

РАЗДЕЛ 4. ОСНОВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Глава 8. ВЫЯВЛЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

8.1. Прогнозирование и оценка возможных чрезвычайных ситуаций на опасных промышленных объектах

Радиационная обстановка характеризуется масштабом (размером территории заражения) и степенью (мощностью дозы – уровнем радиации) радиоактивного заражения, а также влиянием этого заражения на действия формирований ГО, работу объектов экономики и жизнедеятельность населения.

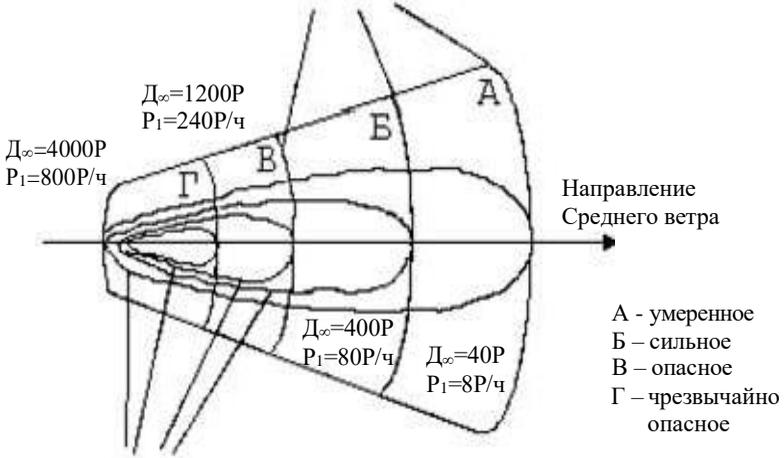
Радиационная обстановка может создаваться при применении противником ядерного оружия, вследствие заражения радиоактивным веществом воздуха, местности и расположенных на ней сооружений, техники и имущества, а также при авариях на атомных электростанциях.

Для определения влияния радиоактивного заражения необходимо вначале произвести выявление радиационной обстановки и после этого её оценку.

Обычно при наличии сведений об опасности радиоактивного заражения проводят прогнозирование радиационной обстановки, используя известные зависимости, данные о параметрах источника радиоактивного заражения (время, мощность, вид и место ядерного взрыва или выброса АЭС), информацию о метеоусловиях (направление и скорость среднего ветра).

При этом (с вероятностью 0,9) считается, что заражение возможно на территории, ограниченной углом 40 град с вершиной в эпицентре взрыва. Фактическая площадь заражения в пределах указанного района составит примерно 30% площади данного сектора. В секторе выделяют четыре зоны возможного заражения **А**, **Б**, **В** и **Г**. На внешней границе зоны возможного умеренного заражения (**А**) доза радиации за время полного распада радиоактивных веществ составляет 40 Р, а уровень радиации через 1 ч после взрыва – 8 Р/ч. На внешних границах зон возможного сильного (**Б**), опасного (**В**) и чрезвычайно опасного (**Г**) заражения дозы радиации до полного распада радиоактивных веществ соответственно равны 400, 1200 и 4000 Р, а уровни радиации через 1 ч после взрыва – 80, 240 и 800 Р/ч (рис. 11).

Внешние границы зон возможного заражения



Фактические границы зон заражения (А, Б, В, Г) при сложных метеоусловиях

Рис. 11. Схема нанесения зон возможного заражения

Приблизительно удаление внешних границ зон от эпицентра взрыва по оси следа радиоактивного облака может быть определено по табл. 32 или по следующей зависимости:

$$R = 5,43 \cdot 2,2 \sqrt{\frac{qV}{P_1}} \quad (8.1)$$

где R – удаление внешних границ зон от эпицентра взрыва, км; q – мощность взрыва, кг; V – скорость среднего ветра, км/ч; P_1 – уровень радиации на границе зоны через 1 ч после взрыва, P/ч.

Прогнозирование позволяет в короткие сроки определить ожидаемые масштабы и степень радиоактивного заражения.

Фактическая радиационная обстановка может быть определена только по данным радиационной разведки. Выявленные при этом уровни радиации в различных точках на местности заносятся в журнал. Примерная форма журнала и порядок его заполнения приведены в табл. 33.

Таблица 32

Размеры зон заражения на следе радиоактивного облака наземного ядерного взрыва в зависимости от мощности взрыва и скорости ветра

| Мощность взрыва, кг | Скорость среднего ветра, км/ч | Размеры зон заражения, км | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| | | А | | Б | | В | | Г | |
| | | R | b | R | b | R | b | R | b |
| 1 | 25 | 15 | 2,8 | 5,3 | 1 | 2,7 | 0,6 | 1,2 | 0,2 |
| | 50 | 19 | 2,6 | 5,2 | 0,9 | 2,4 | 0,5 | 1,1 | 0,2 |
| | 75 | 20 | 2,6 | 4,9 | 0,8 | 2,2 | 0,5 | 1,1 | 0,2 |
| 10 | 25 | 43 | 5,7 | 17 | 2,5 | 9,9 | 1,5 | 4,9 | 0,8 |
| | 50 | 54 | 6,4 | 19 | 2,5 | 9,7 | 1,4 | 4,3 | 0,7 |
| | 75 | 61 | 6,7 | 18 | 2,3 | 9,2 | 1,3 | 4,0 | 0,7 |
| 20 | 25 | 58 | 7,2 | 24 | 3,3 | 14 | 1,9 | 6,6 | 1,1 |
| | 50 | 74 | 8,3 | 27 | 3,3 | 14 | 1,9 | 6,5 | 1,0 |
| | 75 | 83 | 8,7 | 26 | 3,2 | 14 | 1,8 | 5,8 | 0,9 |
| 50 | 25 | 87 | 9,9 | 36 | 4,7 | 23 | 3,0 | 12,0 | 1,7 |
| | 50 | 111 | 11,0 | 43 | 4,7 | 23 | 3,0 | 12,0 | 1,7 |
| | 75 | 126 | 12,0 | 45 | 4,7 | 23 | 2,8 | 11,0 | 1,5 |
| 100 | 25 | 116 | 12,0 | 49 | 6,1 | 31 | 4,0 | 18,0 | 2,2 |
| | 50 | 150 | 14,0 | 60 | 6,4 | 35 | 3,9 | 17,0 | 2,0 |
| | 75 | 175 | 15,0 | 64 | 6,3 | 35 | 3,8 | 17,0 | 1,9 |
| 200 | 25 | 157 | 15 | 67 | 7,8 | 43 | 5,3 | 26 | 2,8 |
| | 50 | 200 | 18 | 83 | 8,4 | 50 | 5,3 | 26 | 2,7 |
| | 75 | 233 | 20 | 90 | 8,4 | 50 | 5,3 | 26 | 2,6 |
| 500 | 25 | 231 | 21 | 100 | 19 | 65 | 7,4 | 41 | 4,3 |
| | 50 | 300 | 25 | 125 | 12 | 78 | 7,7 | 42 | 4,3 |
| | 75 | 346 | 27 | 140 | 12 | 83 | 7,7 | 39 | 4,3 |
| 1000 | 25 | 309 | 26 | 135 | 13 | 89 | 9,5 | 55 | 5,7 |
| | 50 | 402 | 31 | 170 | 15 | 109 | 10 | 61 | 5,6 |
| | 75 | 466 | 34 | 192 | 16 | 118 | 10 | 60 | 5,6 |

Таблица 33

Форма журнала радиационной разведки и наблюдения

| № п/п | Дата и время ядерного взрыва | Место измерения | Время измерения, ч, мин | Уровень радиации при измерении, Р/ч | Уровень радиации, приведенный к 1 ч после ядерного взрыва, Р/ч |
|-------|------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|--|
| 1 | 25.04 14.00 | Проходная завода № 1 | 16.00 | 20 | 46 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

После выявления радиационной обстановки производят ее оценку. Под оценкой радиационной обстановки понимают определение на основании анализа данных радиационной обстановки возможности производственной деятельности объектов экономики, действий формирований ГО и населения в условиях радиоактивного заражения.

На практике оценка радиационной обстановки сводится к решению задач по определению возможных доз облучения, допустимой продолжительности пребывания людей на зараженной местности, возможного времени начала ведения спасательных работ, режимов защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов и т.д.

Ниже приведены методика и решение типовых задач по оценке радиационной обстановки.

8.2. Приведение уровня радиации к одному времени после ядерного взрыва

Приведение уровня радиации к одному времени после взрыва необходимо для сравнения интенсивности излучения в различных точках на местности, а также определения зон заражения.

Изменение активности радиоактивных излучений с течением времени подчиняется следующей зависимости:

$$P_t = P_0 \left| \left(\frac{t}{t_0} \right) \right|^{-1,2}, \quad (8.2)$$

где P_0 – известный уровень радиации в момент времени t_0 после взрыва; P_t – уровень радиации в рассматриваемый момент времени t , отсчитанный также с момента взрыва.

Приняв $t_0 = 1$, получим

$$P_t = P_1 K_t, \quad (8.3)$$

где P_1 – уровень радиации на 1 ч после взрыва; $K_t = t^{-1,2}$ – коэффициент спада уровня радиации во время (табл. 34).

Коэффициенты спада уровня радиации

| $t, \text{ч}$ | K_t | $t, \text{ч}$ | K_t | $t, \text{ч}$ | K_t | $t, \text{ч}$ | K_t |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|--------|
| 0,25 | 5,278 | 6,25 | 0,110 | 12,25 | 0,049 | 18,25 | 0,0306 |
| 0,50 | 2,297 | 6,50 | 0,106 | 12,50 | 0,048 | 18,50 | 0,0302 |
| 0,75 | 1,412 | 6,75 | 0,101 | 12,75 | 0,047 | 18,75 | 0,0297 |
| 1,0 | 1,0 | 7,0 | 0,097 | 13,0 | 0,046 | 19,0 | 0,0292 |
| 1,25 | 0,765 | 7,25 | 0,093 | 13,25 | 0,045 | 19,25 | 0,0288 |
| 1,50 | 0,615 | 7,50 | 0,089 | 13,50 | 0,044 | 19,50 | 0,0283 |
| 1,75 | 0,510 | 7,75 | 0,086 | 13,75 | 0,043 | 19,75 | 0,0279 |
| 2,0 | 0,435 | 8,0 | 0,082 | 14,0 | 0,042 | 20,0 | 0,0275 |
| 2,25 | 0,378 | 8,25 | 0,079 | 14,25 | 0,041 | 20,25 | 0,0271 |
| 2,50 | 0,333 | 8,50 | 0,077 | 14,50 | 0,040 | 20,50 | 0,0266 |
| 2,75 | 0,297 | 8,75 | 0,074 | 14,75 | 0,039 | 20,75 | 0,0263 |
| 3,0 | 0,268 | 9,0 | 0,071 | 15,0 | 0,0388 | 21,0 | 0,0259 |
| 3,25 | 0,243 | 9,25 | 0,069 | 15,25 | 0,038 | 21,25 | 0,0255 |
| 3,50 | 0,222 | 9,50 | 0,067 | 15,50 | 0,0372 | 21,50 | 0,0252 |
| 3,75 | 0,204 | 9,75 | 0,065 | 15,75 | 0,0366 | 21,75 | 0,0248 |
| 4,0 | 0,189 | 10,0 | 0,063 | 16,0 | 0,0359 | 22,0 | 0,0244 |
| 4,25 | 0,176 | 10,25 | 0,061 | 16,25 | 0,0352 | 22,25 | 0,0242 |
| 4,50 | 0,164 | 10,50 | 0,059 | 16,50 | 0,0346 | 22,50 | 0,0238 |
| 4,75 | 0,154 | 10,75 | 0,058 | 16,75 | 0,0339 | 22,75 | 0,0235 |
| 5,0 | 0,145 | 11,0 | 0,056 | 17,0 | 0,0334 | 23,0 | 0,0232 |
| 5,25 | 0,137 | 11,25 | 0,055 | 17,25 | 0,0328 | 23,25 | 0,0229 |
| 5,50 | 0,129 | 11,50 | 0,053 | 17,50 | 0,0322 | 23,50 | 0,0226 |
| 5,75 | 0,123 | 11,75 | 0,052 | 17,75 | 0,0317 | 23,75 | 0,0223 |
| 6,0 | 0,116 | 12,0 | 0,051 | 18,0 | 0,0312 | 24,0 | 0,022 |

Из выражения (8.3) видно, что отношение уровня радиации на любое время после взрыва к коэффициенту спада уровня радиации на это же время в какой-либо точке на местности есть величина постоянная, равная значению уровня радиации на 1 ч после взрыва:

$$\frac{P_{t_n}}{K_{t_n}} = \dots = \frac{P_{t_m}}{K_{t_m}} = P_1 = \text{пост.}$$

Пример 1.

На территории склада объекта народного хозяйства (пункт А) уровень радиации через 2 ч после взрыва $P_2 = 26,1$ Р/ч. Уровень радиации, измеренный на территории гаража объекта (пункт Б) через 5 ч после взрыва, $P_5 = 8,7$ Р/ч. Сравнить интенсивность излучения в этих районах.

Решение.

Уровень радиации на 1 ч после взрыва в пункте А

$$P_{1A} = \frac{P_2}{K_2} = \frac{26,1}{0,435} = 60 \text{ Р/ч.}$$

Уровень радиации на 1 ч после взрыва в пункте Б

$$P_{1Б} = \frac{P_5}{K_5} = \frac{8,7}{0,145} = 60 \text{ Р/ч.}$$

Таким образом, интенсивность излучения на территории склада и гаража одинакова.

Если время, прошедшее после взрыва, неизвестно, то его определяют по скорости спада уровня радиации со временем. Для этого измеряют в одной и той же точке местности два раза уровень радиации с определенным временным интервалом Δt . По отношению уровней радиации при втором P_{II} и первом P_I измерении P_{II}/P_I и по промежутку времени между измерениями Δt определяют время, прошедшее после взрыва до второго измерения (табл. 35).

Таблица 35

Время, прошедшее после взрыва до второго измерения уровней радиации на местности

| $\frac{P_{II}}{P_I}$ | Время между измерениями Δt | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 мин | 15 мин | 20 мин | 30 мин | 45 мин | 1 ч | 1,5 ч | 2 ч | 2,5 ч | 3 ч |
| 0,95 | 4,00 | 6,00 | 8,00 | 12,00 | 18,00 | 24,00 | 36,00 | 48,00 | 60,00 | 72,00 |
| 0,9 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 6,00 | 9,00 | 12,00 | 18,00 | 24,00 | 30,00 | 36,00 |
| 0,85 | 1,20 | 2,00 | 2,40 | 4,00 | 6,00 | 8,00 | 12,00 | 16,00 | 20,00 | 24,00 |
| 0,8 | 1,00 | 1,30 | 2,00 | 3,00 | 4,30 | 6,00 | 9,00 | 12,00 | 15,00 | 18,00 |
| 0,75 | 0,50 | 1,10 | 1,40 | 2,30 | 3,40 | 5,00 | 7,00 | 9,00 | 12,00 | 14,30 |
| 0,7 | 0,40 | 1,00 | 1,20 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 6,00 | 8,00 | 10,00 | 12,00 |
| 0,6 | 0,30 | 0,45 | 1,00 | 1,30 | 2,10 | 3,00 | 4,30 | 6,00 | 7,00 | 9,00 |
| 0,5 | | 0,35 | 0,45 | 1,10 | 1,45 | 2,20 | 3,30 | 4,30 | 5,30 | 7,00 |
| 0,4 | | | 0,35 | 0,55 | 1,25 | 1,50 | 2,50 | 3,40 | 4,40 | 5,30 |
| 0,3 | | | | 0,45 | 1,10 | 1,35 | 2,20 | 3,10 | 4,00 | 4,40 |
| 0,2 | | | | 0,42 | 1,00 | 1,20 | 2,00 | 2,40 | 3,20 | 4,00 |

Пример 2.

В 6 ч 45 мин измеренный уровень радиации $P_I = 80$ Р/ч, в 7 ч – уровень радиации стал равным $P_{II} = 56$ Р/ч. Определить время взрыва.

Решение.

Определяем отношение $P_{II}/P_I = 56/80 = 0,7$. По табл. 32, пользуясь схемой (рис. 12), для отношения $P_{II}/P_I = 0,7$ и $\Delta t = 15$ мин находим $T = 1$ ч.

| P_{II} P_I | Время между измерениями, мин | | | | | | |
|-------------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | ... | 15 | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | | | | | | | |
| ... | | ↓ | | | | | |
| 0,7 | → | 1 ч | | | | | |
| ... | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |

Рис. 12. Схема для решения примера 2

Следовательно, взрыв произошел за 1 ч до второго измерения, т.е. в 6 ч.

8.3. Определение возможных доз облучения при действиях на местности, зараженной радиоактивными веществами

Доза радиации, которую могут получить люди за время нахождения на одной и той же местности за время от t_H до t_K , определяется интегрированием мощности дозы (8.2) по времени:

$$D = \int_{t_H}^{t_K} P(t) dt .$$

В результате интегрирования с учетом защитных свойств зданий, сооружений, транспорта и т.п. получим

$$D = \frac{5 P_H t_H - 5 P_H t_H}{K_{осл}}, \quad (8.4)$$

где t_H , P_H – соответственно время начала пребывания в зоне заражения, отсчитанное с момента взрыва, и уровень радиации на это время; t_K , P_K – соответственно время окончания пребывания в зоне заражения,

отсчитанное с момента взрыва, и уровень радиации на это время; $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления дозы гамма-излучения.

На практике для вычисления дозы радиации часто пользуются упрощенной формулой, дающей по сравнению с зависимостью (8.4) при расчетах в первые часы после взрыва завышенный результат, что видно из рис. 13:

$$D = \frac{P_{\text{ср}} \Delta t}{K_{\text{осл}}}, \quad (8.5)$$

где $P_{\text{ср}} = \frac{P_n + P_k}{2}$ – средний уровень радиации за время Δt ; Δt – время

пребывания в зоне заражения (время облучения); $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления дозы радиации (гамма-излучения).

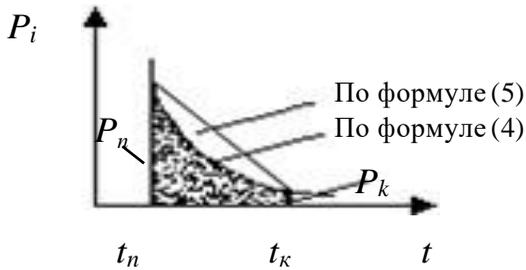


Рис. 13. Графическое определение дозы радиации

Если неизвестно время начала и окончания пребывания в зоне заражения, но производилось определенное количество измерений уровня радиации, то для определения среднего уровня радиации используется формула

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n},$$

где P_i – уровень радиации в момент измерения t_i ; n – число измерений.

Пример 3.

Спасательной группе предстоит вести работы на зараженной местности, уровень радиации на которой через 2 ч после взрыва составляет 20 Р/ч. Группа приступает к работе через 3 ч после взрыва. Определить дозу радиации, которую может получить личный состав в течение 4 ч работы.

Решение.

Определение дозы радиации произведем по формулам (8.4), (8.5) и сравним полученные результаты:

$$1. \quad D = \frac{5 P_n t_n - 5 P_k t_k}{K_{\text{осл}}}$$

Определим уровни радиации в момент начала и окончания работы:

а) уровень радиации через 3 ч после взрыва

$$P_3 = P_1 K_3, \quad \text{но } P_1 = \frac{P_2}{K_2} \text{ Тогда}$$

$$P_3 = \frac{P_2}{K_2} K_3 = \frac{20 \cdot 0,267}{0,435} = 12,27 \quad \text{Р/ч;}$$

б) уровень радиации через 7 ч после взрыва

$$P_7 = \frac{P_2}{K_2} K_7 = \frac{20 \cdot 0,0968}{0,435} = 4,45 \quad \text{Р/ч.}$$

Доза радиации

$$D = \frac{5 P_3 \cdot 3 - 5 P_7 \cdot 7}{1} = \frac{5 \cdot 12,27 \cdot 3 - 5 \cdot 4,45 \cdot 7}{1} = 28,85 \text{ Р.}$$

2. По упрощенной зависимости получим

$$D = \frac{P_{\text{ср}} \Delta t}{K} = \frac{P_{\text{н}}^{\text{с}} + P_7}{2} \Delta t =$$

$$\frac{12,27 + 4,45}{2} = 33,44 \text{ P.}$$

Коэффициент ослабления дозы радиации для многослойных перекрытий из различных материалов рассчитывается по формуле

$$K_{\text{осл}} = K_{\text{осл} 1} \cdot K_{\text{осл} 2} = 2^{\frac{h_1}{d_{\text{пол} 1}}} \cdot 2^{\frac{h_2}{d_{\text{пол} 2}}},$$

где h_i – толщина слоя материалов, см; $d_{\text{пол} i}$ – значение слоя половинного ослабления дозы соответствующим материалом. Значения d для материалов приведены в табл. 36.

Таблица 36

Толщина слоя половинного ослабления радиации для различных материалов d

| Материал | Плотность, г/см ³ | Толщина слоя, см | | |
|---------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------|
| | | γ-излучение проникающей радиации | γ-излучение радиоактивного заражения | нейтроны |
| Вода | 1 | 23 | 13 | 2,7 |
| Древесина | 0,7 | 33 | 18,5 | 9,7 |
| Грунт | 1,6 | 14,4 | 8,1 | 12,0 |
| Кирпич | 1,6 | 14,4 | 8,1 | 9,1 |
| Бетон | 2,3 | 10 | 5,7 | 12,0 |
| Полиэтилен | 0,95 | 24,0 | 14,0 | 2,7 |
| Стеклопластик | 1,7 | 12,0 | 8,0 | 4,0 |
| Сталь, железо | 7,8 | 3 | 1,7 | 11,5 |
| Свинец | 11,3 | 2 | 1,2 | 12 |

При движении по зараженной радиоактивными веществами местности люди будут подвергаться в пути облучению различной интенсивности. Дозу радиации в этом случае можно рассчитать по следующей зависимости:

$$D = \frac{T}{2(n-1)} (P_1 + 1 P_2 + 2 P_3 + \dots + 2 P_{n-1} + P_n),$$

$$K_{\text{осл}}$$

где T – время преодоления зараженной местности (время облучения); P_1, P_2, \dots, P_n – уровни радиации в различных пунктах маршрута, пересчитанные на время прохождения этих пунктов; n – число пунктов маршрута с известными уровнями радиации.

Наименьшую дозу радиации можно будет получить, если пересекать зону заражения по кратчайшему пути – перпендикулярно оси следа радиоактивного облака (рис. 14).

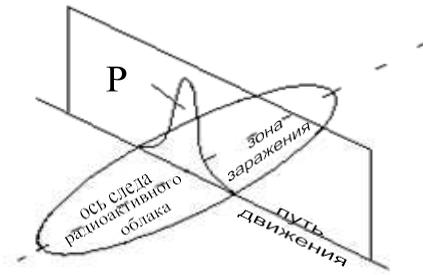


Рис. 14. Изменение уровня радиации при пересечении зоны заражения, перпендикулярно оси следа радиоактивного облака

Рассчитаем дозу радиации по формуле (8.5):

$$D = \frac{P_{\text{ср}} \Delta t}{K_{\text{осл}}}$$

В рассматриваемом случае $P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{max}}}{4}$ (рис. 15), где P_{max} –

максимальный уровень радиации при преодолении зоны заражения.

Время преодоления зоны $\Delta t = l/v$, где l – длина пути в зоне заражения; V – скорость передвижения.

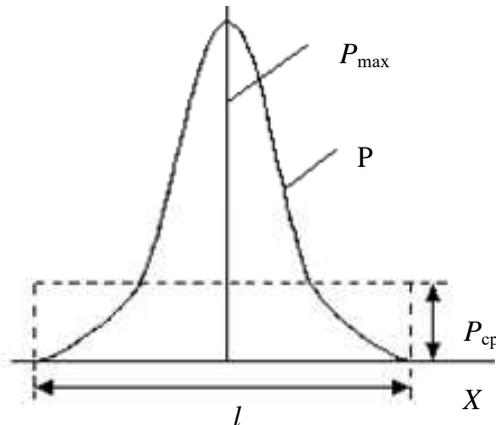


Рис. 15. Определение среднего значения уровня радиации

После подстановки $P_{\text{ср}}$ и Δt получим

$$D = \frac{P_{\text{max}} l}{4VK_{\text{осл}}}. \quad (8.6)$$

8.4. Определение допустимой продолжительности пребывания людей на зараженной территории

Работа на местности, зараженной радиоактивными веществами, возможна при условии получения дозы ниже допустимого значения. Получаемая доза зависит от следующих факторов:

- уровня радиации к моменту входа в зараженный район (место работы), $P_{\text{вх}}$;
- защитных свойств сооружений, помещений, средств передвижения, обладающих определенным коэффициентом ослабления дозы, $K_{\text{осл}}$;
- времени, прошедшего после взрыва до момента входа в зараженный район, $t_{\text{вх}}$ (от этого зависит скорость снижения уровня радиации);
- времени пребывания в зоне заражения, Δt .

Поэтому определение допустимой продолжительности пребывания на зараженной территории $\Delta t_{\text{доп}}$ производится при заданных значениях $P_{\text{вх}}$, $t_{\text{вх}}$, $K_{\text{осл}}$ и допустимом значении радиации $D_{\text{доп}}$.

Согласно (8.4)

$$D_{\text{доп}} = \frac{5 P_{\text{вх}} t_{\text{вх}} - 5 P_{\text{вых}} t_{\text{вых}}}{K_{\text{осл}}}.$$

Учитывая, что

$$P_{\text{вых}} = P_{\text{вх}} \left(t_{\text{вх}} \right)^{-1,2} \text{ и } t_{\text{вых}} = t_{\text{вх}} + \Delta t_{\text{доп}},$$

преобразования получим

$$\Delta t_{\text{доп}} = \frac{D_{\text{доп}} K_{\text{осл}}}{5 P_{\text{вх}}} - t_{\text{вх}}. \quad (8.7)$$

$(5P_{\text{BX}})$

Пример 4.

Спасательная команда вошла в зону заражения через 4 ч после взрыва при уровне радиации $P_4 = 20$ Р/ч. Определить допустимую продолжительность работы на автокранах ($K_{\text{осл}} = 2$), если допустимая доза радиации равна 30 Р.

Решение.

Определим по формуле (8.7) допустимую продолжительность работы на автокранах:

$$\Delta t_{\text{доп}} = \left(\frac{t_{\text{ВЫХ}}^6}{D_{\text{доп}} K_{\text{осл}}} \right)^{1/5} - t_{\text{ВХ}} = \left(\frac{4^6}{4 - \frac{30 \cdot 2}{5}} \right)^{1/5} - 4 = 5,01 \text{ ч.}$$

$$\left(t_{\text{ВХ}} - \frac{1}{5 P_{\text{ВХ}}} \right) \quad \left(5 \cdot 20 \right)$$

8.5. Определение допустимого времени начала ведения спасательных работ при заданных дозе радиации и продолжительности работы

При определении допустимого времени начала ведения спасательных работ принимают, что изменение уровня радиации за время работы происходит по линейному закону (рис. 16), что справедливо при небольшой продолжительности работы первой смены.

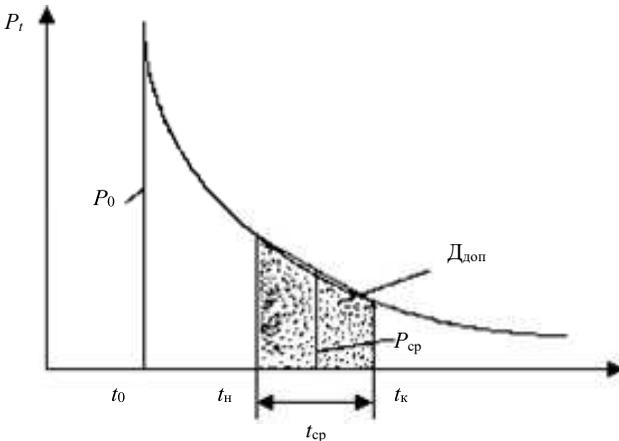


Рис. 16. Определение t_n по P_{cp}

Используя зависимость (8.5), заданные значения продолжительности ведения работы Δt и допустимую (заданную) дозу радиации $D_{\text{доп}}$, определяют, при каком среднем уровне радиации необходимо работать, чтобы за время работы Δt получить дозу радиации

$$P_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{доп}} K_{\text{осл}}}{\Delta t}.$$

По известному уровню P_0 для времени t_0 (выявленные при разведке) определяют, в какой момент времени после взрыва установится уровень $P_{\text{ср}}$, используя зависимость

$$\frac{P_0}{K_{t_0}} = \frac{P_{\text{ср}}}{K_{t_{\text{ср}}}} = P_1.$$

По рассчитанному $K_{t_{\text{ср}}}$ из табл. 34 определяют соответствующее этому значению $t_{\text{ср}}$.

Время начала работы определяется как

$$t_{\text{н}} = t_{\text{ср}} - \frac{\Delta t}{2}.$$

8.6. Определение количества смен для проведения спасательных и других неотложных работ и времени работы каждой смены, исходя из сложившейся радиационной обстановки

При планировании ведения спасательных и других неотложных работ в условиях радиоактивного заражения необходимо иметь данные о продолжительности ведения работ и уровнях радиации. В этом случае можно рассчитать потребное количество смен формирований на весь период работ.

Потребное количество смен n определяется путем деления суммарной дозы облучения D_{Σ} , которая может быть получена за все время работы, на установленную (допустимую) для каждой смены дозу облучения $D_{\text{доп}}$:

$$n = D_{\Sigma} / D_{\text{доп}}.$$

Продолжительность работы каждой смены определяют по методике, рассмотренной в разделе 8.4. Продолжительность работы последующих смен будет увеличиваться из-за понижения уровня радиации со временем.

8.7. Определение режимов защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов

Под режимом защиты в зонах радиоактивного заражения понимают порядок применения средств и способов защиты, предусматривающих уменьшение возможных максимальных доз облучения и исключения радиационных потерь.

В процессе трудовой деятельности люди могут находиться какое-то время в защитных сооружениях $t_{з.с.}$, в производственных зданиях $t_{пр}$, в жилых помещениях $t_{ж}$, средствах транспорта $t_{тр}$, на открытой местности $t_{откр}$ и т.д. Ожидаемая суммарная доза радиации, полученная людьми при соблюдении режима защиты, $D_{\Sigma p}$ будет складываться из доз, полученных за время нахождения в защитных сооружениях $D_{з.с.}$, за время нахождения в производственных зданиях $D_{пр}$, за время нахождения в жилых помещениях $D_{ж}$, за время пребывания в средствах транспорта $D_{тр}$, на открытой местности $D_{откр}$:

$$D_{\Sigma p} = D_{з.с.} + D_{пр} + D_{ж} + D_{тр} + D_{откр}.$$

Эта доза будет меньше дозы, которую получили бы люди, если бы они все это время находились на открытой местности.

Ослабление дозы облучения при соблюдении режима радиационной защиты характеризуется коэффициентом защищенности C , который показывает, во сколько раз доза, полученная при данном режиме защиты, $D_{\Sigma p}$ меньше дозы, которую получили бы люди, находясь все время на открытой местности, D_0 :

$$C = D_0 / D_{\Sigma p}.$$

Приближенно коэффициент защищенности для соответствующего режима может быть рассчитан по следующей зависимости:

$$C = \frac{T}{\frac{t_{з.с}}{K_{ос}^{з.с}} + \frac{t_{пр}}{K_{ос}^{пр}} + \frac{t_{ж}}{K_{ос}^{ж}} + \frac{t_{тр}}{K_{ос}^{тр}} + t_{откр}}$$

где $T = t_{з.с} + t_{пр} + t_{ж} + t_{тр} + t_{откр}$ – общее время пребывания людей в

зоне заражения, ч.

При отсутствии радиоактивного заражения местности можно предварительно рассчитать несколько режимов защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов с различными значениями C .

При появлении радиоактивного заражения, выявив радиационную обстановку, подсчитывают коэффициент защищенности, при котором люди получили бы дозу радиации не более допустимого (заданного) значения. Этот коэффициент, называемый коэффициентом «безопасной» защищенности C_6 , показывает, во сколько раз доза D_0 , которую получили бы люди, если все время находились бы на открытой местности, больше допустимой дозы $D_{доп}$:

$$C_6 = \frac{D_0}{D_{доп}} = \frac{5 P_{вх} t_{вх} - 5 P_{вых} t_{вых}}{D_{доп}}$$

где $t_{вх}$, $P_{вх}$ – время входа (начало облучения) и уровень радиации, соответствующий этому времени; $t_{вых}$, $P_{вых}$ – время выхода (окончания облучения) и уровень радиации, соответствующий этому времени.

Подсчитав C_6 , выбирают такой режим, чтобы $C \geq C_6$. В этом случае рабочие и служащие получают дозу $D_{\Sigma p} \leq D_{доп}$.

На предприятиях могут применяться типовые режимы защиты, предусматривающие на первом этапе непрерывное пребывание людей в защитных сооружениях (когда уровень радиации высокий), на втором этапе – работу в производственных зданиях и отдых в защитных сооружениях, на третьем этапе – работу в производственных зданиях, отдых в жилых помещениях с ограниченным пребыванием на открытой местности (до 2 ч).

В табл. 37 приведены некоторые варианты типовых режимов производственной деятельности для объектов, имеющих защитные сооружения с коэффициентами ослабления радиации $K_{осл} = 25...50$ и $K_{осл}$

= 1000 и более. Они разработаны по приведенной выше методике для двухсменной работы рабочих и служащих в производственных зданиях с

коэффициентами ослабления дозы $K_{\text{осл}} = 7$ и для условий отдыха в каменных домах с $K_{\text{осл}} = 10$.

Например, рабочим и служащим, использующим защитные сооружения ($K_{\text{осл}} = 1000$), при уровне радиации через 1 ч после ядерного взрыва $P_1 = 240$ Р/ч необходимо на первом этапе прекратить работу на 6 ч и это время находиться в защитных сооружениях. После этого на втором этапе восстанавливается производственная деятельность, когда одна смена приступает к работе, а вторая находится в защитном сооружении. Затем отработавшая смена направляется для отдыха в защитное сооружение, а вторая смена приступает к работе. Продолжительность второго этапа 18 ч. Через 24 ч (6 ч 1-го этапа и 18 ч 2-го этапа) рабочие и служащие переходят к выполнению 3-го этапа с ограниченным пребыванием на открытой местности и отдыхом в жилых домах продолжительностью 120 ч. Общая продолжительность соблюдения режима – 144 ч (6 суток).

Таблица 37

Режимы защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов

| Уровень радиации через 1 ч после взрыва, Р/ч | Этапы режима, ч | | | | | | Общая продолжительность соблюдения режима, сут |
|--|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--|
| | 1-й | | 2-й | | 3-й | | |
| | $K_{\text{осл}} 50$ | $K_{\text{осл}} 1000$ | $K_{\text{осл}} 50$ | $K_{\text{осл}} 1000$ | $K_{\text{осл}} 50$ | $K_{\text{осл}} 1000$ | |
| 50 | До 3 ч | | Можно не использовать | | До 10 ч | | 1 |
| 80 | 3 | 3 | 9 | 7 | 24 | 26 | 1,5 |
| 240 | 12 | 6 | 28 | 18 | 104 | 120 | 6 |

Пример 5.

На объекте экономики предварительно были разработаны режимы защиты рабочих и служащих со следующими коэффициентами защищенности: $C_1 = 8$; $C_2 = 6$; $C_3 = 4$. Определить, какой из рассчитанных режимов защиты обеспечит безопасную работу рабочих и служащих в течение первых суток, если радиоактивное заражение произошло через 2 ч после взрыва и уровень радиации при этом достиг значения $P_1 = 50$ Р/ч. Допустимая доза радиации 25 Р.

Решение.

Определим коэффициент «безопасной» защищенности:

$$C_6 = \frac{5 P_{\text{ВХ}} t_{\text{ВХ}} - 5 P_{\text{ВЫХ}} t_{\text{ВЫХ}}}{D_{\text{доп}}} = \frac{5 P_1 2 - 5 P_2 26}{D_{\text{доп}}};$$

$$P_{26} = \frac{P_2}{K_2} K_{26} = \frac{50 \cdot 0,02}{0,435} = 2,5 \text{ P/ч};$$

$$C_6 = \frac{5 \cdot 50 \cdot 2 - 5 \cdot 2,5 \cdot 26}{25} = 7,0 \cdot$$

Необходимо, чтобы $C \geq C_6$. Таким образом, только режим с $C_1 = 8$ сможет обеспечить безопасность работы рабочих и служащих, так как при этом $D_{\Sigma p} < D_{\text{доп}}$.

