» воздух вдувают в нос пострадавшего, закрывая при этом его рот. Более гигиенично это делать через увлажненную салфетку или кусок бинта.

После вдувания воздуха необходимо отстраниться, выдох происходит пассивно. Частота вдуваний воздуха – 12–18 в минуту. Эффективность искусственной вентиляции легких можно оценить по поднятию грудной клетки пострадавшего при заполнении его легких вдуваемым воздухом.

Отсутствие пульса на сонной артерии свидетельствует об остановке сердечной деятельности и дыхания, требует срочного проведения сердечно-легочной реанимации.

8.2. Первая помощь при травмах

8.2.1. При ранениях

Первая помощь при ранениях заключается в наложении стерильной повязки на рану. При наличии сильного кровотечения прежде останавливается кровотечение.

Для обеспечения доступа к ране с соответствующей области тела пострадавшего снимают одежду или обувь, при необходимости разрезают ее.

При возможности кожу вокруг раны обрабатывают спиртом или 5%-ной настойкой йода. После этого накладывают повязки.

При отсутствии пакета можно приложить к ране несколько стерильных салфеток, накрыть их стерильной ватой и прибинтовать. В качестве подручных средств используют различные чистые ткани, лучше хлопчатобумажные.

8.2.2. При кровотечении

Первая помощь при кровотечении зависит от его характера и заключается во временной остановке крови и доставке пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение. В большинстве случаев

остановить наружное кровотечение можно с помощью обычной или давящей повязки.

При сильном кровотечении для уменьшения кровопотери перед наложением давящей повязки или жгута необходимо прижать артерию к костным выступам в определенных, наиболее удобных для этого точках (рис. 29), где хорошо прощупывается пульс.

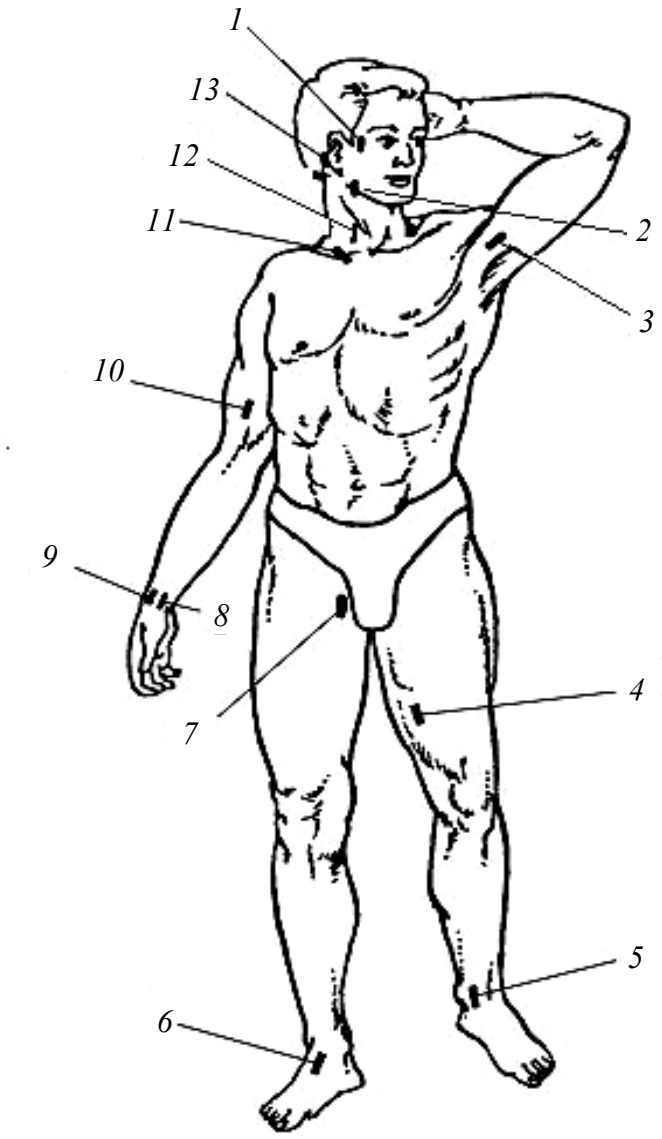


Рис. 29. Точки пальцевого прижатия
для остановки артериального кровотечения:
1 – височной; *2* – челюстной; *3* – подмышечной; *4*, *7* – бедренной;
5, *6* – большеберцовой; *8* – локтевой; *9* – лучевой; *10* – плечевой;
11– подключичной; *12* – сонной; *13* – затылочной

При наложении давящей повязки с помощью ватно-марлевой подушечки индивидуального перевязочного пакета или другого стерильного материала (при его отсутствии – чистой хлопчатобумажной ткани) тампонируют рану и укрепляют тугой повязкой.

Кровоостанавливающий жгут накладывают только при сильном артериальном кровотечении, когда другими способами остановить его не удается. Наложение жгута более чем на 2 ч может привести к омертвению конечности. Поэтому необходимо знать, что жгут накладывается только при сильном кровотечении, когда другие способы остановки неэффективны, и не более чем на 1,5–2,0 ч.

Время наложения жгута (в часах и минутах) должно быть отмечено на бумаге, которая прикрепляется к жгуту.

Кровоостанавливающий жгут накладывают на одежду или специально подложенную под него ткань (полотенце, кусок марли, косынку) выше места кровотечения и поближе к ране (рис. 30).

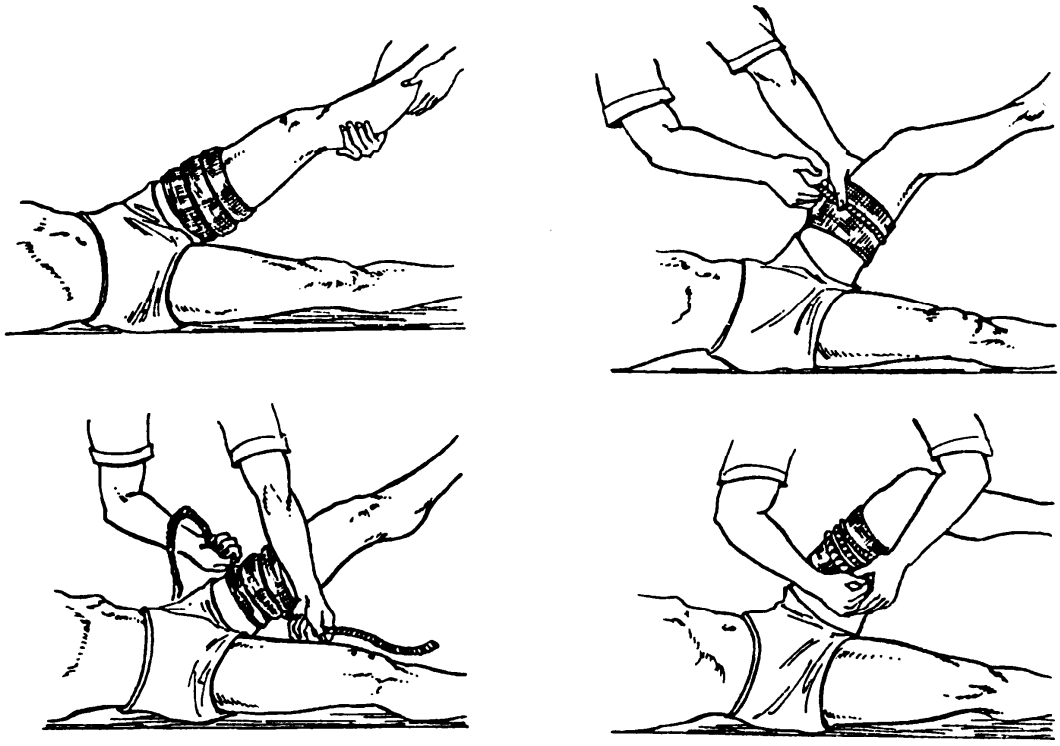


Рис. 30. Техника наложения стандартного жгута

Последовательность и правила наложения жгута: место предполагаемого наложения жгута обертывают несколькими слоями бинта; жгут растягивают и делают 2–3 оборота вокруг конечности по подложенному бинту; концы жгута закрепляют с помощью це-

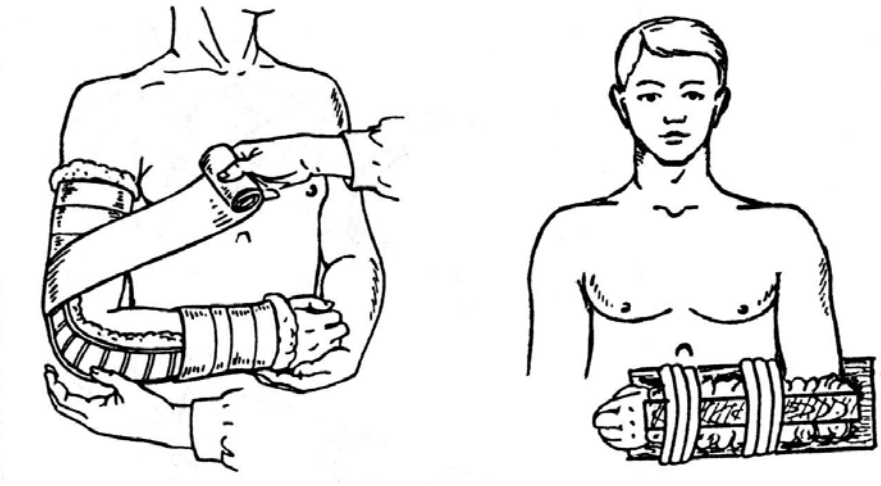
почки и крючка; конечность должна быть перетянута до полной остановки кровотечения и исчезновения пульса на поврежденных артериях; поверх жгута повязку накладывать запрещается; после наложения жгута следует ввести обезболивающий препарат.

Конечность ниже места наложения жгута сохраняет жизнеспособность в течение 1,5–2,0 ч, поэтому необходимо принять все меры для доставки пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

8.2.3. При переломах

Переломами принято называть полное или частичное нарушение целости костей. В зависимости от того, как проходит линия перелома по отношению к кости, их подразделяют на поперечные, продольные, косые, спиральные. Встречаются и оскольчатые, когда кость раздроблена на отдельные части. Переломы могут быть закрытые и открытые. При открытом переломе через рану выступают обломки кости.

В оказании первой помощи при переломах и повреждениях суставов главное – надежная и своевременная иммобилизация поврежденной части тела, что приводит к уменьшению боли и предупреждает развитие травматического шока. Устраняется опасность дополнительного повреждения и снижается возможность инфекционных осложнений. Временная иммобилизация проводится, как правило, с помощью различного рода шин и подручных материалов (рис. 31).



а *б*

Рис. 31. Иммобилизация при переломах костей предплечья:
а – лестничной шиной; *б* – подручными средствами

Временная иммобилизация при вывихах и других повреждениях суставов осуществляется так же, как при переломах костей. При этом фиксировать конечность необходимо в положении, которое наиболее удобно для пострадавшего и причиняет ему меньшее беспокойство. Нельзя пытаться вправлять вывих и применять силу для изменения вынужденного положения конечности.

8.2.4. При синдроме длительного сдавливания

Высвобождение находившейся под завалом конечности без предварительного наложения кровоостанавливающего жгута или закрутки часто приводит к резкому ухудшению состояния пострадавшего с падением артериального давления, потерей сознания, непроизвольным мочеиспусканием. Такое состояние получило название ***краш-синдром*** – синдром длительного сдавливания (СДС). Он развивается в результате выброса в кровь миоглобина и других токсических продуктов, которые образовались при некробиотических изменениях в сдавленных тканях (омертвение сдавленных мышц). Вследствие такого выброса развивается тяжелый токсический шок.

Перед высвобождением пострадавшей конечности следует выше места сдавливания наложить жгут (закрутку) – так, как при временной остановке кровотечения. Крайне необходимо ввести обезболивающее средство (промедол, анальгин, седалгин и т. п.).

После высвобождения пострадавшего из-под завала определяется степень нарушения кровоснабжения тканей, от которой зависит правильность дальнейших действий по оказанию медицинской помощи.

8.2.5. При шоке

Первая медицинская помощь заключается, прежде всего, в прекращении воздействия на пострадавшего травмирующего фактора – основной причины шока. Для этого нужно освободить его из-под завала, погасить горящую одежду, извлечь из воды и т. п.

При оказании помощи особое внимание обратить на остановку кровотечения прижатием сосуда, наложением жгута или другим способом. При переломе, а также вывихе обеспечить временную иммобилизацию поврежденной части тела. Все эти действия необходимо производить решительно, но с максимальной осторожностью, не причиняя при этом пострадавшему дополнительных страданий.

Человеку, находящемуся в сознании, дать болеутоляющее средство (анальгин, седалгин, пенталгин и др.). Если у него нет ранения живота, напоить горячим чаем, дать 50–100 мл водки. Пострадавшего необходимо как можно быстрее доставить в лечебное учреждение.

8.2.6. Первая помощь при отравлении ядовитыми веществами

При неправильном обращении с ядовитыми веществами могут быть отдельные случаи отравлений. Острое отравление возникает при поступлении в организм значительного количества ядовитых веществ за сравнительно короткое время.

Легкая степень острого отравления любым ядовитым веществом проявляется общей слабостью, головной болью, головокружением, тошнотой, потерей аппетита. В более тяжелых случаях к этим признакам присоединяются симптомы, типичные для отравления: головные боли, тошнота, рвота, общая слабость, затемненное сознание. Может быть носовое кровотечение, жжение в глазах и першение в горле, затем затрудненное дыхание, мышечная слабость, иногда появляются судороги и повышается температура тела, боли в животе, понос, бред.

Во всех случаях необходимо вывести или вынести пострадавшего из зоны отравления на чистый воздух, расстегнуть воротник и пояс, снять комбинезон и противогаз (если они были одеты).

Если яд попал на кожу, необходимо его снять, промокнув ватой, марлей или тряпкой, затем остатки яда смыть водой и смазать кожу каким-нибудь жиром или вазелином. При подозрении на попадание яда в желудочно-кишечный тракт с пищей или водой нужно прополоскать рот и выпить значительное количество чистой воды (до 1 л) и вызвать рвоту, чтобы удалить яд из кишечника, дать солевое слабительное. Можно выпить слабый (розовый) раствор марганцевокислого калия. При попадании яда в глаза, нос нужно их обильно промыть чистой водой, лучше слабым раствором питьевой соды (1 чайная ложка соды на стакан воды).

Больного нужно уложить, тепло укрыть, напоить крепким чаем, кофе, теплым молоком с содой (при упорном кашле). Носовые и кожные кровотечения следует остановить тампонами, смоченными перекисью водорода. Во всех случаях отравления нуж-

но немедленно вызвать «скорую помощь» или доставить пострадавшего в больницу.

8.2.7. Первая помощь при утоплении и удушье

При извлечении утопающего из воды необходимо быть очень осторожным, если он еще в сознании. Подплывать к нему нужно с ремнем, веревкой или другим предметом, бросить ему и тянуть на берег.

Можно, подплыв сзади, схватить его за волосы или подмышки, повернуть вверх лицом и плыть к берегу, не давая пострадавшему захватить себя. По извлечении из воды, пострадавшего кладут животом на согнутое колено, чтобы голова была ниже грудной клетки, и из полости рта, гортани и желудка удаляется вода, рвотные массы и др. Затем энергично сдавливают грудную клетку несколько раз, чтобы удалить воду из трахеи, бронхов. Потом пострадавшего поворачивают на спину, запрокидывают голову, начинают искусственное дыхание и непрямой массаж сердца и проводят до тех пор, пока не восстановится самостоятельное дыхание и сердечная деятельность или же не появятся признаки смерти (трупные пятна, трупное окоченение и др.).

Аналогичная помощь оказывается при повешении или при удушье рвотными массами в состоянии опьянения или других тяжелых состояниях, сопровождающихся рвотой и потерей сознания.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П1

Степени разрушений элементов объекта при различном избыточном давлении ударной волны, кПа

Наименование элементов объекта	Степень разрушения		
	слабое	среднее	сильное
Здания и сооружения			
1. Здания с металлическим или железобетонным каркасом	20–30	30–40	40–50
2. Многоэтажные железобетонные здания с большой площадью остекления	8–20	20–40	40–90
3. Бетонные и железобетонные монолитные здания и сооружения	28–80	80–150	150–200
4. Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкции	10–20	20–30	30–50
5. Тепловые электростанции	15–25	25–35	35–45
6. Складские кирпичные здания	10–20	20–30	30–40
7. Кирпичные одно- и двухэтажные здания	10–15	15–25	25–35
8. Многоэтажные кирпичные здания (трехэтажные и выше)	8–15	15–25	25–35
9. Деревянные дома	6–8	8–12	12–20
10. Остекление промышленных и жилых зданий	1,0–1,5	1,5–2,0	2–3
11. Здания фидерных	10–20	20–40	40–50
12. Водонапорная башня	10–20	20–40	40–60
13. Металлическая вышка	15–20	20–50	50–60
14. Грозозащитная мачта	14–22	22–30	30–50
Защитные сооружения			
1. Подвалы без усиления несущих конструкций	20–30	30–100	100
2. Противорадиационное деревоземляное укрытие (ПРУ)	30–50	50–80	80
3. Убежища подвальные, рассчитанные на 50 кПа	30–50	50–60	60–100
4. Убежища подвальные, рассчитанные на 100 кПа	70–100	100–150	150–200
5. Отдельно стоящее убежище, рассчитанное на 100 кПа	100–150	150–200	200–300
6. Отдельно стоящее убежище, рассчитанное на 350 кПа	350–500	500–600	600–750

Продолжение табл. П1

Наименование элементов объекта	Степень разрушения		
	слабое	среднее	сильное
Оборудование			
1. Крановое оборудование	20–30	30–40	40–60
2. Станочное оборудование	10–20	20–60	60–70
3. Отливные машины	10–20	20–30	30–40
4. Токарно-карусельные, токарно-расточные станки	10–30	30–50	50–70
5. Контрольная и измерительная аппаратура	5–10	10–20	20
6. Станочное оборудование деревообрабатывающей промышленности	30–40	40–50	50–60
7. Прессовое и транспортное оборудование	20–40	40–60	60–70
8. Газгольдеры, реакционные башни, электрофильтры	15–20	20–30	30–40
9. Печи, котлы, утилизаторы	20–30	30–40	40–60
10. Контактные аппараты, теплообменники	20–30	30–40	40–50
11. Трансформаторные подстанции	10–20	20–30	30–50
12. Резервуары подземные	30–50	50–100	100–200
13. Резервуары частично заглубленные	10–30	30–50	50–100
Мосты, дороги			
1. Мосты металлические с пролетом 30–40 м	100–150	150–200	200–250
2. Мосты железобетонные с пролетом до 25 м	50–100	100–150	150–200
3. Мосты деревянные	50–100	100–150	150–200
4. Дороги шоссейные	300–1000	1000–3000	3000
5. Железнодорожное полотно	100–150	150–300	300
6. Дамбы земляные (шириной 20–100 м)	150–700	800	1000
Транспорт			
1. Автомашины грузовые	20–40	40–50	50–60
2. Автомашины легковые	10–20	20–30	30–50
3. Автобусы	15–20	20–40	40–50
4. Гусеничные тягачи и тракторы	30–40	40–60	60
5. Тепловозы, электровозы	50–70	70–100	100–150
6. Железнодорожные вагоны	20–40	40–60	60–90
Линии электропередач и связи			
1. Воздушные высоковольтные линии	20–50	50–80	80–120
2. Воздушные низковольтные линии на деревянных опорах	20–60	60–100	100–160

Окончание табл. П1

Наименование элементов объекта	Степень разрушения		
	слабое	среднее	сильное
3. Кабель наземный	10–30	30–50	70–100
4. Кабель подземный	700–800	800–1000	1000–1500
5. Энергетические коммуникации на металлических или железобетонных опорах	10–20	20–30	30–50
6. Стационарные воздушные линии	20–50	50–70	70–120
7. Антенные устройства	10–20	20–40	40–50
Трубопроводы			
1. Наземные на металлических или железобетонных опорах	20–30	30–50	50–60
2. Подземные стальные: – диаметр более 350 мм	200–350	350–600	600–1000
– диаметр менее 350 мм	600–1000	1000–1500	1500–2000
3. Подземные водо-, газо-, канализационные сети	100–600	600–1000	1000–1500
Лес и лесопосадки			
Деревья	10–30	30–50	Более 50

Таблица П2

Степень тяжести травм персонала и населения избыточным давлением воздушной ударной волны (ВУВ)

Величина избыточного давления ВУВ, кПа	Степень тяжести травм и последствия
10–20	Косвенные травмы осколками стекла, летящими обломками
20–30	Легкие травмы – ушибы и скоропроходящие функциональные нарушения
30–50	Средние травмы – вывихи конечностей, контузия головного мозга, повреждение органов слуха
50–80	Тяжелые травмы – сильная контузия, потеря сознания, сложные переломы костей
80–100 и более	Крайне тяжелые травмы заканчиваются летальным исходом

Таблица П3

Величина коэффициента застройки ($K_{зас}$)

Характер застройки	Количество зданий	Высота зданий, м	Плотность застройки, %	$K_{зас}$
Промышленная	4–6	10–20	40	1,8
			30	1,5
			20	1,2
			10	1,0
Жилая и административная	9	30–32	50	2,5
			30	2,0
			20	1,5
			10	1,0
	5	12–20	50	2,0
			30	1,8
			20	1,3
			10	1,0
	2	8–10	50	1,6
			30	1,4
			20	1,2
			10	1,0

Таблица П4

Характеристики фильтровентиляционных комплектов (ФВК) и вентиляторов

Название ФВК и вентиляторов	Производительность, $м^3/ч$	
	в режиме вентиляции	в режиме фильтро-вентиляции
Фильтровентиляционный комплект ФВА-100/50	–	100
Фильтровентиляционный комплект ФВА-50/25	–	50
Комплект ФВК-200	–	200
Комплект ФВК-1, ФВК-2	1200	300
Фильтровентиляционный агрегат ФВА-49: – с одним фильтром ФП-100у	450	100
– с двумя фильтрами ФП-100у	450	200
– с тремя фильтрами ФП-100у	450	300
Вентилятор ЭРВ-72	900	–
Вентилятор ЭРВ-72-2	1000	–
Вентилятор ЭРВ 600/300	600	–

Примечание. При выборе фильтровентиляционных комплектов брать основной – ФВК-1 (ФВК-2) из расчета один комплект на 150 человек, а в случае недостатка их производительности – другие комплекты совместно с вентиляторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. О гражданской обороне: Закон Респ. Беларусь, 27 нояб. 2006 г., № 183-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – № 201. – 2/1280.

2. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Закон Респ. Беларусь, 5 мая 1998 г., № 141-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 1998. – № 19. – 2/673.

3. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Закон Респ. Беларусь, 10 янв. 2000 г., № 343-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2000. – № 8. – 2/138.

4. О радиационной безопасности населения: Закон Респ. Беларусь, 5 янв. 1998 г., № 122-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 1998. – № 5. – 2/656.

5. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / под ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 1999.

6. Дорожко, С. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность / С. В. Дорожко. – Минск: УП «Технопринт», 2001.

7. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002) // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2000. – № 35.

8. Защитные сооружения гражданской обороны. Нормы проектирования: ТКП 45-3.02-231-2011. – Введ. 01.07.2011. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2011.

9. Перетрухин, В. В. Радиационная безопасность / В. В. Перетрухин, А. К. Гармаза. – Минск: БГТУ, 2002.

10. Методика прогнозирования масштабов заражения СДЯВ при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте: РД 52.04.253-90. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991.

11. Чернушевич, Г. А. Защита населения в чрезвычайных ситуациях: тексты лекций для студентов всех специальностей / Г. А. Чернушевич, В. В. Перетрухин. – Минск: БГТУ, 2005.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ 4

2. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ 17

2.1. Радиационная обстановка при применении ядерного оружия 17

2.1.1. Приведение мощности экспозиционной дозы (МЭД) к одному времени после взрыва 19

2.1.2. Определение возможных доз облучения при нахождении на загрязненной местности 23

2.1.3. Определение продолжительности пребывания людей на загрязненной местности 26

2.1.4. Определение степени радиоактивного загрязнения техники 27

2.2. Оценка радиационной обстановки при аварии (разрушении) атомной электрической станции (АЭС) 28

2.3. Защита от ионизирующих излучений 33

2.4. Активность и единицы ее измерения 34

3. ДОЗИМЕТРИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ 37

3.1. Поглощенная доза излучения 38

3.2. Экспозиционная доза излучения 38

3.3. Эквивалентная доза излучения 40

3.4. Эффективная доза излучения 41

3.5. Мощность дозы и единицы ее измерения 43

4. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ 45

4.1. Оценка устойчивости инженерно-технического комплекса к воздействию взрыва газовоздушной смеси 46

4.1.1. Взрыв (горение) газовоздушной смеси 49
4.1.2. Взрывы внутри помещений (внутренний взрыв) 51
4.2. Оценка инженерной защиты персонала объекта..... 55

5. ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ 60
5.1. Землетрясения 60
5.2. Ураганы..... 63
5.3. Оценка масштабов возможного затопления при прорывах плотин, дамб, шлюзов..... 64

6. ПРИБОРЫ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ И ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ 67
6.1. Приборы дозиметрического и радиометрического контроля 67
6.2. Приборы химической разведки 75

7. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ..... 77
7.1. Средства индивидуальной защиты органов дыхания..... 77
7.1.1. Фильтрующие противогазы..... 77
7.1.2. Классификация респираторов 86
7.1.3. Промышленные противогазы 89
7.1.4. Изолирующие противогазы 91
7.2. Средства индивидуальной защиты кожи 95
7.3. Медицинские средства индивидуальной защиты 96

8. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ..... 103
8.1. Азбука оживления..... 105
8.2. Первая помощь при травмах..... 106
8.2.1. При ранениях..... 106
8.2.2. При кровотечении..... 106
8.2.3. При переломах..... 109
8.2.4. При синдроме длительного сдавливания 110
8.2.5. При шоке..... 110
8.2.6. Первая помощь при отравлении ядовитыми веществами..... 111
8.2.7. Первая помощь при утоплении и удушье 112

ПРИЛОЖЕНИЕ..... 113

ЛИТЕРАТУРА..... 117

Учебное издание

Чернушевич Григорий Алексеевич
Перетрухин Виктор Васильевич
Терешко Владимир Владимирович

ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. С. Ватеичкина*
Компьютерная верстка *О. Ю. Шантарович*
Корректор *Е. С. Ватеичкина*

Подписано в печать 12.03.2013. Формат $60\times84^{1}/_{16}$.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 7,0. Уч.-изд. л. 7,2.
Тираж 500 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.