

Новосибирский государственный аграрный университет
Инженерный институт

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ
ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Новосибирск 2017

УДК 614
ББК 68.69
Б 249

Кафедра техносферной безопасности и электротехнологий

Составители: Л.А. Овчинникова, к.с.-х.н., доцент;
Е.Л. Дзю, к.б.н., доцент;
Л.В.Родионова, ст. преп.;
Н.И. Мармулева, к.б.н., доцент

Рецензент проф., д.т.н. А.П. Пичугин

Прогнозирование последствий техногенных аварий и катастроф: Учебно-методическое пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженерный институт; Сост., Л.А. Овчинникова, Е.Л. Дзю, Л.В. Родионова Н.И. Мармулева.-Новосибирск, 2017. – 63с.

Содержит указания по выполнению теоретического расчета распространения последствий в результате технологических аварий.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и уровню подготовки.

Предназначено для студентов очной и заочной формы обучения, всех направлений подготовки.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Инженерного института (протокол № 10 от 30.05.2017 г.).

© Новосибирский государственный
аграрный университет, 2017

Понятие о химической обстановке. Цель ее оценки.

Очагом химического поражения называется территория, подвергшаяся воздействию химического оружия, сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ), в результате которого происходят массовые поражения людей, животных и растений.

Под химической обстановкой понимаются условия, которые создаются в результате воздействия СДЯВ или применения противником химического оружия.

Оценка химической обстановки осуществляется с целью определения степени воздействия СДЯВ или химического оружия на людей, животных, местность, продовольствие, фураж, водоисточники, а также выбора целесообразных действий людей и ведения сельскохозяйственного производства в условиях химического заражения.

При оценке химической обстановки определяют:

- тип СДЯВ (БТХВ);
- размеры очага химического поражения;
- глубину распространения СДЯВ или БТХВ и время подхода зараженного воздуха к объекту;
- стойкость СДЯВ (БТХВ);
- время пребывания людей в средствах защиты;
- потери людей в очаге химического поражения.

Проведем оценку химической обстановки в хозяйстве путем практического решения задач.

В этом случае штаб ГО сельскохозяйственного объекта должен спрогнозировать возможную химическую обстановку на своем объекте.

Для этого нужно (вместе со штабом ГО предприятия) изучить:

- тип и количество СДЯВ;
- метеоусловия;
- топографические условия местности;
- характер застройки на пути распространения зараженного воздуха;
- условия хранения и характер выброса (вылива);
- степень защищенности населения, рабочих и служащих.

Определить:

- размеры и площадь зоны химического заражения;
- время подхода зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту);
- время поражающего действия СДЯВ;
- границы возможных очагов химического поражения;

возможные потери людей в очаге химического поражения.

1. Определение границ, размеров и площади зоны химического заражения.

Задача 1. Определение границ ОХП, размеров и площади заражения. Чтобы определить эти данные, необходимо знать количество СДЯВ, степень вертикальной устойчивости воздуха и глубину распространения СДЯВ.

Степень вертикальной устойчивости воздуха определяют по температурному градиенту.

$t_3 < t_v$ - инверсия;

$t_3 = t_v$ - изотермия;

$t_3 > t_v$ - конвекция

(табл. 2 прил. 2).

Степень вертикальной устойчивости воздуха можно также определить с помощью графика по скорости ветра на высоте 1 м и температурному градиенту $\Delta t = t_{50} - t_{200}$, где t_{50} - температура воздуха на высоте 50 см, t_{200} - температура на высоте 200 см от поверхности земли (таблица 3 прил. 2).

Площадь очага поражения определяют в следующем порядке:

1. Определяют глубину распространения зараженного воздуха;
2. Определяют ширину зоны химического заражения (табл. 5 прил. 2);
3. Определяют площадь зоны заражения (табл. 5 прил. 2).

Пример 1. На объекте разрушилась необвалованная емкость, содержащая 10 т хлора. Определить размеры и площадь зоны химического заражения. Средняя ширина зоны заражения 0,03 Гл. Метеоусловия: ясно, скорость ветра 2 м/с, ночь.

Степень вертикальной устойчивости воздуха - инверсия.

Решение:

1. По табл. 4 прил. 2 для 10 т хлора находят глубину распространения зараженного воздуха с поражающей концентрацией для $V = 1$ м/с.

$G_l = 14$ км

Поправочный коэффициент 0,6 (в нашем примере $V = 2$ м/с).

$G_l = 14 \times 0,6 = 8,4$ км

2. Определяют ширину зоны:

$Ш = G \times K_{ш} \approx 8,4 \times 0,03 \approx 0,252$ км

3. Определяют площадь зоны химического заражения:

$$S = \frac{1}{2} \text{ Ш} \times \Gamma = 0,126 \text{ км} \times 8,4 \text{ км} = 1,0584 \text{ км}^2$$

Границы ОХП определяют по плану (схеме) объекта.

На открытой местности зона имеет форму примерно равностороннего треугольника.

Площадь разлива СДЯВ при обвалованной емкости равна площади обвалованной территории. При отсутствии обвалования для приближенных расчетов принимают, что разлившаяся жидкость покрывает поверхность слоем 0,05 м (табл. 7 прил. 2).

Площадь разлива (м^2) определяют по формуле:

$$S_{\text{м}^2} = \frac{B_{\text{м}^3}}{0,05_{\text{м}}},$$

где B - объем жидкости, м^3 ;
 $0,05$ - слой разлива, м;
 S - площадь разлива, м^2 .

Пример 2. В условиях 1-го примера рассчитать площадь разлива.

Решение:

Определяют объем хлора (плотность $\rho = 1,56 \text{ т/м}^3$)

$$B = \frac{m}{\rho} = \frac{10}{1,56} = 6,41 \text{ м}^3$$

$$S = \frac{6,41}{0,05} = 128,2 \text{ м}^2$$

2. Определение времени подхода зараженного воздуха к определенному рубежу.

Пример 3. В условиях первого примера определить время подхода облака зараженного воздуха к сельскохозяйственному объекту, расположенному в 5 км от емкости с хлором.

Время подхода облака зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту) определяют делением расстояния Γ от места разлива СДЯВ до данного рубежа на среднюю скорость W переноса облака воздушным потоком, м/с (табл. 6 прил. 2)

$$t = \frac{\Gamma}{W} = \frac{5000}{4} = 1250 \text{ с} = 21 \text{ мин}$$

3.Определение времени поражающего действия СДЯВ.

Время поражающего действия СДЯВ $t_{\text{пор.}}$ в очагах химического поражения определяют временем испарения СДЯВ с поверхности его выброса (разлива).

Время испарения жидкости ($t_{\text{исп.}}$) определяют как частное от деления массы жидкости в резервуаре (m) на скорость испарения:

$$T_{\text{пор}} = t_{\text{исп}} = \frac{m}{u},$$

где u - скорость испарения.

Результаты расчетов сведены в табл. 1 прил. 2.

Время испарения используют для определения ориентировочного времени поражающего действия СДЯВ в очаге химического поражения.

Пример 4. В условиях примера 1 определить время поражающего действия разлившегося хлора.

Решение:

1. По табл. 1 прил. 2 находят, что время испарения хлора при скорости ветра 1 м/с и не обвалованной емкости равно 1,3 ч.
2. Находят поправочный коэффициент для скорости ветра 2 м/с он равен 0,7.
3. Время поражающего действия хлора составит

$$T_{\text{ч}} = 1,3 \times 0,7 = 0,91 \text{ ч} = 54 \text{ мин}$$

4.Определение возможных потерь людей в очаге химического поражения.

Потери проживающего вблизи объекта населения, а также личного состава формирований ГО будут зависеть от численности людей, оказавшихся на площади очага, степени, защищенности их и своевременного использования СИЗ (противогазов). Возможные потери населения в ОХП определяют по табл. 8 прил. 2.

Пример 5. При проезде по шоссе в населенном пункте в результате аварии разрушена емкость, содержащая 10 т. хлора. В зоне поражения могут оказаться около 60 человек. Обеспеченность противогазами возможна до 20%. Определить возможные потери населения и их структуру.

1. Характер укрытия: преимущественно в домах. Потери составят $\approx 40\%$.

$$P = 60 \times 0,4 = 24 \text{ чел.}$$

2. Структура потерь:

- поражения легкой степени 25% от 24 чел. ≈ 6 чел.;
- поражения средней тяжести - 40% ≈ 10 чел.;
- поражения смертельные $\approx 35\% \approx 8$ чел.

Пример 6. В населенном пункте при подъезде к цеху первичной переработки молока буксируемая емкость с 7,5 т аммиака при ударе разрушилась. Произошел разлив аммиака. Создалась угроза поражения людей. В зоне поражения могут оказаться до 30 человек. ПротивогАЗами обеспечены 10 человек.

Определить ожидаемые поражения.

Решение:

1. Обеспеченность противогАЗами составит около 30-33%.
2. Размещение людей преимущественно в помещениях.
3. Ожидаемые потери $\approx 35\%$, что составляет 10-12 чел.

Структура поражения:

- легкой степени 25% (2-3 чел.);
- средней тяжести - 40% (4-5 чел.);
- смертельное поражение - 35% (3-4 чел.).

Результаты оценки химической обстановки

Для анализа сложившейся обстановки после разрушения объекта, имеющего СДЯВ (условия примера 1), и практического использования результатов оценки обстановки при проведении мероприятий по ликвидации последствий заражения необходимо составить таблицу (табл 1).

Таблица 1

Результаты оценки химической обстановки

Источник заражения	Тип СДЯВ	Кол-во СДЯВ, т	Граница зоны заражения (глубина, км)	Общая площадь зоны заражения, км ²	Площадь вторичного хим. поражения, км ²	Потери от СДЯВ, чел
Разрушенная емкость	Хлор	10	7	0,21	-	18

Примечание: площадь поражения и границы очага определяют по карте (плану) местности.

На основании анализа результатов оценки химической обстановки прогнозируют возможные последствия в очаге поражения.

Определяют возможность дегазации объекта очага заражения и, при необходимости, санитарной обработки людей.

Оценка радиационной обстановки на сельскохозяйственных объектах

Под радиационной обстановкой понимают совокупность последствий радиоактивного заражения местности, оказывающих влияние на деятельность объектов экономики, сил гражданской обороны и населения.

В комплексе мероприятий защиты населения и ОНХ от последствий чрезвычайных ситуаций наряду с выявлением и оценкой химической, инженерной, пожарной обстановки важное место занимают выявление и оценка радиационной обстановки. Она является обязательным элементом работы командно-начальствующего состава (КНС), формирований и штабов ГО и проводится в целях выявления масштабов и характера поражения людей, животных, растений, потерь продукции животноводства и принятия на основе анализа и выводов из оценки решения на ведение спасательных работ в очаге радиоактивного заражения.

Поскольку основным фактором жизнедеятельности объекта является человек, то в ходе спасательных и других неотложных работ (СиДНР) следует принять своевременные меры по проведению:

- медицинских и других мероприятий по оказанию помощи пораженным;
- эвакуации населения и материальных ценностей;
- оценки целесообразности и характера жизнедеятельности на территории, зараженной РВ.

Радиационная обстановка характеризуется масштабами и характером радиоактивного заражения (размерами зон, уровнями радиации).

Оценка радиационной обстановки включает:

1. Определение масштабов и характера РЗ. Определение уровней радиации и зон заражения.

2. Анализ их влияния на деятельность объектов, сил ГО и населения. Определение доз излучения и возможных поражений людей и животных.

3. Выбор наиболее целесообразных вариантов действий, при которых исключается радиационное поражение людей. Определение допустимой продолжительности пребывания людей на участках заражения, времени начала и окончания работ.

4. Определение режимов радиационной защиты отраслей производства и объекта в целом.

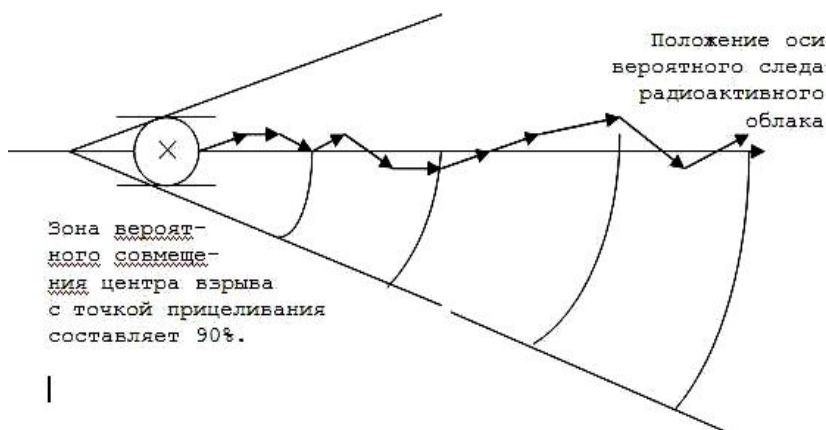
Оценку радиационной обстановки производят методом прогнозирования и по данным разведки.

Выявлять и оценивать радиационную обстановку при *ядерном взрыве* методом прогнозирования можно еще в мирное время, до нанесения ударов, или сразу после них до получения данных разведки о характере заражения. Для этого необходимо иметь определенные параметры:

- координаты точки прицеливания;
- вид и мощность ожидаемого взрыва;
- скорость и направление среднего ветра;
- время взрыва.

Средний ветер - это такой условный ветер, который вызывает такое отклонение физического тела в пространстве, как и действительный, переменный с высотой ветер.

Направление среднего ветра - направление, откуда дует ветер.



По величине предполагаемой мощности взрыва (q) определяют возможную глубину зон радиоактивного заражения (L) (А, Б, В, Г).

Размеры зон заражения. На следе облака при наземных ядерных взрывах размеры можно ориентировочно определить по формулам:

$$\Gamma - L_{\Gamma} = 1,0 \sqrt{q} \text{ км},$$

где q - тыс. тонн, L_{Γ} - длина зоны Γ ;

$$B - L_B = 2,5 L_{\Gamma};$$

$$Б - L_{Б} = 5 L_{\Gamma};$$

$$A - L_A = 16 L_{\Gamma}.$$

Ширина следа максимальная будет равна: 0,1 L при скорости ветра среднего $W_{\text{ср.}} = 100 \text{ км/ч}$.

При $W_{\text{ср.}} = 50-75 \text{ км/ч} \rightarrow 0,2 L$.

При $W_{\text{ср.}} = 25 \text{ км/ч} \rightarrow 0,4 L$.

Указанные зоны образуются только при определенных условиях. Например, при наземных взрывах $q \geq 100 \text{ клт}$ - зона Γ образуется при $W_{\text{ср.}} = 25-50 \text{ км/ч}$, при взрывах $q \geq 500 \text{ клт}$ - только при $W_{\text{ср.}} = 75-100 \text{ км/ч}$.

Фактически радиоактивный след может составить $\approx 1/3$ прогнозируемой площади (S). Однако оповещение проводится на всей территории прогноза. При поступлении данных разведки о наложении следа с $2/3$ территории снимаются действия сигнала оповещения.

Пример 7. По городу N ожидается удар по геометрическому центру $q = 1 \text{ мгт}$, взрыв наземный, направление ветра юго-западное. Скорость ветра $\approx 50 \text{ км/ч}$. Определить размеры зон радиоактивного заражения, предельно возможные дозы излучения.

Результаты решения помещены в табл. 2.

Таблица 2

Зона	Параметры			
	$\Gamma_{\text{км}}$	$\Pi_{\text{км}}$	$P_1 \text{ рад/ч}$	$D_{\infty} \text{ рад}$
Γ	61	5,6	800	4000
В	109	10	240	1200
Б	170	15	80	400
А	402	31	8	40

P_1 - стандартная (берущаяся для прогнозирования) мощность дозы излучения на внешней границе зоны;

D_{∞} - стандартная (берущаяся для прогнозирования) доза излучения, которую могут получить население и сельскохозяйственные животные при нахождении на открытой территории в течение полного распада радиоактивных изотопов при внешнем облучении.

Для оценки радиационной обстановки по данным разведки необходимо иметь следующие исходные данные:

- время ядерного взрыва, от которого произошло заражение;
- мощность дозы в районе объекта предстоящих действий;
- коэффициенты ослабления используемых типов защитных сооружений, зданий, техники, транспорта и т.д.
- заданную (установленную) дозу излучения людей (с учетом ранее полученной дозы).

После нанесения результата прогнозирования на схему местности можно принимать решение о выборе способов защиты.

Оценка радиационной обстановки, созданной аварийным выбросом РВ на атомных энергетических установках (АЭУ), производится на основании замеров фактических уровней радиации в местах проживания (действия).

Внешняя картина взрыва

Пылевой столб при воздушном взрыве не соединен с облаком и при подъеме может догнать облако и соединиться с ним при $H \leq 20 \sqrt[3]{q}$ м или не соединиться при $H > 20 \sqrt[3]{q}$ м.

Радиоактивное заражение местности на следе облака будет незначительным в обоих случаях.

Мощность взрыва (q) ориентировочно можно определить по отношению видимых размеров грибовидного облака $\frac{H}{D}$ к моменту подъема его на максимальную высоту, где H - видимая максимальная высота подъема верхней кромки облака от поверхности земли обычно через 8-9 минут после взрыва и D - видимый горизонтальный диаметр облака на максимальной высоте

$\frac{H}{D}$	5	2,5	1,5	1,0	0,9
q , тыс. Т.	1	10	100	1000	10 000

При большей мощности ядерных взрывов (q - несколько мегатонн) H и D примерно одинаковые. Абсолютные размеры грибовидного облака в этом случае могут достигать более 20 км.

Расстояние до центра взрыва можно определить, если засечь время в секундах с момента вспышки до прихода звуковой волны к наблюдателю. Разделив число секунд на три, получим расстояние до взрыва в километрах.

Разработка алгоритмов решения задач при оценке обстановки

Для приведение уровней радиации к одному времени (любому) после взрыва (выброса) используют формулу:

$$P_t = P_o \left(\frac{t}{t_o} \right)^{-n},$$

где: P_o – уровень радиации в момент времени t_o после аварии;

n – при аварии $\approx -0,4$;

n – при ядерных взрывах $\approx -1,2$.

Для оценки радиационной обстановки, как правило, уровень радиации P рассчитывается на 1 ч после аварии (взрыва). Уровень радиации за один и тот же промежуток времени, например, 7 ч, уменьшается при взрыве в 10 раз, при аварии – в 2 раза.

При расчете уровня радиации на произвольное время после взрыва необходимо определить коэффициент (K_t), учитывающий спад уровня радиации со временем.

$$\text{Тогда } P_t = P_o \frac{K_t}{K t_o}$$

Где: P_o – уровень радиации в момент времени t_o после аварии;

P_t – уровень радиации в момент времени t ;

K_{t_o} – коэффициент перерасчета уровня радиации на известный период времени;

K_t – коэффициент перерасчета уровня радиации на требуемый период времени.

Коэффициент K_t при аварии на АЭС можно определить по табл. 20 прил. 2 на время $t = t_o + \Delta t$, где Δt – время прошедшее после t_o (первого замера).

Если известен уровень радиации на 1 час после аварии (P_o), и поставлено условие по уровню радиации к определенному времени (P_t), то можно через K_t определить время (t), при котором уровень радиации будет равен P_t .

Пример 8. Определить уровень радиации (P_6) на 6 ч после аварийного выброса РВ на АЭС, если через 1,5 ч уровень радиации составил 2 рад/ч ($P_{1,5} = 2$ рад/ч).

Решение:

Из табл. 20 $K_t = t^{-0,4}$ находят для $t = 1,5$ ч - $K_{1,5} = 0,85$, $t = 6$ ч - $K_t = 0,49$, тогда

$$P_t = P_o \left(\frac{K_t}{K_{t_o}} \right)$$

$$P_t = 2 \left(\frac{0,49}{0,85} \right) = 2 \times 0,57 = 1,15 \text{ рад/ч}$$

Пример 9. Определить время (t), при котором уровень радиации на следе радиоактивного облака при ядерном взрыве (P_t) составит 4 рад/ч, если уровень радиации через 8 часов составил 1,8 рад/ч.

Решение:

$$P_t = P_o \left(\frac{t}{t_o} \right)^{-n}$$

Находят по времени, равному 8 ч ($t_8^{-1,2}$), коэффициент K_t по табл. 14 и определяют по формуле $t_o^{-1,2}$
 $T_8^{-1,2} = 0,082$; $t_o^{-1,2} = ?$

$$P_t = P_o \frac{K_t}{0,082};$$

$$\text{следовательно } K_t = \frac{P_t \times K_o}{P_o} = \frac{4 \times 0,082}{1,8} = 0,182.$$

По табл. 14 находят время, равное 4ч.

Пример 10. В условиях примера 7 при тех же цифровых величинах произвести расчет в условиях ядерного взрыва.

Из табл. 14 $K_t = t^{-1,2}$ находят для $t = 1,5$ ч - $K_{1,5} = 0,615$, $t = 6$ ч - $K_t = 0,116$.

Тогда уровень радиации на 6 ч составит 0,377 рад/ч.

Пример 11. Определить уровень радиации на 1 ч после аварии, если через 3,5 ч уровень радиации составил 8,5 рад/ч.

$$P_1 = P_{3,5} \frac{1}{K_{3,5}} = 8,5 \left(\frac{1}{0,61} \right) = 13,9 \text{ рад/ч.}$$

Если (в условиях данного примера) события произошли при ядерном взрыве, тогда:

$$P_1 = P_{3,5} \frac{1}{K_{3,5}} = 8,5 \left(\frac{1}{0,223} \right) = 38,1 \text{ рад/ч.}$$

Величина спада радиации при аварии (разрушении) АЭС должна определяться в каждом конкретном случае по данным радиационной разведки.

Определение доз излучения

При нахождении на загрязненной РВ территории после ядерного взрыва с момента загрязнения ($t_0=1\text{ч}$) и до любого определенного времени дозу излучения в процентах от дозы максимальной (D_∞) определяют по табл. 24 прил. 2. При этом дозу максимальную (D_∞) определяют в соответствии с зоной радиоактивного загрязнения (см. пример 7).

Для прогнозирования возможных доз излучения полученных населением при нахождении на загрязненной РВ территории в любой отрезок времени применяют табл. 13 прил. 2. При этом принимают условие их постоянного нахождения вне укрытий.

При нахождении людей в иных условиях (в укрытиях) значение таблицы делят на коэффициент ослабления ($K_{осл}$), учитывающий условия пребывания.

Если время начала излучения (входа в зону заражения) ($t_0=1\text{ч}$) не равно 1 ч, найденную по табл. 13 дозу излучения умножают на коэффициент К, равный:

t_n	30 мин	1,5 ч	2 ч	3 ч	4 ч	6 ч
К	1,5	0,7	0,55	0,4	0,3	0,2

Дозы излучения от внешних источников гамма-излучения рассчитывают по следующим формулам.

При $n = -0,4$ (при аварии на АЭУ)

$$D = \frac{1,7(P_k t_k - P_n t_n)}{K_{осл}}$$

При $n = -1,2$ (при ядерных взрывах)

$$D = \frac{5(P_n t_n - P_k t_k)}{K_{осл}}$$

Для решения задач по данным формулам P_k , P_n и t_k , t_n при необходимости определяют методом, указанным в примере 8. При определении радиационных потерь по величине суммарной дозы излучения за 4 суток (однократной) необходимо использовать табл. 15 прил. 2.

Пример 12. Сводная команда проводит дезактивацию открытой стоянки техники в течение 4 ч ($T = 4$ ч). Какую дозу получают члены команды, если работу начать через 2 ч после загрязнения при уровне радиации 5 рад/ч.

Решение :

Дано:

$t_n = 2$ ч;

$P_n = 5$ рад/ч;

$K_{осл} = 1$;

$t_k = 6$ ч ($t_n + T$):

а) при аварии на АЭС ($n = -0,4$):

находят уровень радиации к моменту окончания работы

$$P_k = P_n \left(\frac{t_k}{t_n} \right)^{-n} = 5 \frac{K_{ик}}{K_{ин}} = 5 \frac{0,49}{0,75} = 3,22 \text{ рад/ч};$$

находят полученную дозу

$$D = \frac{1,7(3,22 \times 6 - 5 \times 2)}{1} = \frac{1,7(19,32 - 10)}{1} = 1,7 \times 9,32 = 15,9 \text{ рад}$$

б) При ядерном взрыве $n = -1,2$

находят уровень радиации к моменту окончания работы

$$P_k = P_n \left(\frac{t_k}{t_n} \right)^{-n} = 5 \frac{K_{ик}}{K_{ин}} = 5 \frac{0,116}{0,435} = 1,33 \text{ рад/ч}$$

находят полученную дозу

$$D = \frac{5(5 \times 2 - 1,33 \times 6)}{1} = \frac{5(10 - 7,98)}{1} = 10,1 \text{ рад}$$

Порядок определения доз излучения для движущихся объектов на следе облака ядерного взрыва

$$D = \frac{P_{cp} \times T}{K_{осл}}, \text{ где } T = \frac{l}{W},$$

где P_{cp} -средний уровень радиации на маршруте;

l - протяженность маршрута;

W - средняя скорость движения.

Средний уровень радиации в зависимости от направления движения объекта относительно оси следа облака ядерного взрыва определяют в следующем порядке.

$$P_{cp} = \frac{P_{max}}{4} \text{ при движении перпендикулярно оси следа;}$$

$$P_{cp} = 1,5 \frac{P_{max}}{4} \text{ при движении под углом } 45^0 \text{ к оси следа;}$$

$$P_{cp} = \frac{P_{max}}{3} \text{ при движении на участок заражения или с участка заражения;}$$

$$P_{cp} = \frac{P_{к} + P_{н}}{2} \text{ при движении по маршруту, параллельному оси следа.}$$

Пример 13.Какую дозу облучения получит сводная команда при пересечении радиоактивного следа автоколонной по маршруту, перпендикулярному оси следа протяженностью 24 км со скоростью 15 км/ч при максимальном уровне радиации P_{max} на маршруте 22 рад/ч?

Расчет возможных потерь

Пример 14. Личный состав формирований за время ведения работ в течение первых 4 суток получит суммарную дозу излучения, равную 140 рад.

Определить возможные потери (табл. 16 прил. 2)

Решение:

Так как в табл. 16 нет суммарной дозы излучения равной 140 рад, находят наиболее близкие значения.

При $D = 125$ рад потери ожидаются – 5%.

При $D = 150$ рад потери ожидаются – 15%.

Определяют дозу излучения, увеличивающую выход из строя личного состава на 1%

$$\frac{150 - 125}{15 - 5} = 2,5 \text{ рад}$$

Следовательно, увеличение дозы на 2,5 рад влечет в среднем возрастание потерь на 1%.

Определяют превышение дозы относительно табличных данных (табл. 16):

$$\Delta D = 140 - 125 = 15 \text{ рад};$$

при этом количество пораженных составит

$$5\% + \frac{15}{2,5} = 5\% + 6\% = 11\% \text{ от состава облученных.}$$

Экспресс-оценка радиационной обстановки при авариях на АЭС

При авариях на АЭС в атмосферу выбрасывается большое количество радионуклидов в виде аэрозолей. При этом люди, оказавшиеся в зоне загрязнения получают ингаляционное (внутреннее) облучение. Дозу внутреннего излучения в данном случае определяют по формуле:

$$D_{\text{в}} = 200 W_{\text{эл}} R^{-\left(\frac{R}{200} + 1,4\right)} (I p),$$

где $W_{\text{эл}}$ - мощность реактора в МВт,

R - расстояние от реактора до объекта экономики.

Возможные потери на объекте экономики от полученных внутренних доз определяют по формуле:

$$П = 1,13 \cdot 10^{-5} D_{\text{в}}^2$$

Дозу внешнего излучения при прохождении радиоактивного облака после аварии на АЭС рассчитывают по формуле

$$D = \frac{W_{эл}}{100 \cdot K_{осл}} R^{-1,2} (Гр)$$

Возможный уровень радиации для участка местности через 1ч после аварии рассчитывают по формуле

$$P_1 = 0.54 W_{эл} e^{-0,0165 R} (pad / ч),$$

где $e = 2,72$.

При прогнозировании возможных доз облучения, уровней радиации, потерь после аварии на АЭС необходимо помнить, что выброс радионуклидов происходит неравномерно. При разрушении реактора выбрасывается одномоментно от 15 до 25% радионуклидов. Оставшаяся часть может поступать в атмосферу в течение нескольких недель и частично остается в разрушенном реакторе. В связи с этим практически не наблюдаются четко выраженные зоны радиоактивного заражения. Это особенно ярко проявляется при неустойчивой погоде, частой смене направления ветра и наличии осадков. Для повышения качества прогноза необходимо проводить инструментальную разведку радиационной обстановки на местности и делать соответствующие коррективы.

Возможные размеры зон радиоактивного заражения (км) при аварии на АЭС приведены в табл. 29 прил. 2.

Определение допустимой продолжительности пребывания на участке радиоактивного заражения

Обязательность проведения данных расчетов заключается в том, что необходимо определить время начала работы и продолжительность работ в условиях РЗ.

Преждевременный ввод формирований в зоны сильного и опасного заражения может привести к поражению людей. С другой стороны преувеличение опасности заражения приведет к тому, что помощь, на которую рассчитывают пострадавшие, может оказаться запоздалой.

Существует несколько вариантов расчета допустимой продолжительности пребывания людей в зоне радиоактивного загрязнения.

Вариант 1.

Прогнозирование допустимой продолжительности пребывания людей на радиоактивно загрязненной местности после аварии на АЭС (табл. 21 прил. 2).

Пример 15. Определить допустимую продолжительность работы формирования ГО на радиоактивно загрязненной местности

(после аварии на АЭС), если измеренный уровень радиации при входе в зону через $t_n = 2$ ч после аварии составил $P_2 = 3$ рад/ч.

Заданная доза излучения $D_3 = 10$ рад.

Решение:

Определяют соотношение

$$\alpha \leq \frac{P_i}{D_3 \times K_i};$$

при этом коэффициент K_i определяют по табл. 20 прил. 2.

$K_i = 0,75$

$$\alpha \leq \frac{3}{10 \times 0,75} = 0,4$$

определяют по табл. 21 прил. 2 время пребывания в зоне загрязнения, равно 4 ч.

Вариант 2

Прогнозирование допустимой продолжительности пребывания людей на радиоактивно загрязненной местности после ядерного взрыва (табл. 19 прил. 2).

Пример 16. Определить допустимую продолжительность работы формирования ГО в очаге поражения, если измеренный уровень радиации при входе в очаг через 2 ч после ядерного взрыва составил 10 рад/ч. Доза допустимая (заданная) равна 20 рад.

Решение:

определяют соотношение $\frac{D \cdot K_{осл}}{P_{вх}}, \frac{20 \cdot 1}{10} = 2$

по табл. 19 прил. 2 находят $T_{час} \approx 4$ ч 06 мин.

Определение времени начала спасательных работ в очаге радиоактивного заражения

Для прогнозирования возможного времени начала работ необходимо иметь следующие данные: предельно возможную дозу, которую могут получить спасатели, объем работы в часах, мощность дозы излучения на местности.

Вначале определяют уровень радиации на 1 ч после взрыва (P_1).

Далее определяют возможную дозу за данный период работы, если бы она была начата через 1 ч после взрыва (аварии) (D_1).

Определяют значение коэффициента K , показывающего во сколько раз уменьшились мощность дозы излучения и плотность радиоактивного загрязнения за время, прошедшее от момента 1 ч после взрыва до момента измерения.

По формуле $K_n = \frac{D_1}{D_{доп}}$ находят коэффициент превышения

допустимой дозы. Рассчитанный коэффициент позволяет определить время начала работ, так как он, по сути, будет равен коэффициенту спада уровня радиации со временем ($K_n=K$).

Пример 17. Определить время начала работ, если допустимая доза 20 рад. Уровень радиации через 5 ч (P_5) составил 12 рад, время работы $T=4$ ч, $K_{осл.} = 1$.

Решение:

Определяют уровень радиации на 1 ч после взрыва (P_1). По табл. 12 прил. 2 определяют коэффициент спада уровня радиации через 5 ч после взрыва (K), он равен 7.

Определяют уровень радиации на 1 ч после взрыва:

$$P_1 = P_5 \times K = 12 \times 7 \approx 84 \text{ рад/ч}$$

Находят дозу (D), которую могли бы получить спасатели, если бы они начали работу, начиная с 1 часа после взрыва.

$$D_1 = \frac{P_1 \cdot T}{K_{осл.}} = \frac{84 \cdot 4}{1} = 336 \text{ рад}$$

Определяют коэффициент превышения дозы облучения

$$K_n = \frac{D_1}{D_o} = \frac{336}{20} = 16,8$$

По табл. 12 прил. 2 определяют время начала работ согласно коэффициенту K_n , равному коэффициенту спада уровня радиации K . Время начала работ 10-11 ч после взрыва.

Определение режимов защиты рабочих и производственной деятельности объектов

Порядок применения средств и способов защиты людей, предусматривающий максимальное уменьшение возможных доз облучения и выбор наиболее целесообразных действий в зонах радиоактивного заражения, называется *режимом защиты*.

Режим защиты включает три основных этапа:

1. продолжительность прекращения работы объектов;
2. продолжительность работы объекта с использованием для отдыха защитных сооружений или жилых зданий за пределами зон радиоактивного заражения;
3. продолжительность работы объектов с ограниченным пребыванием людей на открытой местности.

Пример 18. Определить режим защиты рабочих, если через 1 ч после ядерного взрыва на территории объекта уровень радиации составит 240 рад/ч

Условия проживания:

- живут в кирпичных домах ($K_{\text{осл.}} \approx 10$);
- работают в коровниках ($K_{\text{осл.}} \approx 5$);
- ПРУ ($K_{\text{осл.}} \approx 30$).

Решение:

При решении используем табл. 26 прил. 2.

- По уровню радиации на 1 час после взрыва определяют режим защиты – режим 3;
- В первые и вторые сутки после радиоактивного заражения работа прекращается, население должно находиться в укрытиях (ПРУ) с коэффициентом защиты 50 с выходом из укрытий не более чем на 40 мин;
- Последующие четверо суток необходимо находиться в укрытиях (домах), продолжительность работы на открытой местности не более 3-4 ч в день, с учетом коэффициента защиты животноводческих помещений проводятся все необходимые работы по уходу за сельскохозяйственными животными;
- При нахождении на открытой местности в течение 10 суток с момента взрыва необходимо применять индивидуальные средства защиты;
- при возможности проводится эвакуация населения через 48 ч после начала радиоактивного заражения.

Соблюдение установленного режима не допускает облучение людей сверх установленных доз и обеспечивает производственную деятельность объекта с минимальным временем прекращения работы при различных уровнях радиации.

Определение возможной степени радиоактивного заражения сельскохозяйственной техники

Степень заражения радиоактивными веществами характеризуется плотностью заражения (Беккерель/см², Си/км²). Определение в полевых условиях плотности заражения в единицах Кюри сложно, поэтому степень заражения измеряют в единицах мощности дозы по гамма - излучению в миллирадах в час (мрад/ч). Допустимые нормы заражения сельскохозяйственной техники установлены не более 180 мрад/ч.

При этом измерение степени заражения радиоактивными веществами поверхностей может производиться при условии, что внешний гамма-фон не превышает предельно допустимого заражения данного объекта более чем в 3 раза (НРБ-96).

Гамма-фон измеряется не ближе 15-20 м от исследуемого объекта на высоте 1 м от поверхности земли.

Из максимального показания прибора по гамма-излучению зараженности поверхности вычитают величину фона и получают степень зараженности. При этом у прибора-измерителя мощности дозы на экран устанавливают в положении «Г». Блок детектирования удерживается над измеряемой поверхностью на высоте 1-1,5 см. Продолжительность измерения 45 с.

Степень радиоактивного загрязнения определяют по формуле

$$P_{об} = \frac{P_{изм} - P_{фон}}{K},$$

где K – коэффициент, учитывающий экранирующее действие объекта.

Для автотранспорта и специальной техники K = 1,5, для людей и сельскохозяйственных животных K ≈ 1,2, для средств индивидуальной защиты, медицинского имущества K ≈ 1.

Контроль радиоактивного заражения техники и транспорта может быть сплошным или выборочным. Для выборочного контроля техники, работающей в сходных условиях от каждых десяти единиц проверяют 1-2, при сплошном – все.

ВЫВОДЫ

Своевременное и компетентное прогнозирование радиационной обстановки, разработка планов по уменьшению поражающего воздействия излучения на отрасли сельскохозяйственного производства ускорит их подготовку к устойчивому функционированию в ЧС, психологически подготовит работников объектов при должной разъяснительной работе к действиям в условиях заражения.

Последующая оперативная оценка по данным разведки в период фактического загрязнения сведет к минимуму возможные потери людей, а также продукции в отраслях растениеводства и животноводства, обеспечит наиболее высокую степень устойчивости производства объекта.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЗРЫВНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Методика предназначена для определения возможной степени разрушения (повреждения) зданий и сооружений, расположенных в промышленной и селитебной зоне, прогнозирования безвозвратных потерь персонала объекта и населения.

Под поражающими факторами взрывных явлений понимаются воздушная ударная волна (ВУВ), образующаяся при взрыве топливовоздушных смесей (ТВС) или взрывчатых веществ, и осколочное действие, возникающее при разрыве сосудов высокого давления.

Количественная оценка поражающего действия указанных факторов определена на основе расчета следующих параметров:

- избыточного давления во фронте ударной волны;
- продолжительности фазы сжатия ударной волны;
- импульса фазы сжатия ударной волны;
- массы осколков;
- дальности полета осколков;
- скорости полета осколков.

Параметры поражающих факторов приведены для летнего периода времени. Дрейф облака топливовоздушных смесей не учитывается.

В качестве явлений, инициирующих ЧС на промышленных объектах, рассматриваются:

- детонация облака ТВС;
- дефлаграция облака ТВС;
- взрыв конденсированных взрывчатых веществ (КВВ);
- разрыв сосудов высокого давления.

В качестве веществ, способных к образованию ТВС, рассматриваются:

- сжиженные природные и нефтяные газы;
- жидкие топлива;
- другие взрывоопасные вещества (табл. 1 прил. 1).

В качестве показателей последствий действия воздушной ударной волны приняты:

- для людей - количество человек, получивших смертельные поражения при условии нахождения на открытой местности, в зданиях и сооружениях;

- для окружающей место аварии застройки – степени разрушения зданий и сооружений селитебной зоны (табл. 5 прил.1).

Последствия осколочного действия при разрыве сосудов высокого давления оценивают количеством человек, получивших смертельные ранения при условиях нахождения на открытой местности.

Вторичные поражающие факторы в данной методике не учитывают.

Исходные данные, необходимые для прогнозирования:

1. при взрыве топливовоздушных смесей:
 - тип топлива, содержащегося на объекте (см.табл.1 прил.1);
 - масса топлива, находящегося в различных местах объекта (резервуары, установки и т.п.);
 - класс окружающего пространства (табл. 2 прил. 1);
 - план объекта с картограммой расположения людей;
2. при взрыве конденсированных ВВ:
 - тип КВВ (табл. 3 прил. 1);
 - масса КВВ;
 - план объекта с картограммой расположения людей;
3. последствия осколочного действия при разрыве сосудов высокого давления:
 - объем сосудов высокого давления;
 - план объекта с картограммой расположения людей.

Порядок расчета последствий взрывов топливовоздушных смесей

Для расчета возможных разрушений зданий и сооружений после взрыва облака ТВС необходимо определить режим взрывного превращения (табл. 4 прил. 1). Для этого необходимо определить класс топлива (ВВ) (табл. 1 прил. 1) и класс окружающего пространства (табл. 2 прил. 2).

Возможные режимы взрывного превращения: 1- детонация, 2,3-дефлаграция.

При отсутствии данных о количестве топлива, участвующего во взрыве, массу топлива, содержащегося в облаке, определяют по формуле

$$M=0,1M_T,$$

где M_T – масса топлива, содержащегося в резервуаре (установке).

В соответствии с выбранным режимом взрывного превращения, а также в зависимости от массы топлива, содержащегося

в облаке, и интересующего расстояния по графикам (рис. 1-3) определяют границы зон полных, сильных, средних и слабых степеней разрушения зданий и сооружений.

Затем на план объекта наносят указанные границы зон разрушения, после чего определяют степень разрушения тех или иных зданий и сооружений.

При наличии на объекте нескольких источников возможного образования облаков ТВС расчеты производят для каждого из них.

При прогнозировании степени поражения людей по описанной методике определяют режим взрывного превращения облака ТВС и массу топлива, содержащегося в облаке.

По графикам (рис.4-6) в зависимости от режима взрывного превращения и массы топлива определяют границы зон поражения людей.

Количество людей, погибших на открытой местности (N_M), определяют по формуле

$$N_M = \sum_{i=2}^6 \cdot n_i \cdot \left(1 - \frac{P_i}{100}\right),$$

где i - номер зоны;

n_i – количество людей, попавших в i -ю зону (определяют по картограмме распределения людей);

P_i – процент выживших в i -й зоне людей (определяют по рис. 4-6).

Количество людей, погибших в зданиях (N_3) определяют по формуле:

$$N_3 = \sum_{i=1}^4 \cdot n_i^{\text{ж}} \left(1 - \frac{P_i^{\text{ж}}}{100}\right) + \sum_{i=3}^4 n_i^n \left(1 - \frac{P_i^n}{100}\right),$$

где $n_i^{\text{ж}}$ – количество людей, попавших в жилые и административные здания и сооружения, находящиеся в i -й зоне (определяют по картограмме распределения людей);

$P_i^{\text{ж}}$ – процент людей, выживших в жилых зданиях и сооружениях, попавших в i -ю зону:

$P_1^{\text{ж}} = 98\%$; $p_2^{\text{ж}} = 94\%$; $p_3^{\text{ж}} = 85\%$; $p_4^{\text{ж}} = 30\%$.

n_i^n – количество людей, попавших в жилые и административные здания и сооружения, находящиеся в i -й зоне (определяют по картограмме распределения людей);

P_i^n – процент людей, выживших в жилых зданиях и сооружениях, попавших в i -ю зону

$P_3^n = 90\%$; $P_4^n = 40\%$.

Общее количество погибших определяют по формуле:

$$N = N_m + N_3$$

Порядок расчета последствий при взрывах на промышленных объектах конденсированных взрывчатых веществ

В соответствии с табл. 3 прил. 1 определяют класс конденсированных взрывчатых веществ.

По графикам (рис.7-9) в зависимости от класса КВВ, его массы и расстояния определяют границы зон разрушения, наносят их на план местности и рассчитывают степень разрушения зданий и сооружений.

Возможные потери людей рассчитывают по тем же формулам, что и при взрыве облаков ТВС, за исключением процента выживших, который определяют по графикам на рис.10-12.

При взрыве ТВС образуется очаг поражения с ударной волной и световым излучением. В очаге взрыва ТВС можно выделить три сферические зоны. В центре взрыва зона 1 - зона детонационной волны - находится в пределах облака взрыва.

Размер зоны I определяют по формуле:

$$R_1 = 17.5 \cdot \sqrt[3]{Q},$$

где: R_1 – радиус первой зоны, м;

Q – масса сжиженного газа в т.

В пределах зоны 1 избыточное давление можно считать постоянным и равным 1700кПа.

Зона 2 – это зона действия продуктов взрыва, охватывающая всю площадь разлета продуктов взрыва ТВС в результате ее детонации. Радиус зоны 2 в 1,7 раза больше радиуса зоны 1 ($R_2=1.7R_1$), а избыточное давление на внешней границе зоны 2 составляет 300кПа.

Зона 3 – зона действия ударной взрывной волны, величину избыточного давления которой можно определить по графику.

Порядок расчета последствий осколочного действия при разрыве сосудов высокого давления

Количество людей, получивших смертельное поражение при разрыве сосудов высокого давления, определяют в зависимости от объема сосуда и плотности промышленного персонала и населения на территории, прилегающей к месту аварии, по графику (рис.13).

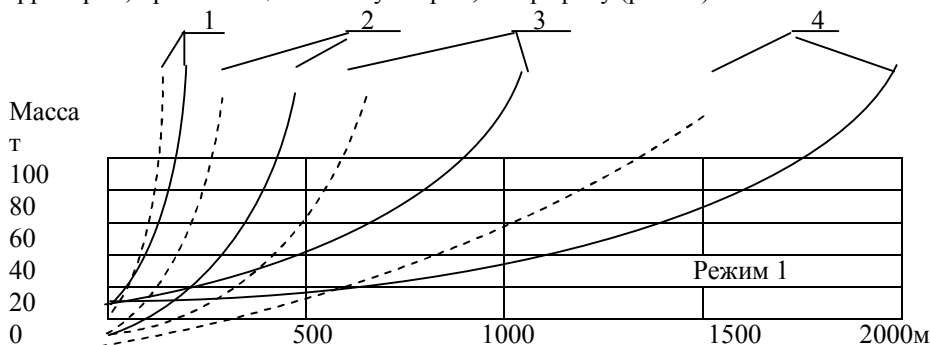


Рис.1. Зависимости степеней разрушения зданий от массы топлива и расстояния:

- 1-границы зоны полных разрушений;
- 2-границы зоны сильных разрушений;
- 3-границы зоны средних разрушений;
- 4-границы зоны слабых разрушений;
- — жилые и административные здания;
- промышленные здания и сооружения

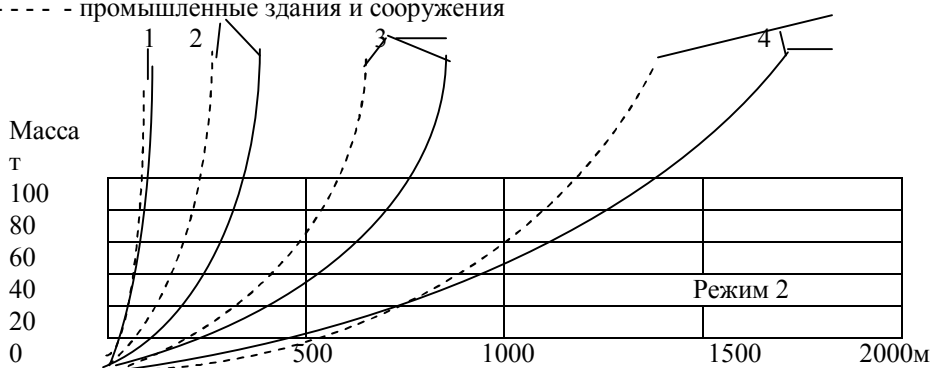


Рис.2. Зависимости степеней разрушения зданий от массы топлива и расстояния:

- 1-границы зоны полных разрушений;
- 2-границы зоны сильных разрушений;
- 3-границы зоны средних разрушений;
- 4-границы зоны слабых разрушений;
- жилые и административные здания;
- промышленные здания и сооружения

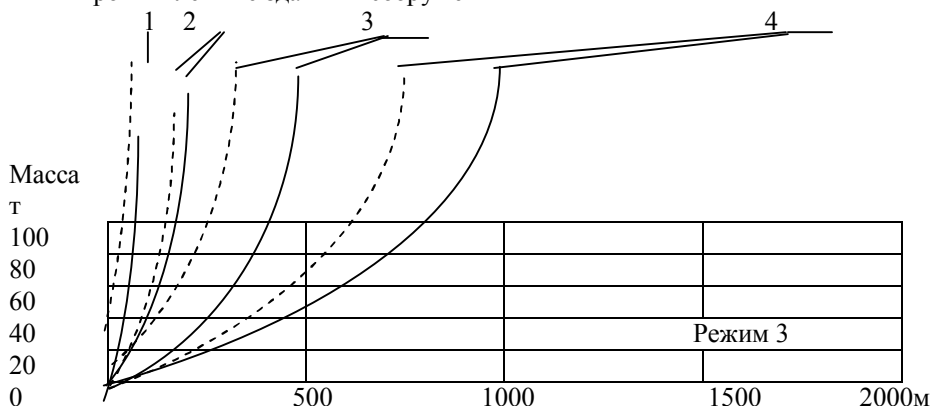
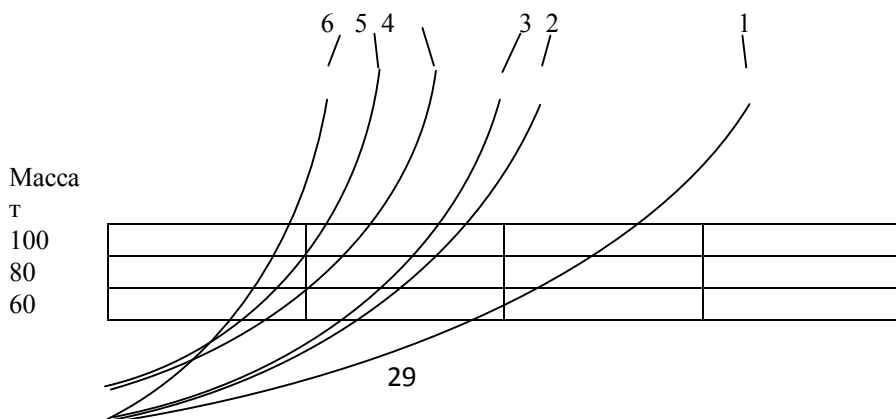


Рис.3. Зависимости степеней разрушения зданий от массы топлива и расстояния:

- 1-границы зоны полных разрушений;
- 2-границы зоны сильных разрушений;
- 3-границы зоны средних разрушений;
- 4-границы зоны слабых разрушений;
- жилые и административные здания;
- промышленные здания и сооружения



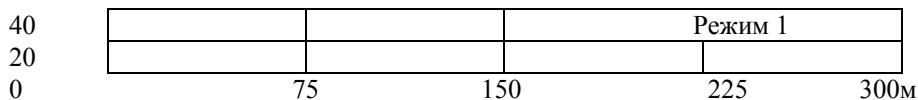


Рис.4. Зависимости поражения человека от массы топлива в облаке и расстояния:

- 1- граница порога поражения;
- 2-граница 99% выживших;
- 3-граница 90% выживших;
- 4-граница 50% выживших;
- 5-граница 10% выживших;
- 6-граница 1% выживших

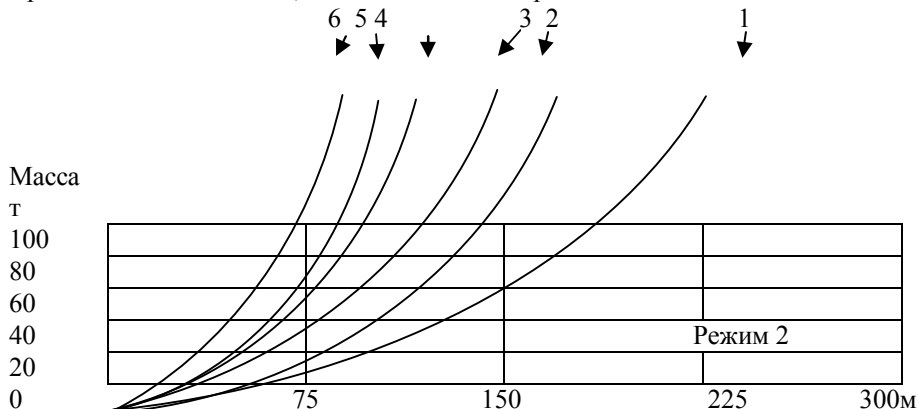
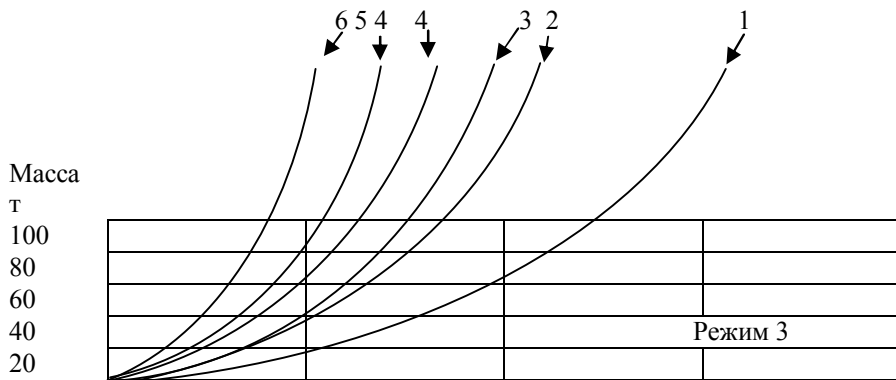


Рис.5. Зависимости поражения человека от массы топлива в облаке и расстояния:

- 1- граница порога поражения;
- 2-граница 99% выживших;
- 3-граница 90% выживших;
- 4-граница 50% выживших;
- 5-граница 10% выживших;
- 6-граница 1% выживших



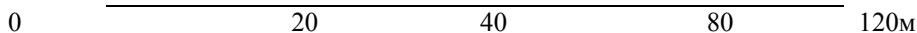


Рис.6. Зависимости поражения человека от массы топлива в облаке и расстояния:

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1- граница порога поражения; | 4-граница 50% выживших; |
| 2-граница 99% выживших; | 5-граница 10% выживших; |
| 3-граница 90% выживших; | 6-граница 1% выживших |

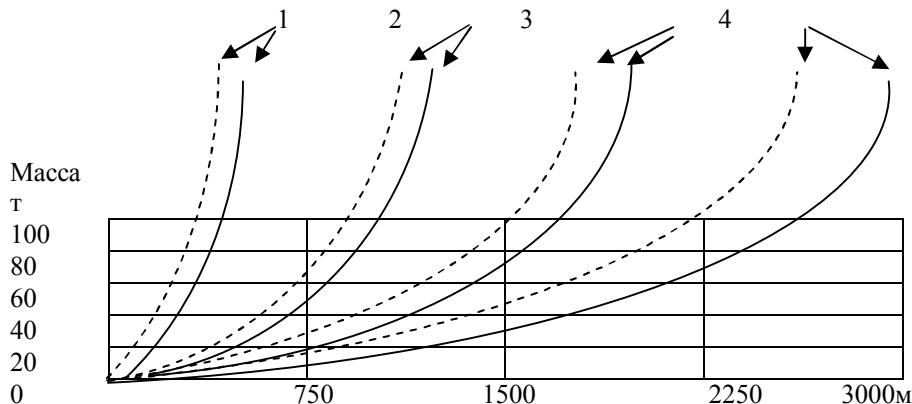
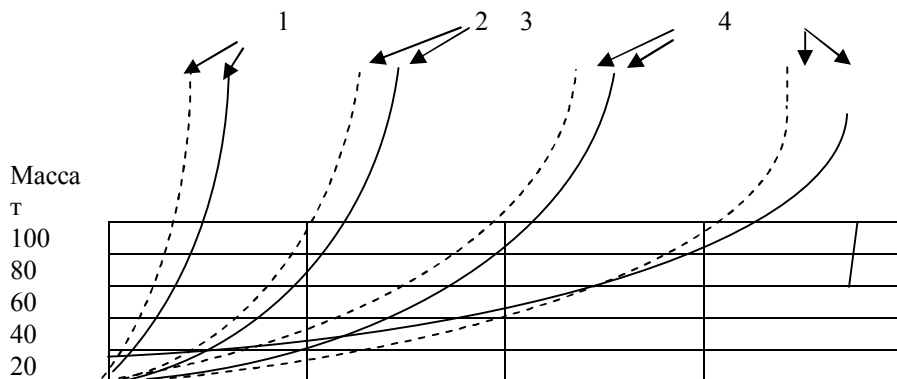


Рис.7. Зависимости степеней разрушения зданий от массы и расстояния для 1-го класса КВВ:

- | |
|------------------------------------|
| 1-границы зоны полных разрушений; |
| 2-границы зоны сильных разрушений; |
| 3-границы зоны средних разрушений; |
| 4-границы зоны слабых разрушений |



0 750 1500 2250 3000м

Рис.8. Зависимости степеней разрушения зданий от массы и расстояния для 2-го класса КВВ:

- 1-границы зоны полных разрушений;
- 2-границы зоны сильных разрушений;
- 3-границы зоны средних разрушений;
- 4-границы зоны слабых разрушений

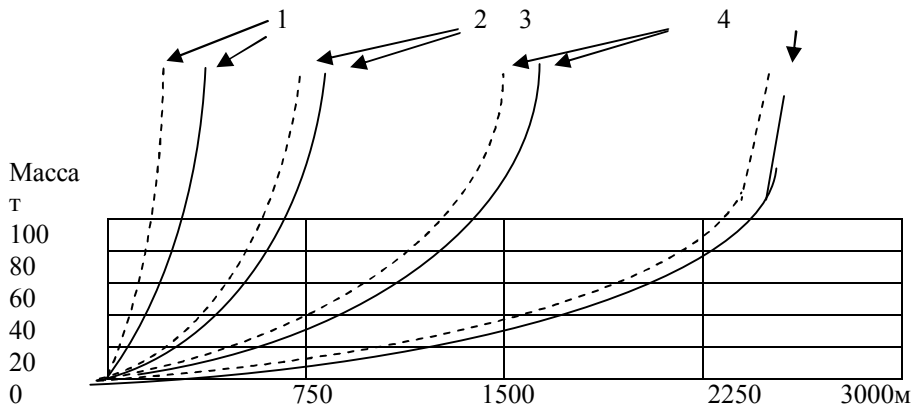
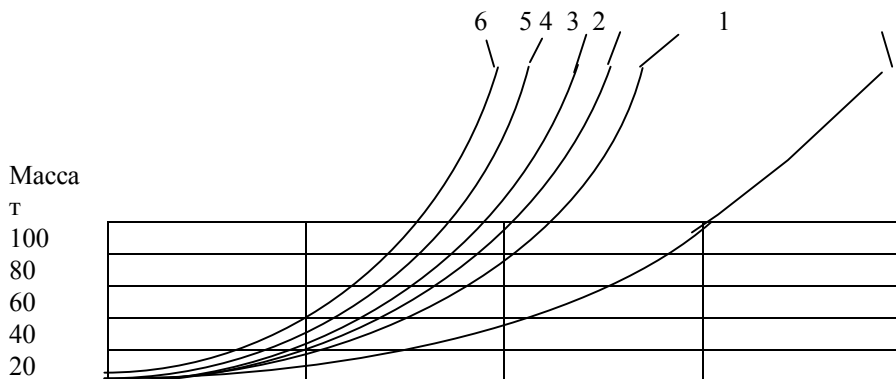


Рис.9. Зависимости степеней разрушения зданий от массы и расстояния для 3-го класса КВВ:

- 1-границы зоны полных разрушений;
- 2- границы зоны сильных разрушений;
- 3 -границы зоны средних разрушений;
- 4 -границы зоны слабых разрушений



0 50 100 150 200м
 Рис.10. Зависимости поражения человека от массы и расстояния для
 1-го класса КВВ:

- 1-граница порога поражения;
- 2-граница 99% выживших;
- 3-граница 90% выживших;
- 4-граница 50% выживших;
- 5-граница 10% выживших;
- 6-граница 1% выживших

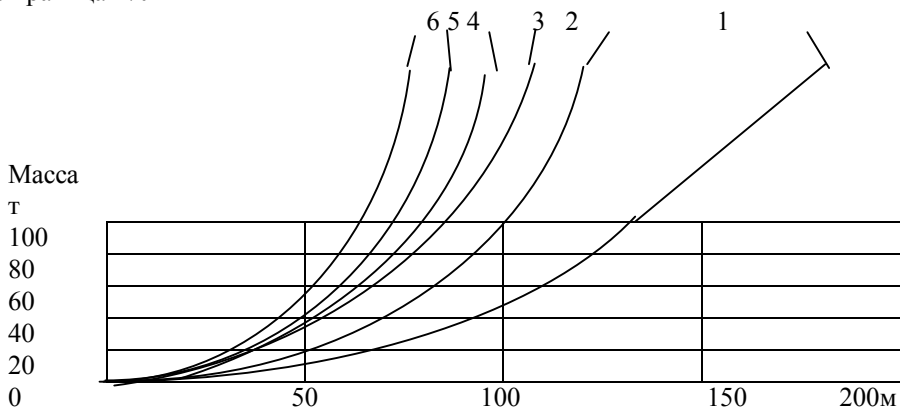
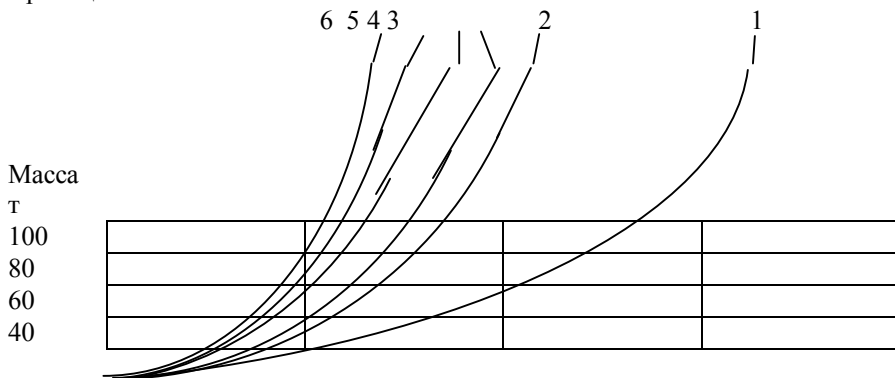


Рис.11. Зависимости поражения человека от массы и расстояния для
 2-го класса КВВ:

- 1-граница порога поражения;
- 2-граница 99% выживших;
- 3-граница 90% выживших;
- 4-граница 50% выживших;
- 5-граница 10% выживших;
- 6-граница 1% выживших



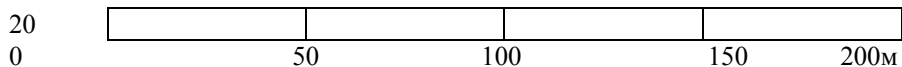


Рис.12. Зависимости поражения человека от массы и расстояния для 3-го класса КВВ:

- 1-граница порога поражения;
- 2-граница 99% выживших;
- 3-граница 90% выживших;
- 4-граница 50% выживших;
- 5-граница 10% выживших;
- 6-граница 1% выживших

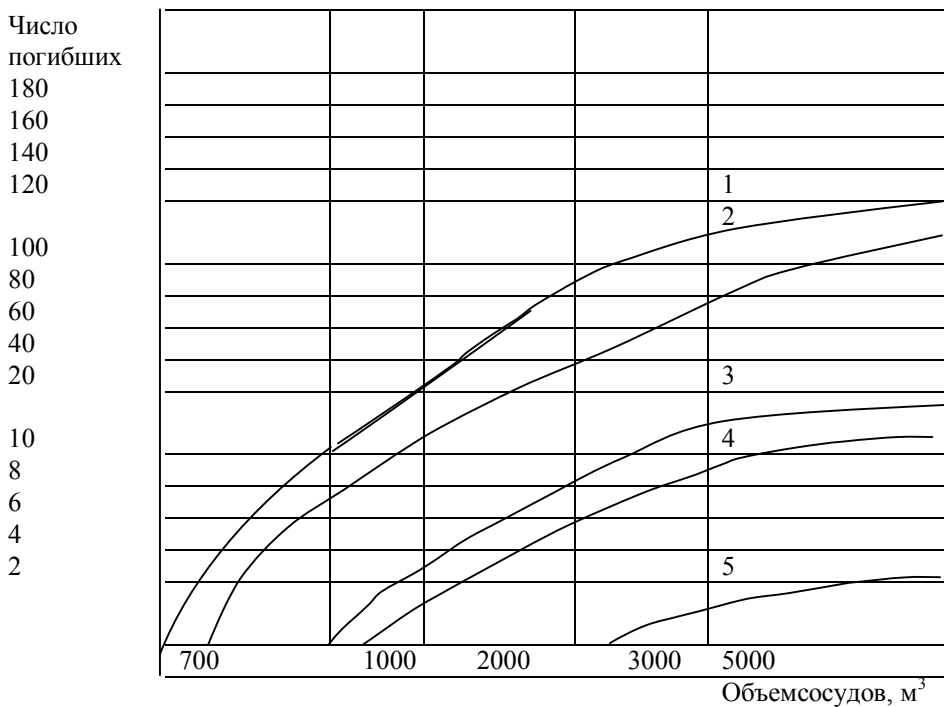


Рис.13. Зависимости количества людей, получивших смертельное поражение от осколочного действия при разрыве сосудов высокого давления при различной плотности расположения людей:

- 1—0,1 чел/м²
- 2—0,05 чел/м²
- 3—0,01 чел/м²
- 4—0,005 чел/м²

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Общее воздействие приведенных поражающих факторов землетрясения на земную поверхность характеризуется интенсивностью землетрясения, которая выражается в баллах. В зависимости от интенсивности колебаний поверхности земли установлена следующая классификация землетрясений (табл. 6, прил.1).

На территории России около 30% районов сейсмоопасные. Районы 9-балльных землетрясений находятся в Прибайкалье, на Камчатке и Курильских островах, 8-балльных – в Южной Сибири и на Северном Кавказе. Основные параметры, характеризующие землетрясения на поверхности Земли оцениваются в баллах (табл. 7, прил. 1).

Сложность спасения людей в условиях землетрясения обусловлена внезапностью его возникновения, трудностями ввода сил и развертывания поисково-спасательных работ в зоне массовых разрушений; наличием большого количества пострадавших, требующих экстренной помощи; ограниченным временем выживания людей в завалах; тяжелыми условиями труда спасателей. Очаг поражения землетрясением в общем случае характеризуется: разрушением и опрокидыванием зданий и сооружений, под обломками которых гибнут люди; возникновением взрывов и массовых пожаров, происходящих в результате производственных аварий, замыканий в энергетических сетях и разгерметизации емкостей для хранения воспламеняющихся жидкостей; образованием возможных очагов заражения химическими отравляющими веществами; разрушением и завалом населенных пунктов в результате образования многочисленных трещин, обвалов и оползней; затоплением населенных пунктов и целых районов в результате образования водопадов, подпруд на озерах и отклонения русел рек.

Важнейшей характеристикой землетрясения являются сейсмическая энергия или магнитуда колебаний, измеряемая по шкале Рихтера (где энергия землетрясения находится в пределах 1,0-8,9 магнитуд) и интенсивность землетрясения, которая характеризует степень ущерба, нанесенного стихией в данной местности. Интенсивность землетрясения определяется с помощью 12-балльной шкалы Меркалли, в России применяется её модификация – шкала MSK-86.

Прогнозирование характера и степени разрушений зданий проводится на основании данных шкалы MSK-86 по максимальной интенсивности землетрясения в баллах (табл. 8, прил. 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1

Классификация взрывоопасных веществ

Класс 1-й	Класс 2-й	Класс 3-й	Класс 4-й
Ацетилен Винилацетилен Водород Гидразин Метилацетилен Нитрометан Окись пропилена Изоприлнитрат Окись этилена Этилнитрат	Акрилонитрил Акролеин Бутан Бутилен Пентадиен Бутадиен Пропан Пропилен Сероуглерод Этан Этилен Эфиры: -диметиловый -дивиниловый -метилбутиловый	Ацетальдегид Ацетон Бензин Винилацетат Гексан Генераторный газ Изооктан Метиламин Метилацетат Метилбутил Кетон Метилпропил Октан Пиридин Сероводород Спирты: -метиловый -этиловый -пропиловый -амиловый -изобутиловый -изопропиловый -циклогексан -этиформиат -этилхлорид	Бензол Декан Дизтопливо Дихлорбензол Додекан Керосин Метан Метилбензол Метилмеркаптан Метилхлорид Нафталин Окись углерода Фенол Хлорбензол Этилбензол

В случае, если вещество не внесено в таблицу, его следует классифицировать по аналогии с имеющимися в списке веществами, а при отсутствии информации о свойствах данного вещества, его относят к 1-му классу.

Таблица 2

**Характеристика классов пространства, окружающего место
потенциальной аварии**

Класс	Характеристика пространства
1-й	Сильно загроможденное: наличие полузамкнутых объемов, высокая плотность размещения технологического оборудования, лес, большое количество повторяющихся препятствий
2-й	Слабо загроможденное: отдельно стоящие технологические установки, резервуарный парк

Таблица 3

Классификация конденсированных взрывчатых веществ

Класс 1-й	Класс 2-й	Класс 3-й
Тринитротолуол Нитроглицерин Октоген	Гексоген ТГ 50/50 ТГ 40/60	Нитрометан Нитрогуанидин Тетрил Нитрат аммония

В случае, если вещество не внесено в классификацию, его следует классифицировать по аналогии с имеющимися в списке веществами, а при отсутствии информации о свойствах данного вещества его относят к 1-му классу.

Таблица 4

Режимы взрывного превращения облаков ТВС

Класс топлива	Класс окружающего пространства	
	1-й	2-й
	Режимы взрывного превращения	
1-й	1	2
2-й	1	2
3-й	2	3
4-й	2	3

Степени разрушения зданий и сооружений

Степень	Характеристика разрушения зданий и сооружений
Полная	Разрушение и обрушение всех элементов зданий, включая подвалы
Сильная	Разрушение части стен и перекрытий верхних этажей, образование трещин в стенах, деформация перекрытий нижних этажей; возможно ограниченное использование сохранившихся подвалов после расчистки входов
Средняя	Разрушение главным образом второстепенных элементов (крыш, перегородок, оконных и дверных заполнений). Перекрытия, как правило, не обрушаются. Часть помещений пригодна для использования после расчистки обломков и проведения ремонта
Слабая	Разрушение оконных и дверных заполнений и перегородок. Подвалы и нижние этажи зданий полностью сохраняются и пригодны для дальнейшего использования

Примеры расчета

Пример 1. При сливе сжиженного природного газа на газобаллонной станции произошла утечка, в результате которой произошел выброс метана общим объемом до 20 т с последующим воспламенением и взрывом. На удалении 20 м от эпицентра находились 5 рабочих, на удалении 250 м административное здание, в котором находилось 25 человек. Определить последствия взрыва.

Решение:

- определяют вид топлива –метан;
- количество топлива в облаке –20 т;
- класс окружающего пространства (табл.2 прил. 1) – слабозагроможденный - 2-й класс;
- класс опасности метана (табл.1 прил. 1) – 4-й класс;
- ожидаемый режим взрывного превращения облака (табл.4 прил. 1) – 3-й режим;
- возможное разрушение зданий (см. рис.3) – зона 3: административное здание получит средние разрушения;

- поражение людей, находящихся на открытой местности (рис.6): на месте нахождения людей выживет 90%.

По формуле определяют количество погибших на открытой местности:

$$N_m = 5(1-90/100)=0,5 \text{ до } 1 \text{ чел.};$$

- количество людей, погибших в административном здании:

$$N_z = 25(1-85/100) = 3,75 \approx 4;$$

- общее количество погибших:

$$N = 1+4=5.$$

Пример 2. В результате автодорожной катастрофы в черте города произошел взрыв цистерны со сжиженным пропаном под давлением общей емкостью 3000м^3 . Средняя плотность людей, расположенных на прилегающей к катастрофе территории, составляет $0,05 \text{ чел/м}^2$.

Определить возможные последствия аварии.

Решение:

По графику (см. рис.13) определяют, что возможные потери составят 70 чел.

Таблица 6

**Классификация землетрясений по интенсивности колебаний
грунта на поверхности Земли**

Баллы	Интенсивность	Краткая характеристика последствий
1	Неощутимое	Отмечается только сейсмическими приборами
2	Едва заметное	Ощущается отдельными людьми, находящимися в покое
3	Слабое	Ощущается небольшой частью людей
4	Ощутимое	Распознается по легкому дребезжанию и колебанию посуды, оконных стекол, скрипу дверей
5	Умеренное	Общее сотрясение зданий, колебание мебели, трещины в оконных стеклах, штукатурке, пробуждение спящих
6	Значительное	Ощущается всеми, откалываются куски штукатурки, легкое повреждение зданий
7	Сильное	Трещины в стенах каменных зданий. Здания антисейсмической

		конструкции и деревянные здания не разрушаются
8	Очень сильное	Трещины на крутых склонах гор и сырой почве, сильное повреждение зданий
9	Разрушительное	Сильное повреждение и разрушение каменных зданий
10	Опустошительное	Крупные трещины в почве, оползни, обвалы, разрушение каменных построек, деформация рельсов на железных дорогах
11	Катастрофическое	Широкие трещины в земле, многочисленные оползни и обвалы, полное разрушение каменных зданий
12	Сильнейшая сейсмическая катастрофа	Изменения в почве огромных размеров, многочисленные трещины, обвалы, оползни, отклонения течений рек, ни одно сооружение не выдерживает нагрузки и разрушается

Таблица 7.

Классификация землетрясений

Землетрясения	Балл	Среднее число в год
Слабые местные	5-6	5000-7000
Среднее	6-7	700-1000
Сильные локальные	7-8	100-150
Сильные региональные	9-10	15-20
Глобальные	11-12	1-2

Таблица 8.

Оценка возможных масштабов разрушений при землетрясении

Характеристика зданий	Интенсивность в баллах, характеризующая разрушение			
	слабое	среднее	сильное	полное
5-этаж. здание с железобетонным каркасом	7-8	8-9	9-10	10-11
5-этаж. здание с металлическим каркасом	7-8	8-9	9-10	10-11
1-этаж. кирпичное здание	6	6-7	7-8	8-9
2-этаж. кирпичное здание,	6	6-7	7-8	более 8

перекрытие деревянное				
здание с легким металлическим каркасом	6-7	7-8	8-9	9-12
5-этаж. кирпичное здание	6	6-7	7-8	8-9
здание бескаркасной конструкции	6-7	7-8	8-9	9-12
5-этаж. кирпичное здание, перекрытие деревянное	6	6-7	7-8	более 8

Пример 3. Город N расположен в зоне, где возможно землетрясение интенсивностью 7-8 баллов по шкале MSK-86 Меркалли. Необходимо оценить разрушение 5-этажных кирпичных зданий и предложить правовые, организационные и инженерно-технические мероприятия, осуществляемые в разных режимах деятельности и при чрезвычайной ситуации. Следует перечислить правила поведения людей при землетрясении – на улице, в помещениях, в завале; указать правила проведения первой медицинской помощи.

Библиографический список

1. Оноприенко М.Г. Безопасность жизнедеятельности. Защита территорий и объектов экономики в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / М.Г. Оноприенко. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. — 400 с. (ЭБС).
2. Баринов Е.Я., Мармулева Н.И., Е.Л. Дзю. Электронный учебник «Радиобиология». – Новосибирск, НГАУ, 2012.
3. Белов А.Д. Радиобиология/ А.Д. Белов, В.А.Киршин, Н.П. Лысенко и др. - М.: Колос, 1999. – 384 с.
4. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. Учеб. пособие / С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон. -М. Высш. шк., 2004. – 549 с.
5. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарёв Н.Л. Безопасность технологических процессов и производств. - М: Высшая школа, 2007. – 335 с.
6. Мазур И.И., Молдованов О.И. Курс инженерной экологии. - М: Высшая школа, 2001. – 510 с.
7. Гринин А.С., Новиков В.Н. Экологическая безопасность. Защита территорий и населения при ЧС. - М: ФАИР-ПРЕСС, 2000. – 336 с.
8. Васильев И.В. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях на объектах железнодорожного транспорта/И.В. Васильев; Под ред. А.М. Островского. - Новосибирск, 1999. – 338 с.
9. Гражданская оборона: Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера/ Авторы-сост. П.В. Лепин, Ю.Л.Волков, В.О.Даннекер. – Новосибирск: Наука-Центр, 2007. - 628с.

Содержание

Введение	3
Понятие о химической обстановке. Оценка химической обстановки	3
Результаты оценки химической обстановки	7
Оценка радиационной обстановки на сельскохозяйственных объектах	8
Внешняя картина взрыва	12
Разработка алгоритмов решения задач при Оценка радиационной обстановки	12
Определение доз излучения	14
Расчет возможных потерь населения	17
Экспресс-оценка радиационной обстановки при авариях на АЭС	17
Определение допустимого времени пребывания на участке радиоактивного заражения	18
Определение времени начала спасательных работ в очаге радиоактивного заражения	20
Определение режимов защиты рабочих и производственной деятельности объектов	21
Определение возможной степени радиоактивного заражения сельскохозяйственной техники	22
Прогнозирование последствий взрывных явлений на промышленных объектах	23
Порядок расчета взрывов топливовоздушных смесей	25
Порядок расчета последствий при взрывах на промышленных объектах конденсированных взрывчатых веществ	26
Порядок расчета последствий осколочного действия при разрыве сосудов высокого давления	27
Приложение 1	35
Приложение 2	39
Библиографический список	43

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Сборник таблиц для оценки химической и радиационной обстановки

Таблица 1

**Время испарения СДЯВ (ч) массой 10т
при скорости ветра 1 м/с.**

СДЯВ	Характер разлива	
	не обвалованная емкость	обвалованная емкость
Фосген	1,4	23
Сернистый ангидрид	1,3	20
Хлор	1,3	22
Сероводород	1,0	19
Аммиак	1,2	20
Цианистый водород	3,4	57
Принята толщина разлива на поверхности	0,05	0,85

Поправочный коэффициент, учитывающий время испарения СДЯВ при различной скорости ветра

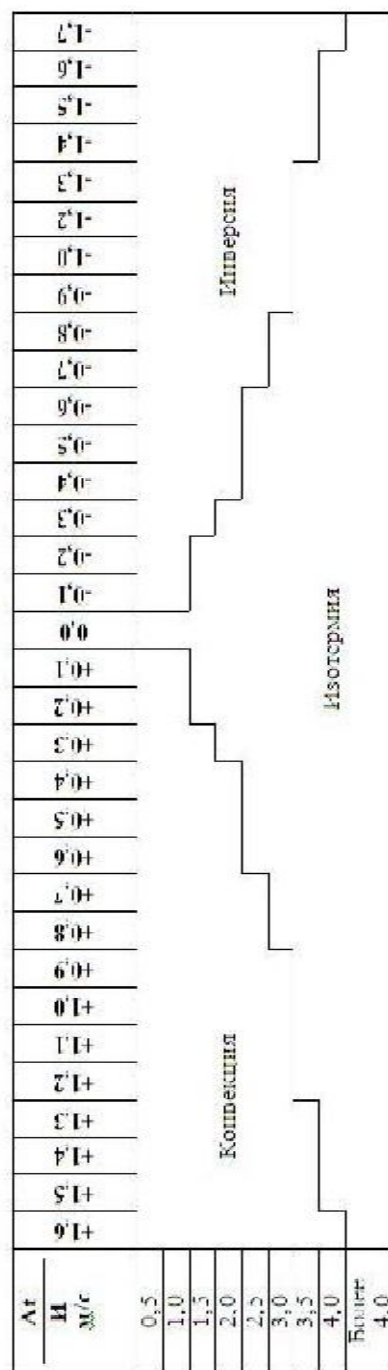
Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поправочный коэффициент К	1	0,7	0,55	0,43	0,37	0,32	0,28	0,25	0,22	0,2

Таблица 2

**График для оценки степени вертикальной устойчивости
воздуха по данным прогноза погоды**

Скорость ветра, м/с	Н о ч ь			Д е н ь		
	ясно	полужасно	Пасмурно	ясно	полужасно	пасмурно
0,5	инверсия			конвекция		
0,6....2						
2,1.....4						
Более 4	изотермия			изотермия		

**График для определения вертикальной устойчивости
воздуха по результатам измерения**



$\Delta t = 100 \text{ м} - 1000 \text{ м}$

И.м.с. определяется на высоте 1 м от поверхности земли, а температура - соответственно на 50 и 200 см.

Таблица 4

**Глубина распространения облака зараженного воздуха
с поражающей концентрацией СДЯВ на закрытой местности
(емкость не обвалована, скорость ветра 1 м/с)**

СДЯВ	Количество СДЯВ в емкостях, т						
	1	5	10	25	50	75	100
При инверсии							
Сернистый ангидрид	0,7	1,1	1,3	2	285	3,57	5
Хлор, фосген	2,57	6,57	14	22,85	41,14	48,85	54
Цианистый водород	1,7	4,6	6,8				
Аммиак	0,57	1	1,28	1,85	2,71	3,42	4,28
Сероводород	0,8	1,57	2,14	3,57	5,71	7,14	12,57
При изотермии							
Сернистый ангидрид	0,1	0,23	0,26	0,4	0,57	0,71	1
Хлор, фосген	0,51	1,3	2	3,28	4,54	5,43	6
Цианистый водород	0,3	0,9	1,4				
Аммиак	0,114	0,2	0,26	0,37	0,54	0,68	0,86
Сероводород	0,2	0,31	0,42	0,71	1,14	1,43	2,51
При конвекции							
Сернистый ангидрид	0,04	0,04 0	0,05	0,08	0,11	0,14	0,2
Хлор, фосген	0,15	0,4	0,52	0,72	1	1,2	1,32
Цианистый водород	0,1	0,3	0,4				
Аммиак	0,034	0,06	0,08	0,11	0,16	0,2	0,26
Сероводород	0,05	0,06	0,08	0,14	0,23	0,285	0,5

Примечания:

- 1) для обвалованной и заглубленной емкости со СДЯВ глубина распространения меньше в 1,5 раза;
- 2) для определения глубина распространения облака для скорости ветра больше 1 м/с необходимо учитывать коэффициенты из таблицы 4а:

Таблица 4а

Степень устойчивости атмосферы	Скорость ветра, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Инверсия	1	0,6	0,45	0,38	-	-	-	-	-	-
Изотермия	1	0,71	0,55	0,5	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,3
Конвекция	1	0,7	0,62	0,55	-	-	-	-	-	-

3) глубина распространения на открытой местности примерно в 3,5 раза больше, чем на закрытой.

Таблица 5

Определение глубины, ширины и площади зоны химического заражения СДЯВ

1. Глубина зоны химического заражения определяется по табл. 3.
2. Ширина зоны химического заражения принимается:

- При инверсии – $Ш = 0,03 \times Г$;
- При изотермии – $Ш = 0,15 \times Г$;
- При конвекции – $Ш = 0,8 \times Г$.

3. Площадь зоны химического заражения определяется по формуле

$$S = \frac{1}{2} Г \times Ш,$$

где S – площадь заражения (км²);

Г – глубина, км;

Ш – ширина, км.

Время подхода облака зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту) определяется делением расстояния (К) от места разлива СДЯВ до данного рубежа (м), на среднюю скорость (И) переноса воздушным потоком облака зараженного воздуха (м/с).

Таблица 6

Средняя скорость переноса облака, зараженного веществом, м/с

Скорость ветра, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	R < 10 км	R > 10 км	R < 10 км	R > 10 км	R < 10 км	R > 10 км
1	2	2,2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	-	-	4,5	6	4,5	5
4	-	-	6	8	-	-
5	-	-	7,5	10	-	-
6	-	-	9	12	-	-

Примечание. Инверсия и конвекция при ветре больше 3 м/с наблюдается в редких случаях.

Таблица 7

**Глубина распространения облака зараженного воздуха
на открытой местности при применении БТХВ авиацией
(при изотермии)**

Тип БОВ	Глубина распространения зараженного воздуха, км	
	$I_1 = 1 - 2$ м/с	$I_2 = 2 - 4$ м/с
Зарин (GB)	30-60	15-40
V_x	5-8	8-12
Иприт (HD) перегн.	9-24	4-15

Примечания:

1. глубина распространения при конвекции уменьшается в 2 раза, при инверсии увеличивается в 1,5-2 раза;
2. в населенных пунктах со сплошной застройкой и лесных массивах глубина распространения зараженного воздуха уменьшается в среднем в 3,5 раза;
3. при неустойчивом ветре глубина распространения GB будет в 3 раза, а HD – в 2 раза меньше;
4. при скорости ветра 507 м/с глубина распространения V_x увеличивается до 20 км.

Площадь разлива СДЯВ при обвалованной емкости равна площади обвалованной территории.

При отсутствии обвалования для приближенных расчетов принимается, что разлившаяся жидкость покрывает поверхность слоем в 0,05 м.

Площадь разлива (м²) определяется по формуле

$$S = \frac{B}{0,05},$$

где В – объем жидкости, м³;
0,05 – слой разлива, м;

$$B = \frac{M}{\rho},$$

где М – масса СДЯВ, т;
ρ - плотность, т/м³.

Таблица 8

**Возможные потери рабочих, служащих и населения от СДЯВ
в очаге поражения, %**

Условия нахождения людей	Без противогазов	Обеспеченность людей противогазами								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На открытой местности	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примечание. Ориентировочная структура потерь людей в очаге поражения составляет, % легкой степени – 25, средней и тяжелой степени с выходом из строя не менее чем на 2-3 недели и нуждающихся в госпитализации – 40, со смертельным исходом – 35%.

Таблица 9

Стойкость БТХВ на местности

Тип ОВ	Скорость ветра м/с	Температура почвы, °С			
		0	10	20	30
V-газы	0-8	16-22 сут	9-18 сут	4-12 сут	2-7 сут
Иприт (HD)	0-2	4 сут	2-2,5 сут	0,5-1,5 сут	14 ч
	2-8	3 сут	1,5-2 сут	17 ч	11 ч
Зарин (GB)	0-2	24-32 ч	11-19 ч	5-8 ч	2,5-5 ч
	2-8	19-20 ч	8-11 ч	4-7 ч	2-4 ч

Примечания:

1. стойкость в лесу увеличивается в 10 раз, на местности без растительности уменьшается в 1,25 раза;
2. зимой стойкость зарина 1-5 суток: V-газов – до 3,5 месяцев, пирита – до 10 суток.

Таблица 10

**Допустимое время пребывания людей
в средствах защиты кожи**

Температура воздуха, °С	Время пребывания, ч
30 и выше	0,3
25...29	0,5
20...24	0,8
15...19	2
15 и ниже	3

Таблица 11

**Возможные потери людей в очаге
химического поражения при применении противником БТХВ**

Тип БОВ	Выход людей из строя, %	
	при тактической внезапности	при отсутствии внезапности
V-газы	50-60	10-15
Зарин (GB)	25-30	10-15
Иприт (HD)	20	10

Таблица 12

**Коэффициент спада уровня радиации со временем
(при ядерном взрыве)**

Время после взрыва, ч	К	Время после взрыва, ч	К	Время после взрыва, сут.	К
1	1	13	22	2	104
2	2,3	14	24	3	170
3	3,7	15	26	4	240
4	5,3	16	28	5	313
5	7	17	30	6	390
6	8,6	18	32	7	470
7	10	19	34	8	550
8	12	20	36	10	720
9	14	21	39	12	880
10	16	22	41	15	1070
11	18	23	43	16	1250
12	20	24	45	18	1450

Таблица 13

**Дозы излучения, получаемые населением в зонах
радиоактивного заражения на следе облака наземного взрыва, при
условии расположения вне укрытия, рад (при $t_0 = 1$ ч)**

Продолжительность пребывания, ч	<i>Зона радиоактивного заражения</i>							
	А		Б		В		Г	
	внешняя граница	середина зоны	внешняя граница	середина зоны	внешняя граница	середина зоны	внешняя граница	середина зоны
0,5	3	10	32	55	94	170	202	550
1	5	16	52	91	155	280	565	910
2	8	25	80	138	240	430	552	1380
4	10	34	110	194	340	610	792	1980
8	14	45	144	248	432	774	999,6	2484
12	16	50	160	276	480	860	1104	2760
24	19	60	192	331	606	910	1324	3312
48	25	74	238	405	686	1030	1500	3750

При нахождении людей в иных условиях значение таблицы делится на коэффициент ослабления ($K_{осл.}$), учитывающий условия пребывания.

Производственные одноэтажные здания и административные трехэтажные здания –	$K_{осл.} \approx 6-7$
Жилые одноэтажные каменные дома –	$K_{осл.} \approx 10$
Жилые трех этажные каменные дома –	$K_{осл.} \approx 20$
Подвалы одноэтажных каменных домов –	$K_{осл.} \approx 40$
Автомобиль, крытый вагон –	$K_{осл.} \approx 2-3$
Специальная сельхозтехника на гусеничном ходу –	$K_{осл.} \approx 3$
Перекрытые щели -	$K_{осл.} \approx 40$
Деревянные жилые дома одноэтажные –	$K_{осл.} \approx 2$
двухэтажные –	$K_{осл.} \approx 9$

Если время начала облучения t_n не равно 1 ч, найденная по таблице доза излучения умножается на коэффициент K , равный:

t_n	30 мин	1,5	2	3	4	6
K	1,5	0,7	0,55	0,4	0,3	0,2

Таблица 14

Коэффициент $K_t^{-1,2}$ для перерасчета уровней радиации на различное время t после ядерного взрыва

$t, ч$	K	$t, ч$	K	$t, ч$	K	$t, ч$	K
0,5	2,3	4,5	0,165	8,5	0,077	16	0,036
1	1	5	0,145	9	0,072	20	0,027
1,5	0,615	5,5	0,13	9,5	0,068	24	0,022
2	0,435	6	0,116	10	0,063	28	0,018
2,5	0,333	6,5	0,106	10,5	0,06	32	0,015
3	0,267	7	0,097	11	0,056	36	0,013
3,5	0,223	7,5	0,09	11,5	0,053	40	0,012
4	0,189	8	0,082	12	0,051	48	0,01

Таблица 15

**Выход из строя личного состава в зависимости
от полученной дозы радиации и распределение потерь
во времени**

Однократное (до 4-х суток) облучение.

Доза радиации	Выход из строя, в % ко всем облученным в течение времени, отсчитанного от конца облучения				Смертность облученных, %
	2 сут	2 и 3 недели	3 и 4 недели	всего	
100	Единич. случаи	0	5	5	0
150	-«»-	0	15	15	0
200	15	0	35	50	Единич. случаи
250	50	35	0	85	10
300	85	15	0	100	20
350	100	0	0	100	30
400	100	0	0	100	40
500	100	0	0	100	70
600	100	0	0	100	100

Таблица 16

Ожидаемый выход людей из строя

Суммарная доза излучения, рад	100	125	150	175	200	225	250	275	300
Выход из строя, %	-	5	15	30	50	70	85	95	100

Таблица 17

Остаточная доля от полученной дозы облучения

Время, прошедшее после предыдущего облучения, Т _{пр} , недели	1	2	3	4	6	8	10	12
К	0,9	0,75	0,6	0,5	0,35	0,25	0,17	0,13

Таблица 18

**Определение времени взрыва по результатам двух измерений
уровней радиации на местности, ч, мин**

Отношение уровня радиации при втором измерении к уровню радиации при первом измерении P_2, P_1	Время между измерениями, мин					
	10	20	30	60	120	180
	Время после взрыва до второго измерения, ч, мин					
0,9	2.00	4.00	6.00	12.00	24.00	36.00
0.8	1.00	2.00	3.00	6.00	12.00	18.00
0.7	0.40	1.20	2.00	4.00	8.00	12.00
0.6	0.30	1.00	1.30	3.00	6.00	9.00
0.5		0.45	1.10	2.20	4.30	7.00
0.4		0.35	0.55	1.50	3.40	5.30
0.3		-	-	1.35	3.10	4.40
0.2		-	-	1.20	2.40	4.00

Таблица 19

**Допустимая продолжительность пребывания людей
на радиоактивно зараженной местности при взрыве, ч. мин**

$\frac{D \cdot K_{осл}}{P_{ex}}$	Время, прошедшее с момента взрыва до начала облучения						
	0,5	1	2	3	4	5	6
0,2	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
0,3	0,22	0,22	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19
0,4	0,42	0,31	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25
0,5	1,02	0,42	0,35	0,34	0,32	0,32	0,32
0,6	1,26	0,54	0,44	0,41	0,39	0,39	0,38
0,7	2,05	1,08	0,52	0,49	0,47	0,46	0,45
0,8	2,56	1,23	1,02	0,57	0,54	0,53	0,52
0,9	4,09	1,42	1,12	1,05	1,02	1,00	0,59
1,0	5,56	2,03	1,23	1,14	1,10	1,08	1,06
2,0	без ограничений	11,57	4,06	3,13	2,46	2,35	2,29
2,5		31,00	6,26	4,28	3,48	3,28	3,16
3,0			9,54	6,09	5,01	4,28	4,10

Таблица 20

**Коэффициент K_t для периода уровней радиации
на различное время (t) после аварии (разрушения) АЭС**
 $(P_t = P_0 \bullet K_t) (K_t = t^{-0,4})$

t, ч	K	t, ч	K	t, ч	K	t, ч	K
0,5	1,32	4,5	0,545	8,5	0,427	16	0,33
1	1	5	0,525	9	0,417	20	0,303
1,5	0,85	5,5	0,508	9,5	0,408	1 сут	0,282
2	0,75	6	0,49	10	0,4	2 сут	0,213
2,5	0,7	6,5	0,474	10,5	0,39	3 сут	0,182
3	0,645	7	0,465	11	0,385	4 сут	0,162
3,5	0,61	7,5	0,447	11,5	0,377	5 сут	0,146
4	0,575	8	0,434	12	0,37	6 сут	0,137

Таблица 21

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

$\alpha \leq \frac{P_t}{D_s \times K_t}$	Время, прошедшее с момента аварии до начала облучения t_n , ч							
	1	2	3	4	6	8	12	24
0,2	7,30	8,35	10,0	11,3	12,3	14,0	16,0	21,0
0,3	4,50	5,35	6,30	7,10	8,00	9,00	10,3	13,3
0,4	3,30	4,00	4,35	5,10	5,50	6,30	7,30	10,0
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:

где P – уровень на время t,

K_t – коэффициент из табл. 20.

Таблица 22

**Потери животных при однократном облучении
на следе радиоактивного облака, %**

Доза Облучения	Крупный рогатый скот			Овцы			Свиньи		
	забол евает	выжи вает	гиб нет	забол евает	выжи вает	гибнет	забол евает	выжи вает	гиб нет
150	4	100	0	3	100	0	0	100	0
200	6	100	0	7	100	0	4	100	0
300	60	95	5	26	100	0	11	100	0
400	99	88	12	80	91	9	58	92	8
500	100	65	35	100	69	31	98	78	22
600	100	20	80	100	20	80	100	50	50
700	100	2	98	100	1	99	100	10	90

вание. Продуктивность молодняка не

Таблица 23

Сводная таблица для оценки радиационной обстановки по данным разведки

Зона		Г	r, м											
			0	11	12	13	14							
		1,5	0,4	0,3	—	—	—							
		3	1,2	1,1	1,0	0,9	—							
		6	2,4	2,2	2,0	1,8	—							
		4	3,5	3,3	3,0	2,7	—							
		5	4,8	4,2	3,8	3,5	—							
		8	7	6,6	6,0	5,4	—							
		14	9,6	8,8	8,0	7,2	—							
		5	14	13,2	12	10,8	—							
		10	35	33	30	27	—							

Таблица 24

Накопление дозы радиации со временем после взрыва

Выходные ГВ произошло через 1 ч после взрыва

Продолжительность облучения		Н А С В											
		1	2	4	6	10	10	12	12	10	12	12	10
		13	20	27	30	36	38	40	45	45	45	45	45
В % от $D_{0,05}$		C Y T K M											
		1	2	3	5	10	30	7,3	100	100	100	100	100
и в от $D_{0,01}$		40	54	50	62	67	7,3	7,3	100	100	100	100	100

Таблица 25

Уровень радиации, $\mu\text{R}/\text{ч}$, на оси следа 18 ч после ядерного взрыва

Таблица 25

Определение режима защиты населения

Уровни радиации на разное время после взрыва, Р/ч										Режим защиты				Сколько суток накопится				Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Скорость ветра, км/ч																																																																																																																																																																																																																																											
Ч а с ы				сутки		в укрытиях с выходом в день и входы в первые сутки на 30-40 мин		в домах (после укрытий) с выходом на 3-4 часа в день		Сколько суток при применении СМЗ		Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ			Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ	Через сколько суток проводить эвакуацию населения	Сколько суток при применении СМЗ

Примечание. В числителе показан уровень радиации при скорости ветра 50км/ч, в знаменателе — при скорости 100км/ч.

Таблица 27

Режим содержания животных в зонах радиоактивного заражения

Зоны заражения (полюс)	Уровни радиации на различное время после взрыва, Р/ч		Дозы облучения, Р			Режим защиты	Время содержания в помещениях (сутки)		Начало эвакуации скота после взрыва	Начало выпаса скота, сутки после взрыва																																										
			За 1 сутки	За 4 суток	До 600		взрослых животных	молодняка		Все виды скота, кроме молочного	С обозначением переполок молока на машин, стир	При использовании молока в пищу																																								
	1ч	10ч																																																		
			свыше 800	50	свыше 2000		2400	свыше 4000		1	25	30	5	Нельзя длительное время	Нельзя длительное время	10	10	15	30	8	10	30	3-5	2	10	10	15	30	1	8	8	10	30	6	6	10	30	4	4	10	30	2	2	8	30	2	2	7	25	2	2	25

Таблица 28

Коэффициенты спада уровня радиации со временем при аварии
на АЭС

Время после аварии, ч	К	Время после аварии, ч	К	Время после аварии, сут	К
1	1,00	16	3,03	2	4,69
2	1,31	17	3,13	3	5,49
3	1,55	18	3,18	4	6,17
4	1,73	19	3,33	5	6,85
5	1,9	20	3,36	6	7,29
6	2,04	21	3,39	7	7,77
7	2,15	22	3,45	8	8,20
8	2,30	23	3,51	9	8,62
9	2,39	24	3,56	10	8,96
10	2,5			11	9,35
11	2,597			12	9,63
12	2,7			13	9,95
13	2,79			14	10,25
14	2,87			15	10,54
15	2,96			16	10,81

Таблица 29

Возможные размеры зон радиоактивного заражения, км, при
аварии на АЭС

$W_{\text{з.п.}}$ МВт	Г (чрезвычайно опасного за- ражения)		Б (опасного заражения)		В (сильного заражения)		А (умеренного заражения)	
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
440	60	7,5	140	18	200	25	340	42
1000	120	15	190	24	250	31	400	50
2000	160	20	230	29	300	37	440	55
3000	180	22	260	32	320	40	460	56
4000	200	25	270	34	340	42	480	60

Составители:
Овчинникова Любовь Алексеевна
Дзю Елизавета Леонидовна
Родионова Людмила Викторовна
Мармулева Надежда Ивановна

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *М.Г. Девищенко*
Компьютерная верстка *В.Н. Зенина*

Подано в печать «__» _____ 2017 г. Формат 60x84 ¹/₁₆
Объем 3,9 уч.-изд. л., 3,9 усл. печ. л.
Тираж 10 экз. Изд №__ Заказ ____

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, кааб. 106.
Тел./факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru