

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРЫ, ДИЗАЙНА И СТРОИТЕЛЬСТВА
Кафедра «Защита в чрезвычайных ситуациях»

**Б.С.Ордобаев, К.Д.Бозов,
К.О.Кадыралиева, А.С.Шаназарова,
З.Н. Намазов, В.Д. Савинков,
Т.А.Джумакунов**

**ОЦЕНКА
ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ
ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ
ОБЪЕКТАХ**

Учебное пособие

Бишкек 2012

УДК 351/354
ББК 68.69
О 93

Рецензент
генерал-майор МЧС *А.К. Камчыбеков*

Составители:
Б.С. Ордобаев, К.Д. Бозов, К.О. Кадыралиева и др.

Рекомендовано к изданию кафедрой
«Защита в чрезвычайных ситуациях» КРСУ и МЧС КР

О93 ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ: Учебное пособие/ Сост.: Б.С. Ордобаев, К.Д. Бозов, К.О. Кадыралиева и др. Бишкек: КРСУ, 2012. 51 с.

ISBN 978-9967-05-840-8

Изложены материалы по оценке радиационной обстановки при чрезвычайных ситуациях на радиационноопасных объектах, описаны масштабы заражения АХОВ на химически опасных объектах. Приведены типовые задачи и примеры решения подобных задач.

Предназначено для студентов специальности «ЗЧС».

01305060000-12

УДК
351/354
ББК 68.69

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОЦЕНКА ПРОГНОЗИРУЕМОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ.....	5
1.1. Общие положения.....	5
1.2. Определение масштабов заражения АХОВ при авариях на химически опасных объектах.....	6
1.3. Коэффициенты, используемые при расчете эквивалентного количества вещества.....	7
1.4. Определение масштабов заражения АХОВ.....	8
1.5. Определение эквивалентного количества вещества, образующего первичное облако.....	8
1.6. Определение эквивалентного количества вещества, образующего вторичное облако, и времени испарения.....	8
1.7. Расчет глубины зоны заражения при аварии на ХОО.....	9
1.8. Определение площади зоны заражения.....	10
1.9. Определение времени подхода зараженного воздуха к заданной границе (объекту).....	10
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЗАРАЖЕНИЯ.....	10
2.1. Определение возможных потерь людей в зонах заражения АХОВ.....	11
2.2. Определение масштабов заражения АХОВ при разрушении химически опасного объекта.....	11
3. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ И ПРИ ЯДЕРНОМ ВЗРЫВЕ.....	18
3.1. Прогнозирование и оценка радиационной обстановки при авариях, катастрофах на радиационноопасных объектах (РОО) и при ядерном взрыве (ЯВ).....	18

3.2. Оценка радиационной обстановки по данным разведки местности	19
3.3. Оценка радиационной обстановки при аварии на АЭС	21
3.4. Типовые задачи по оценке радиационной обстановки при аварии на АЭС	25
4. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЯДЕРНЫХ БОЕПРИПАСОВ (ЯДЕРНОМ ВЗРЫВЕ).....	27
4.1. Определение возможной дозы радиации при действиях на зараженной местности	27
5. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ПО ОЦЕНКЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЯДЕРНОМ ВЗРЫВЕ.....	28
5.1. Приведение измеренных на местности уровней радиации к различному времени после ядерного взрыва	28
5.2. Определение возможной дозы радиации при действиях на зараженной местности	29
5.3. Определение допустимой продолжительности работы на радиоактивно зараженной местности	31
5.4. Определение времени ядерного взрыва.....	31
5.5. Определение режима радиационной защиты	32
5.6. Методика решения комплексных задач по оценке радиационной обстановки.....	32
ГЛОССАРИЙ.....	45
СОКРАЩЕНИЯ	48
ЛИТЕРАТУРА.....	49

1. ОЦЕНКА ПРОГНОЗИРУЕМОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

1.1. Общие положения

Под *химической обстановкой* понимают масштабы и степень заражения отравляющими веществами (ОВ) или аварийно химически опасными веществами (АХОВ) воздуха, местности, водоемов, сооружений, техники и т.п.

Оценка химической обстановки – это определение масштабов и характера заражения ОВ или АХОВ, анализ их влияния на деятельность объектов народного хозяйства и сил ГО ЧС, установление степени опасности для производственного персонала ХОО и населения.

Оценка химической обстановки проводится методом прогнозирования с последующими уточнениями по данным химической разведки и другим наблюдениям.

В общем случае исходными данными для прогнозирования масштабов заражения АХОВ являются:

- общее количество АХОВ на объекте и данные о размещении их запасов в технологических емкостях и трубопроводах;
- количество АХОВ, выброшенных в атмосферу и характер их разлива на подстилающей поверхности («свободно», в «поддон» или в «обваловку»);
- метеорологические условия (степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия, изотермия, конвекция; скорость приземного ветра и температура воздуха);
- обеспеченность персонала объектов и населения средствами защиты.

При задании или определении общего количества АХОВ, обуславливающего возникновение чрезвычайной ситуации (ЧС), учитываются два фактора:

- *характер* ЧС, т.е. авария или разрушение объекта. При аварии прогнозирование химической обстановки (ХО) ведется, исходя из объема наибольшей емкости. При авариях на газо- и продуктопроводах выброс АХОВ принимается равным максимальному количеству АХОВ, содержащемуся в трубопроводе между автоматическими

отсекателями. При разрушении ХОО – по совокупному объему всех емкостей с АХОВ. Для сейсмоопасных районов и военного времени прогноз ведется на разрушение объекта;

– агрегатное состояние АХОВ.

Учет влияния условий хранения, определяющих характер разлива АХОВ, сводится к следующему. Под промышленными емкостями для хранения АХОВ сооружаются поддоны или обваловки. Время испарения вылившейся в поддон или обваловку жидкости определяется высотой столба жидкости (толщиной слоя разлива). Для стандартных поддона или обваловки и полностью залитого резервуара высоту столба жидкости принимают равной

$$h = H - 0,2, \quad (1)$$

где H – высота поддона или обваловки, м.

При свободном разливе АХОВ на подстилающую поверхность (земля, бетон, асфальт и т.п.) высота столба жидкости принимается равной $h = 0,05$ м.

При оценке метеоусловий различают два случая:

- метеоусловия известны;
- метеоусловия неизвестны и берутся наихудшими.

Наихудшими условиями считаются метеоусловия в наибольшей степени благоприятствующие распространению зараженного облака, т.е.

- степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия;
- скорость ветра, $V_g = 1$ м/с;
- температура – максимальная в данной местности.

Для прогноза масштабов заражения непосредственно после аварии должны браться конкретные данные о количестве выброшенного (разлившегося) АХОВ и реальные метеоусловия. Следует иметь в виду, что продолжительность сохранения неизменными метеоусловий принимается равной 4 часам. По истечении указанного времени прогноз обстановки должен уточняться.

1.2. Определение масштабов заражения АХОВ при авариях на химически опасных объектах

Внешние границы зон заражения рассчитываются по пороговой токсодозе АХОВ (пороговая токсодоза – это ингаляционная токсодоза, вызывающая начальные симптомы поражения). Определение глубины зоны заражения проводится по табл. 1. Для того чтобы пользоваться единой таблицей для всех АХОВ, производится пересчет к веществу, выбираемому эталоном. Эталонным веществом в используемой методике прогнозирования выбран хлор и основная таблица составлена для

аварий с выбросом хлора при следующих метеоусловиях: инверсия, температура воздуха 20°C .

Чтобы пользоваться единой таблицей для любого АХОВ рассчитывается эквивалентное количество рассматриваемого АХОВ.

Эквивалентное количество АХОВ – это такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии и температуре 20°C эквивалентен масштабу заражения данным АХОВ при конкретных метеоусловиях, перешедшим в первичное или вторичное облако.

Токсичность любого АХОВ по отношению к хлору, свойства, влияющие на образование зараженного облака, а также другие (отличные от стандартных) метеоусловия учитываются специальными коэффициентами, по которым рассчитывается эквивалентное количество АХОВ.

1.3. Коэффициенты, используемые при расчете эквивалентного количества вещества

K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (определяет относительное количество АХОВ, переходящее при аварии в газ). Для сжатых газов $K_1 = 1$, в других случаях коэффициент K_1 зависит от АХОВ и определяется по табл. 2;

K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (удельная скорость испарения – количество испарившегося вещества в тоннах с площади 1 м^2 за 1 час, $\left[\frac{\text{Т}}{\text{м}^2 \text{Чч}} \right]$), определяется по табл. 2;

K_3 – коэффициент, учитывающий отношение пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе данного АХОВ, определяется по табл. 2;

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра, определяется по табл. 3;

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха: принимается равным для инверсии $K_5 = 1$, для изотермии $K_5 = 0,23$ и для конвекции $K_5 = 0,08$;

K_6 – коэффициент, зависящий от времени, на которое осуществляется прогноз (зависит от времени прошедшего после начала аварии N).

$$K_6 = N \cdot 0,8 \text{ при } N < T$$

$$K_6 = T \cdot 0,8 \text{ при } N > T$$

$$K_6 = 1 \text{ при } T < 1 \text{ часа,}$$

где N – время, на которое определяется прогноз;

T – время испарения АХОВ.

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха, определяется по табл. 2 (для сжатых газов $K_7 = 1$);

K_8 – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха и принимается равным: для инверсии $K_8 = 0,081$, для изо-термии $K_8 = 0,133$, для конвекции $K_8 = 0,235$.

1.4. Определение масштабов заражения АХОВ

Определение масштабов заражения АХОВ включает:

- определение эквивалентного количества вещества по первичному облаку;
- определение эквивалентного количества вещества по вторичному облаку;
- расчет глубины и площади зоны заражения при аварии на ХОО;
- расчет глубины и площади зоны заражения при разрушении ХОО;
- определение времени действия источника заражения;
- определение возможных потерь персонала ХОО и населения при аварии на ХОО и его разрушении.

Для этой цели используются формулы (1)–(8) и табл. 1–5 по прогнозированию масштабов заражения АХОВ.

1.5. Определение эквивалентного количества вещества, образующего первичное облако

Эквивалентное количество вещества по первичному облаку (в тоннах) определяется по формуле (1):

$$Q_3 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (1)$$

где Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т.

1.6. Определение эквивалентного количества вещества, образующего вторичное облако, и времени испарения

Эквивалентное количество вещества по вторичному облаку (в тоннах) рассчитывается по формуле (2):

$$Q_3 = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}. \quad (2)$$

Время испарения (время действия источника заражения), Т, ч., определяется по формуле (3)

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (3)$$

где h – высота слоя разлившегося АХОВ, м;
 d – плотность АХОВ, т/м, (определяется по табл. 2).

1.7. Расчет глубины зоны заражения при аварии на ХОО

Расчет глубины зоны заражения первичным (вторичным) облаком АХОВ при авариях на технологических емкостях, хранилищах и транспорте ведется с помощью табл. 1 и 2.

В табл. 1 приведены максимальные значения глубин зон заражения первичным Γ_1 (по Q_3) или вторичным облаком АХОВ Γ_2 (по Q_3), определяемые в зависимости от эквивалентного количества вещества и скорости ветра.

Максимально возможная глубина зоны заражения Γ , км, обусловленная первичным и вторичным облаками, определяется формулой

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'', \quad (4)$$

где Γ' – наибольший;

Γ'' – наименьший из полученных размеров Γ_1 и Γ_2 .

Полученное значение Γ сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса зараженных воздушных масс Γ_n , определяемым по формуле (5):

$$\Gamma_n = N \cdot V_n, \quad (5)$$

где V_n – скорость (км/ч) переноса переднего фронта зараженного воздуха при данных скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, определяется по табл. 4.

N – время от начала аварии, ч.

За окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается минимальная (наименьшая) из величин Γ и Γ_n . Указанный выбор можно объяснить следующим образом:

- при $\Gamma < \Gamma_n$ переносимый зараженный воздух на дальностях $\Gamma > \Gamma_n$ имеет концентрацию меньше пороговой токсодозы,
- при $\Gamma > \Gamma_n$ перенос не может быть осуществлен на расстоянии $> \Gamma_n$.

1.8. Определение площади зоны заражения

Различают зоны возможного и фактического заражения АХОВ.

Площадь *зоны возможного заражения АХОВ* – это площадь территории, в пределах которой под воздействием изменения направления ветра (заданных метеоусловиях) может перемещаться облако АХОВ.

Площадь *зоны фактического заражения АХОВ* – это площадь территории, воздушное пространство которой заражено АХОВ в опасных для жизни пределах. Конфигурация зоны фактического заражения близка к эллипсу, который не выходит за пределы зоны возможного заражения и может перемещаться в ее пределах под воздействием ветра. Ее размеры используют для определения возможной численности пораженного населения и необходимого количества сил и средств, необходимых для проведения спасательных работ.

Площадь зоны фактического заражения облаком АХОВ рассчитывается по формуле (6):

$$S_{\text{зм}} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \quad (6)$$

где Γ – глубина зоны заражения, км;

N – время, на которое осуществляется прогноз, ч.

1.9. Определение времени подхода зараженного воздуха к заданной границе (объекту)

Время подхода облака АХОВ к заданному рубежу (объекту) зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле (7):

$$t = \frac{X}{V_n}, \quad (7)$$

где X – расстояние от источника заражения до выбранного рубежа (объекта), км;

V_n – скорость переноса фронта облака зараженного воздуха, км/ч.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЗАРАЖЕНИЯ

Время поражающего действия АХОВ (продолжительность заражения) определяется временем испарения (см. формулу 3). Если в зоне разлива находятся несколько различных АХОВ с различным временем испарения, то продолжительность действия источника заражения определяется наибольшим временем испарения данных АХОВ.

При образовании только первичного облака время принимается равным 1 часу.

2.1. Определение возможных потерь людей в зонах заражения АХОВ

Возможные потери людей при авариях с выбросом АХОВ зависят в основном от степени обеспечения персонала объектов и населения средствами индивидуальной защиты и защитными сооружениями.

Потери людей в зависимости от обеспеченности средствами защиты, а также ориентировочная структура потерь определяются по табл. 5.

Если персонал объектов обеспечен противогазами на 100% и укрывается в убежищах, то процент потерь в этом случае принимается равным 0%.

2.2. Определение масштабов заражения АХОВ при разрушении химически опасного объекта

При разрушении ХОО рассмотрим только один вариант расчетных формул прогноза обстановки, справедливый для случая, когда все вещества находятся в жидком агрегатном состоянии и не вступают между собой в химические реакции.

В этом случае расчет многих первичных и вторичных облаков по приведенным выше зависимостям был бы весьма условен, поэтому на практике используется одна приближенная формула для расчета общего эквивалентного количества хлора при следующих метеоусловиях: инверсия, скорость ветра 1 м/с.

Принимается следующий порядок расчета.

- 1) Расчет T_i для i от 1 до n , где n – число различных АХОВ в ЧС.
- 2) Расчет наборов коэффициентов (K_1 – K_8) для каждого АХОВ.
- 3) Определение обобщенного эквивалентного количества АХОВ по формуле (8)

$$Q = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \sum_{i=1}^n K_{2_i} \cdot K_{3_i} \cdot K_{6_i} \cdot K_{7_i} \cdot \frac{Q_i}{d_i}. \quad (8)$$

- 4) Расчет глубины зон – аналогично расчету при авариях на ХОО.
- 5) Расчет площадей – аналогично расчету при авариях на ХОО для всех АХОВ от $i = 1$ до n . Общая площадь поражения выбирается по $S_{\text{змmax } i}$.
- 6) Расчет продолжительности заражения по формуле $t = T_i^{\text{max}}$.

Задача 1

На определение масштаба заражения АХОВ при аварии на химически опасном объекте.

На химическом предприятии произошла авария на технологическом трубопроводе. Выброшено около 40 т сжиженного хлора, находившегося под давлением. Возник источник заражения АХОВ.

Рабочие и служащие объекта обеспечены промышленными противогазами на 100%, убежищами на рабочую смену.

В заводском поселке, расположенном в непосредственной близости от предприятия, проживает 500 человек. Население обеспечено противогазами на 50%. Для укрытия людей используются здания и простейшие укрытия.

Метеоусловия на момент аварии: скорость ветра 5 м/с, температура воздуха 0°C, изотермия. Разлив АХОВ на подстилающей поверхности свободный ($h=0,05$ м).

Определить:

1. Глубину зоны заражения хлором при времени от начала аварии $N=1$ ч.
2. Площадь зоны фактического заражения.
3. Продолжительность действия источника заражения.
4. Возможные потери персонала предприятия и населения.

В ходе решения задачи определить:

1. Эквивалентное количество вещества в первичном облаке $Q_{Э1}$ по формуле (1).

$$Q_{Э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 40 = 0,99 \text{ т} \approx 1 \text{ т} \quad (1)$$

2. Время действия источника заражения (испарения хлора) T по формуле (3).

$$T = (h \cdot d) / (k_2 \cdot k_4 \cdot k_7) = (0,05 \cdot 1,558) / (0,052 \cdot 2,34 \cdot 1) = 0,64 \text{ ч} \approx 38 \text{ мин} \quad (3)$$

3. Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке $Q_{Э2}$ по формуле (2).

$$Q_{Э2} = (1 - k_1) \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot (Q_0 / (h \cdot d)) = (1 - 0,18) \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (40 / (0,05 \cdot 1,558)) = 11,78 \text{ т} \quad (2)$$

4. Глубину зоны заражения первичным облаком Γ_1 – по табл. 1 для

$$Q_{ЭКВ1} = 1 \text{ т}, V = 5 \text{ м/с}; \Gamma_1 = 1,68 \text{ км}$$

5. Глубину зоны заражения вторичным облаком Γ_2 – интерполированием по табл. 1 для

$$Q_{ЭКВ2} = 12 \text{ т}, V = 5 \text{ м/с}; \Gamma_2 = 6 \text{ км} \\ \Gamma_2 = 5,53 + (8,19 - 5,53) / (20 - 10) \cdot (12 - 10) = 6,06 \text{ км} \approx 6 \text{ км}$$

6. Полную глубину зоны заражения Γ (км) – по формуле (4).

$$\Gamma = \Gamma_2 + 0,5 \cdot \Gamma_1 = 6 + 0,5 \cdot 1,68 = 6,84 \text{ км} \quad (4)$$

7. Предельно возможное значение глубины переноса зараженного воздуха $\Gamma_{П}$ (км) – по формуле (5). Полученные значения Γ и $\Gamma_{П}$ сравнить между собой.

$$\Gamma_{П} = NV_{П} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км}; \Gamma < \Gamma_{П}, \text{ т.к. изотермия} \quad (5)$$

$\Gamma < \Gamma_{П} \Rightarrow$ дальше берем для расчетов Γ

8. Площадь зоны фактического заражения $S_{Ф}$ (км²) – по формуле (6).

$$S_{Ф} = K^8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 6,84^2 \cdot 10,2 = 6,22 \text{ км}^2 \quad (6)$$

9. Возможные потери среди персонала предприятия и населения поселка – по табл. 5.

Персонал – 0%

Население – 27% (135 чел. – 27% от 500)

Структура потерь:

– легкая степень поражения: 34 чел.;

– средней и тяжелой степени поражения: 54 чел.;

– смертельный исход: 47 чел.

Выводы и мероприятия по защите.

Выводы:

- при аварии на ХОО через 1 час после аварии ($N=1$ час) масштаб заражения характеризуется глубиной $\Gamma = 6,84$ км и площадью $S_{Ф} = 6,22$ км².

- время действия источника заражения $T = 38$ мин.

Мероприятия по защите:

- оповещение населения;
- укрытие населения в ЗС;
- использование персоналом СИЗ;
- укомплектовать противогазы до 100%;
- хим. разведка;
- противохимическая защита населения;
- медицинская защита населения; ликвидация сопутствующих аварий;
- санитарная обработка людей; дегазация зараженных территорий.

Задача 2

Таблица 1

Определение глубины зоны заражения при разрушении ХОО.

На ХОО сосредоточены запасы СДЯВ, в т.ч. хлора – 30 т, аммиака – 150 т, нитрилакриловой кислоты – 200 т.

Определить глубину зоны заражения в случае разрушения объекта. Время, прошедшее после разрушения объекта 3 ч, температура воздуха 0°C, инверсия, $V_v = 1$ м/с, $h = 0,05$ м.

В ходе решения задачи определить:

1. Время испарения СДЯВ T – по формуле (3) для:
 Хлора $T = (0,05 \cdot 1,558) / (0,052 \cdot 1 \cdot 1) = 1,49 \approx 1,5$ ч
 Аммиака $T = (0,05 \cdot 1,681) / (0,025 \cdot 1 \cdot 1) = 1,36 \approx 1,4$ ч
 Нитрилакриловая к-та $T = (0,05 \cdot 1,806) / (0,007 \cdot 0,4) = 14,4$ ч
2. Суммарное эквивалентное количество СДЯВ в облаке зараженного воздуха Q_3 – по формуле (8)

$$Q_3 = 20 \cdot 1 \cdot 1 \cdot [(0,052 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 30 / 1,558) + (0,025 \cdot 0,04 \cdot 1,31 \cdot 1 \cdot 150 // 0,681) + (0,007 \cdot 0,8 \cdot 2,41 \cdot 0,4 \cdot 200 / 0,806)] = 60,2 \text{ т}$$

3. Глубину зоны заражения интерполированием по табл. 1
 $G = 59 \text{ км}; G = 52,67 + (65,23 - 52,67) / (70 - 50) \cdot (60 - 50) \approx 59 \text{ км}$
4. Предельно возможное значение глубины переноса облака зараженного воздуха $G_{п}$ – по формуле (5)

$$G_{п} = N \cdot V_{п} = 3 \cdot 5 = 15 \text{ км} \quad (5)$$

5. Окончательно расчетную глубину зоны заражения – после сравнения между собой значений G и $G_{п}$.

$G > G_{п}$, т.е. перенос не может быть осуществлен на расстояние больше $G_{п}$.

Выбираем $G = G_{п} = 15 \text{ км}$

Выводы:

- при разрушении химически опасного объекта через 3 часа после аварии расчетная глубина зоны заражения $G = 15 \text{ км}$.
- время действия источника заражения хлора $T = 1,5$ ч, аммиака $T = 1,4$ ч, нитрилакриловой кислоты $T = 14,4$ ч. Принимаем T по наибольшему – 14,4 ч.

Глубина зон возможного заражения АХОВ, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ															
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	1000
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	363
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	189
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	130
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,84	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	101
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	83,60
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	71,70
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	63,16
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	56,70
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	51,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	47,53

Примечание: при скорости ветра < 1 м/с размеры зон заражения принимать как при скорости ветра 1 м/с.

Таблица 2

Характеристика АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубины зон поражения

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, г/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза, мг·мин/а	Значения вспомогательных коэффициентов							
	газ	жидкость			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇				
								для -40 °С	для -20 °С	для 0 °С	для 20 °С	для 40 °С
Аммиак: хранение под давлением	0,0008	0,681	-33, 42	15	0,18	0,025	0,04	0	0,3	0,6	1	1,4
изотермическое хранение	-	0,681	-33, 42	15	0,01	0,025	0,04	0	1	1	1	1
Нитрид акриловой кислоты	-	0,806	77,3	0,75	0	0,007	0,80	0,04	0,1	0,4	1	2,4
Окислы азота	-	1,491	21,0	1,5	0	0,040	0,40	0	0	0,4	1	1
Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0	0	0,3	1	1,7
Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0	0	0	1	2,7
Хлор	0,0032	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0	0,3	0,6	1	1,4

Примечание: значения K₇ в числителе – для первичного, в знаменателе – для вторичного облака.

Таблица 3

Значение коэффициента K₄ в зависимости от скорости ветра

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

Таблица 4

Скорость переноса облака зараженного воздуха воздушным потоком, км/ч

Конвекция	Изотермия	Инверсия	Степень вертикальной устойчивости	Скорость ветра, м/с																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
7	6	5	1																	
14	12	10	2																	
21	18	16	3																	
28	24	21	4																	
	29		5																	
	35		6																	
	41		7																	
	47		8																	
	53		9																	
	59		10																	
	65		11																	
	71		12																	
	76		13																	
	82		14																	
	88		15																	

Примечание: Облако ЗВ распространяется на значительные высоты, где скорость ветра всегда больше, чем у поверхности земли. Вследствие этого средняя высота распространения (переноса) ЗВ будет больше, чем скорость ветра в приземном слое на высоте 5–10 м.

Таблица 5

Возможные потери людей в зонах заражения АХОВ, %

Условия нахождения людей	Обеспеченность противогАЗами, %%	Примечания
В простейших укрытиях, зданиях	20	Ориентировочная структура потерь: – легкой степени – 25% – средн. и тяжелой степени – 40% – со смерт. исходом – 35%
	30	
	40	
	50	
	60	
	70	
	80	
	90	
	100	
	100	
На открытой местности	75	
	65	
	58	
	50	
	40	
	35	
	25	
	18	
	10	
	10	
90–100	75	
	65	
	58	
	50	
	40	
	35	
	25	
	18	
	10	
	10	
50	75	
	65	
	58	
	50	
	40	
	35	
	25	
	18	
	10	
	10	

3. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ И ПРИ ЯДЕРНОМ ВЗРЫВЕ

3.1. Прогнозирование и оценка радиационной обстановки при авариях, катастрофах на радиационноопасных объектах (РОО) и при ядерном взрыве (ЯВ)

Оценку радиационной обстановки на объектах народного хозяйства проводят для определения масштаба и характера радиационного поражения людей, принятия на основе анализа и выводов решения на проведение АС и ДНР в зоне радиоактивного заражения.

Радиационная обстановка – ситуация, сложившаяся в результате РЗ местности, оказывающая влияние на деятельность ОЭ, сил ГОЧС и населения.

РО характеризуется масштабом (размерами зон – их длина и ширина) и степенью РЗ местности (уровнями радиации), являющимися основными показателями опасности РЗ для людей.

Целью оценки РО является определение возможного влияния РО на работоспособность рабочих, служащих и личного состава НФ ГОЧС, населения, позволяющие своевременно принять меры защиты людей и обосновать решения по организации производственной деятельности ОЭ и проведению АС и ДНР в условиях РЗ местности.

Оценка РО включает: определение масштабов и степени РЗ местности; анализ их влияния на деятельность ОЭ, сил ГОЧС и населения; выбор наиболее целесообразных вариантов действий, при которых исключается радиационное поражение людей.

Радиационная обстановка может быть выявлена и оценена методом прогнозирования или по данным разведки. Выявление РО осуществляется: постами радиационного наблюдения и разведгруппами, звеньями разведки НФ ГОЧС объекта. Они устанавливают время начала РЗ, измеряют уровни радиации на местности и определяют границы зон РЗ.

РО, которая выявлена и оценена методом прогнозирования, называется предполагаемой или прогнозируемой обстановкой. Оценка РО методом прогнозирования производится в управлениях, отделах (штабах) по делам ГОЧС города, области, края и т.п. Исходными данными для прогнозирования РО, например, при ядерных взрывах являются: мощность, вид, координаты эпицентра и время взрыва, направление и скорость среднего ветра. Оценка и выявление РО по прогнозу сводится к определению длины и ширины зон РЗ и к нанесению их на карту. При этом также рассчитываются время выпадения осадков, ожидаемые уровни радиации на объектах и в тех или иных населенных пунктах. Выявление и оценка РО методом прогнозирования дает только приближенные характеристики о РО. Однако, этот метод обладает преимуществом – быстротой получения данных о возможном РЗ. Он позволяет заблаговременно, до выпадения РВ на местности, принять меры по защите людей, установить и уточнить задачи радиационной разведки, проводимой на местности. Обстановка, выявляемая по данным разведки, называется фактической РО.

3.2. Оценка радиационной обстановки по данным разведки местности

Отдел, сектор (штаб) по делам ГО и ЧС объекта экономики и командиры НФ выполняют оценку РО на основании данных, полученных от радиационной разведки местности. Разведывательные формирования

оснащаются средствами радиационной разведки. Для успешного выполнения задач по ведению разведки личный состав формирований должен хорошо знать основы дозиметрии, устройство и правила эксплуатации дозиметрических приборов разведки местности (рентгенметры, например, типа ДП-5В, ИМД-1Р).

Под оценкой РО по данным разведки понимается решение типовых задач по различным вариантам действий НФ ГОЧС или производственной деятельности ОЭ в условиях РЗ, анализ результатов и выбор наиболее целесообразных из них, исключающих радиационное поражение людей.

Решение задач по оценке РО на ОЭ в настоящее время в основном осуществляется графоаналитическим способом с использованием соответствующих расчетных зависимостей и таблиц. Однако, такие задачи могут решаться в случае ядерного взрыва и приближенно с помощью радиационной линейки (РЛ).

При этом рассматривается методика решения следующих основных типовых задач по оценке фактической РО при авариях, катастрофах на АЭС и при применении ядерных боеприпасов (ядерном взрыве):

- приведение измеренных уровней радиации к различному времени после аварии на АЭС или ЯВ;
- определение возможной дозы радиации при действиях на РЗ местности;
- определение допустимой продолжительности работы или пребывания людей на РЗ местности;
- определение времени выброса РВ при аварии, катастрофе на АЭС и времени ядерного взрыва;
- определение режима радиационной защиты.

Решение задач по оценке радиационной обстановки графоаналитическим способом производится по формулам, полученным в результате интегрирования и преобразования зависимости, которая описывает закон изменения уровней радиации на РЗ местности:

$$P_t = P_0 \cdot (t/t_0)^{-n}, \quad (1)$$

где P_0 – уровень радиации в рассматриваемый момент времени t_0 после аварийного выброса РВ (ядерного взрыва);

P_t – уровень радиации в рассматриваемый момент времени t после аварийного выброса РВ (ядерного взрыва);

n – показатель степени, характеризующий величину уровня спада радиации во времени и зависящий от изотопного состава радионук-

лидов при ядерном взрыве $n=1,2$; при аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) $n=0,4$. Изменения уровней радиации показаны на рис.13.

Величина $K_{\text{ПЕР}}=(t/t_0)^n$ обеспечивает возможность пересчитывать измеренные уровни радиации на различное время t после аварии (катастрофы) на ЧАЭС или после ядерного взрыва.

Коэффициенты для пересчета:

$$K_{\text{ПЕР}} = (t/t_0)^{-0,4} \text{ – при катастрофе на Чернобыльской АЭС;} \\ K_{\text{ПЕР}} = (t/t_0)^{-1,2} \text{ – при ядерном взрыве.} \quad (2)$$

Коэффициенты пересчета на различное время после аварии на АЭС или ядерного взрыва определяются по таблицам 16,21. Тогда (1) с учетом (2) примет вид:

$$P_t = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{ИЗМ}}$$

Доза излучения за время от t_H до t_K составит:

$$D = \int_{t_H}^{t_K} P_t dt = \int_{t_H}^{t_K} P_0 \cdot (t/t_0)^{-n} dt. \quad (3)$$

После интегрирования и преобразований найдем:

$$D = \frac{1}{1-n} \cdot (P_K \cdot t_K - P_H \cdot t_H), \quad (4)$$

где P_H, P_K – уровни радиации соответственно в начале и в конце пребывания в зоне РЗ;

t_H, t_K – время начала и конца пребывания в зоне РЗ.

3.3. Оценка радиационной обстановки при аварии на АЭС

При эксплуатации АЭС могут возникнуть и аварийные режимы. На практике рассматривают проектную, гипотетическую, радиационную аварии на АС (АЭС, АТЭЦ, АСТ).

Радиационная авария– это нарушение предела допустимой эксплуатации, при котором произошел выход РВ и ионизирующего излучения за границы, предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации, в количествах, превышающих установленные для эксплуатации значения.

Ниже и уделяется основное внимание оценке РО на АЭС (типа Чернобыльской АЭС) после радиационной аварии. Рассмотрим методику расчета типовых задач.

1. В ходе решения задач по оценке обстановки *приведение измеренных уровней радиации на местности* к различному времени после аварии на АЭС производится по формуле:

$$P_t = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{ИЗМ}},$$

где $P_{\text{ИЗМ}}$ – уровень радиации, измеренный в момент времени $t_{\text{ИЗМ}}$ после аварийного выброса РВ;

P_t – уровень радиации в момент времени t , на который пересчитывается измеренный уровень радиации;

$K_{\text{ПЕР}} = (t/t_0)^{-0,4}$ находится по табл.7 по t и $t_{\text{ИЗМ}}$.

2. *Доза радиации на заданный промежуток времени* ($t_k - t_n$).

Из (4) применительно к ЧАЭС при $n=0,4$ и с учетом коэффициента ослабления (табл.6).

$$D = \frac{1,7 \cdot (P_k \cdot t_k - P_n \cdot t_n)}{K_{\text{ОСЛ}}}, \quad (5)$$

где P_n и P_k – уровни радиации в начале (t_n) и в конце (t_k) облучения.

По этой формуле рассчитывается доза радиации за промежуток времени ($t_k - t_n$). При этом P_n и P_k определяются путем пересчета измеренного уровня радиации по табл. 7:

$$P_t = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{ИЗМ}}.$$

3. *Допустимая продолжительность пребывания людей на радиоактивно зараженной местности при аварии на АЭС* находится по табл.8 по отношению

$$P_1 / (D_{\text{Зад}} \cdot K_{\text{ОСЛ}}) \text{ и времени } t_n.$$

При этом измеренный в момент времени $t_{\text{ИЗМ}}$ уровень радиации $P_{\text{ИЗМ}}$ по табл.7 пересчитывается на 1 ч

$$P_1 = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{ИЗМ}}$$

$K_{\text{ПЕР}}$ определяется по $t = 1$ ч и $t_{\text{ИЗМ}}$ с табл.7.

4. *Время аварийного выброса РВ* определяется по двум измерениям уровня радиации P_1 и P_2 и интервалу времени между ними. При этом из табл.11 по отношению P_2/P_1 и интервалу Δt находится время после аварийного выброса РВ до второго измерения уровня радиации (t_2). Время аварийного выброса РВ получается как разность при вычитании из местного времени второго замера (по часам) времени t_2 , определенного по табл.11.

Значения t_2 , представленные в табл.11, рассчитаны по формуле

$$t_2 = \frac{\Delta t}{1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{2,5}}. \quad (6)$$

Формула получена в результате преобразования зависимости (1) спада уровня радиации.

5. *Определение режима радиационной защиты рабочих и служащих.* Вследствие аварий, катастроф на объектах атомной энергетики или при применении противником ядерного оружия объекты экономики (ОЭ) страны могут оказаться на радиоактивно зараженной местности (при ЯВ в зонах: умеренного, сильного, опасного и чрезвычайно опасного РЗ). В этих условиях работа ОНХ, действия рабочих и служащих строго регламентируются и подчиняются определенному режиму радиационной защиты.

Под режимом радиационной защиты рабочих и служащих ОЭ (населения, личного состава невоенизированных формирований ГОЧС) понимается порядок работы и применения средств, способов защиты в зонах радиоактивного заражения, исключающие радиоактивное облучение людей выше допустимых норм и сокращающие до минимума вынужденную остановку производства.

Режимы радиационной защиты рабочих и служащих ОЭ рассчитываются заблаговременно для конкретных условий (защитных свойств производственных, жилых зданий и используемых защитных сооружений) и различных возможных уровней радиации на территории объекта.

В настоящее время разработано и рекомендуется 8 типовых режимов для различных категорий населения: 1–3-й режимы – для неработающего населения; 4–7-й режимы – для рабочих и служащих ОЭ; 8-й режим – для личного состава невоенизированных формирований ГОЧС.

Режимы радиационной защиты рабочих и служащих включают три основных этапа, которые должны выполняться в строгой последовательности (табл.4).

1 *этап*: продолжительность времени прекращения работы объекта и пребывания рабочих и служащих ОЭ в защитных сооружениях;

2 *этап*: продолжительность работы ОЭ с использованием для отдыха рабочих и служащих защитных сооружений;

3 *этап*: продолжительность работы объекта с ограничением пребывания людей на открытой РЗ местности до 1–2 часов в сутки.

Продолжительность соблюдения каждого типового режима зависит:

– от уровня радиации на местности (на территории объекта) и спада его во времени;

- от защитных свойств (коэффициента ослабления) убежищ, ПРУ, производственных и жилых зданий;
- от установленных доз облучения людей.

С учетом этих факторов для рабочих и служащих разработаны четыре варианта типовых режимов (4–7-й) радиационной защиты (табл.10).

Кроме того, предусматриваются режимы ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в зонах радиоактивного заражения подразделениями НФ ГОЧС.

Типовые режимы разработаны с учетом продолжения работы объекта в две смены по 10–12 часов, а также передвижения людей к месту работы и обратно (продолжительность работы может быть и меньше, чем 10–12 часов).

Кроме этого, предусматриваются режимы ведения АС и ДНР в зонах РЗ. В табл.10 в качестве примера приведен вариант ведения АС и ДНР, предусматривающий при продолжительности работы первой смены два часа определение времени начала работ в зависимости от дозы излучения и уровня радиации на один час после наземного ЯВ.

Сводная табл.10 режимов защиты рабочих и служащих дает возможность руководителю предприятия – начальнику ГОЧС при возникновении радиационной опасности в условиях чрезвычайных ситуаций быстро принять обоснованное решение по сохранению работоспособности персонала и обеспечению непрерывности выпуска запланированной продукции.

Предусматривается следующий *порядок ввода в действие режимов радиационной защиты*.

С объявлением угрозы радиоактивного заражения на ОЭ выставляются посты наблюдения, оснащенные дозиметрическими приборами. Эти посты замеряют уровни радиации через каждые полчаса и результаты измерений докладывают в отдел, сектор (штаб) ГОЧС объекта.

Начальник отдела, сектора ГОЧС по измеренным и рассчитанным на 1ч уровням радиации и таблице типовых режимов определяет режим радиационной защиты рабочих и служащих, и докладывает свои предложения начальнику ГОЧС объекта (руководителю объекта). Если на территории объекта уровни радиации неодинаковые, режим выбирается и устанавливается по максимальному уровню радиации, пересчитанному на один час после взрыва.

Режим радиационной защиты рабочих и служащих вводится в действие решением начальника ГОЧС, о чем передается сообщение по радиотрансляционной сети объекта и предоставляется донесение в вышестоящие отделы ГОЧС.

Выход из режима радиационной защиты тоже определяется начальником ГОЧС, о чем оповещаются все рабочие и служащие ОЭ.

3.4. Типовые задачи по оценке радиационной обстановки при аварии на АЭС

Задача 1

Приведение измеренных на местности уровней радиации к различному времени после аварии, катастрофы АЭС

На городской АЭС произошла авария с радиоактивным заражением местности. Измеренный на машзаводе уровень радиации через 2ч после аварии составил 60 рад/ч. Определить ожидаемый уровень радиации через 6ч после аварии.

Решение.

Измеренный уровень радиации пересчитываем на заданное время по формуле:

$$P_1 = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{ИЗМ}} \text{ или } P_6 = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_2 = 0,64 \cdot 60 = 38,4 \text{ (рад/ч)}$$

($K_{\text{ПЕР}} = 0,64$ определяем по табл.7).

Пример для самостоятельного решения.

Определить ожидаемый на промышленном объекте уровень радиации через 5ч после аварии на АЭС, если измеренный на территории завода уровень радиации через 1,5ч после аварии составил 35 рад/ч.

Ответ: $P_5 = 21,7$ рад/ч.

Задача 2

Определение возможной дозы радиации при действиях на зараженной местности

Вследствие аварии на АЭС сводной спасательной команде ГОЧС предстоит работать 6ч на радиоактивно зараженной местности ($K_{\text{ОСЛ}} = 1$). Определить дозу радиации, которую получит личный состав команды при входе в зону через 4ч после аварии, если уровень радиации к этому времени составил 5 рад/ч.

Решение.

Дозу радиации за $T_{\text{РАБ}} = 6$ ч определяем по формуле:

$$D = \frac{1,7 \cdot (P_{\text{К}} \cdot t_{\text{К}} - P_{\text{Н}} \cdot t_{\text{Н}})}{K_{\text{ОСЛ}}}$$

$t_{\text{К}} = 4 + 6 = 10$ ч, $P_{\text{К}} = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{Н}}$ или $P_{10} = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_4 = 0,7 \cdot 5 = 3,5$ рад/ч ($K_{\text{ПЕР}}$ находим по табл.7).

Тогда $D = 1,7 \cdot (3,5 \cdot 10 - 5 \cdot 4) / 1 = 1,7 \cdot (35 - 20) = 1,7 \cdot 15 = 25,5$ рад.

Пример для самостоятельного решения.

Определить дозу, которую получают рабочие и служащие на радиоактивно зараженной местности в производственных зданиях объекта ($K_{\text{ОСЛ}}=7$) за $T_{\text{РАБ}} = 6\text{ч}$, если облучение началось через 3ч после аварии на АЭС и уровень радиации к этому времени составил 2 рад/ч.

Ответ: $D = 1,38$ рад.

Задача 3

Определение допустимой продолжительности работы на радиоактивно зараженной местности

Определить допустимую продолжительность работы личного состава формирования ГО на радиоактивно зараженной местности ($K_{\text{ОСЛ}}=7$), если измеренный уровень радиации при входе в зону через 2ч после аварии на АЭС составлял 3 рад/ч. Заданная доза радиации 10 рад.

Решение.

Находим отношение $a = \frac{P_1}{D_{\text{Зад}} \cdot K_{\text{ОСЛ}}}$;

$$P_1 = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_2, \quad a = \frac{K_{\text{ПЕР}} \cdot P_2}{D_{\text{Зад}} \cdot K_{\text{ОСЛ}}} = \frac{1,35 \cdot 3}{10 \cdot 1} = 0,4; \quad (K_{\text{ПЕР}} \text{ определяем по табл.7}).$$

По табл.8 при $a=0,4$ и $t_{\text{Н}}=2\text{ч}$ получим $T_{\text{ДОП}}=4\text{ч}$.

Пример для самостоятельного решения.

Измеренный уровень радиации на участке проведения работ после аварии на АЭС через 4ч составил 5 рад/ч ($K_{\text{ОСЛ}}=1$). Определить допустимую продолжительность работы личного состава формирования ГОЧС, если заданная доза радиации 15 рад, а начало работ через 4ч после аварии.

Ответ: $T = 3 \text{ ч } 20 \text{ мин}$.

Задача 4

Определение времени выброса РВ при аварии на АЭС

После аварии на АЭС на промышленном объекте в 13.00 измеренный уровень радиации был 24 рад/ч, а в 16.00 в той же точке территории объекта он составлял 15,6 рад/ч. Определить время аварийного выброса РВ.

Решение.

1. Определяем отношение $P_2/P_1=15,6/24=0,65$ и интервал времени между измерениями $\Delta t = 16,00-13,00=3\text{ч } 00 \text{ мин}$.

2. По табл.11 определяем для $P_2/P_1=0,65$ и $\Delta t = 3\text{ч } 00 \text{ мин}$ время после выброса РВ до второго измерения уровня радиации $t_2 = 4\text{ч } 30 \text{ мин}$.
3. Время выброса РВ равно разности $16\text{ч } 00 \text{ мин} - 4\text{ч } 30 \text{ мин} = 11\text{ч } 30 \text{ мин}$.

Пример для самостоятельного решения.

После аварии на АЭС измерение в одной и той же точке территории предприятия уровни радиации составляли: в 10.00–32 рад/ч и в 11.00–25,6 рад/ч. Определить время аварии на АЭС.

Ответ: $t_{\text{Н}}=8\text{ч } 42 \text{ мин}$.

4. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЯДЕРНЫХ БОЕПРИПАСОВ (ЯДЕРНОМ ВЗРЫВЕ)

Приведение измеренных на местности уровней радиации к различному времени после ядерного взрыва производится аналогично по формуле

$$P_t = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{ИЗМ}},$$

где $P_{\text{ИЗМ}}$ – уровень радиации, измеренный в момент времени $t_{\text{ИЗМ}}$ после ядерного взрыва;

P_t – уровень радиации в момент времени t , на который пересчитывается измеренный уровень радиации;

$K_{\text{ПЕР}} = (t/t_0)^{-1,2}$ находится по табл. 12 по t и $t_{\text{ИЗМ}}$.

4.1. Определение возможной дозы радиации при действиях на зараженной местности

Доза радиации за заданный промежуток времени (t_k-t_n) рассчитывается согласно (4) и при $n=1,2$ с учетом $K_{\text{ОСЛ}}$ (табл.6).

$$D = \frac{5 \cdot (P_n \cdot t_n - P_k \cdot t_k)}{K_{\text{ОСЛ}}}. \quad (7)$$

При этом РН и РК определяются путем пересчета измеренного уровня радиации по табл.12

$$P_t = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{ИЗМ}}.$$

Если НФ предстоит преодолеть радиоактивный след и при этом разведкой измерен максимальный уровень радиации P_{max} в точке пересечения маршрута с осью под углом α к оси, то возможная доза радиации за время преодоления (ТПР) может быть вычислена по формулам:

$$D = P_{\text{max}} \cdot T_{\text{ПР}} / (4 \cdot K_{\text{ОСЛ}}), \quad \text{при } \alpha = 90^\circ, \\ D = 1,5 \cdot P_{\text{max}} \cdot T_{\text{ПР}} / (4 \cdot K_{\text{ОСЛ}}), \quad \text{при } \alpha = 45^\circ. \quad (8)$$

При этом P_{\max} должен быть пересчитан на время пересечения оси следа невоенизированным формированием.

Если НФ предстоит выполнить работы в течение $T_{\text{РАБ}}$ на зараженной местности с уровнями радиации в начале работ $P_{\text{Н}}$ и в их конце $P_{\text{К}}$, то возможная доза радиации может быть вычислена по приближенной формуле

$$D \approx \frac{P_{\text{СР}}}{K_{\text{ОСЛ}}} \cdot T_{\text{РАБ}}, \quad (9)$$

где $P_{\text{СР}} = (P_{\text{Н}} + P_{\text{К}})/2$.

Однако, если задано время начала ($t_{\text{Н}}$) и конца ($t_{\text{К}}$) работ НФ на РЗ местности, то расчет надо вести по точной формуле (7).

Допустимая продолжительность пребывания людей на РЗ местности при ядерном взрыве определяется по табл.9 по отношению $(D_{\text{Зад}} \cdot K_{\text{ОСЛ}})/P_{\text{Н}}$ и $t_{\text{Н}}$.

Время ядерного взрыва определяется по двум измерениям уровня радиации P_1 и P_2 и интервалу времени между ними Δt по табл.13. При этом по отношению P_2/P_1 и интервалу Δt по табл.13 определяется время после ядерного взрыва до второго измерения уровня радиации (t_2). Время взрыва получается как разность при вычитании из местного времени второго замера (по часам) времени (t_2), определенного по табл.13.

Значения t_2 , представленные в табл.13, рассчитаны по формуле

$$t_2 = \frac{\Delta t}{1 - (P_2/P_1)^{0,8}}.$$

Она получена в результате преобразования зависимости спада уровня радиации (1).

5. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ПО ОЦЕНКЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЯДЕРНОМ ВЗРЫВЕ

5.1. Приведение измеренных на местности уровней радиации к различному времени после ядерного взрыва

Задача1

Измеренный на территории промышленного предприятия уровень радиации через 2 ч после ядерного взрыва составил 100 рад/ч. Определить в какой зоне P_3 находится предприятие, а также уровень радиации, ожидаемый через 4ч после взрыва.

Решение.

Измеренный уровень радиации пересчитывается по формуле $P_t = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{ИЗМ}}$ на 10 ч (как наиболее общепринято в практике) и 4 ч. Находится уровень радиации именно на 10 ч (P_{10}) с целью сопоставления при прочих равных условиях с P_{10} , как параметром характеризующим внешнюю границу зон РЗ местности при ЯВ.

$$P_{10} = 0,16 \cdot 100 = 16 \text{ рад/ч} - \text{зона РЗ} - \text{«В»}.$$

$$P_4 = 0,44 \cdot 100 = 44 \text{ (рад/ч)}, (K_{\text{ПЕР}} \text{ определяется по табл.12}).$$

Пример для самостоятельного решения.

Уровень радиации на ж/д станции через 1 ч после ядерного взрыва составил 75 рад/ч. Определить в какой зоне РЗ находится станция и уровень радиации, ожидаемый через 4 ч после взрыва.

Ответ: Зона РЗ – «Б» ($P_{10} = 5,25$ рад/ч); $P_4 = 14,25$ рад/ч.

5.2. Определение возможной дозы радиации при действиях на зараженной местности

Задача 2.1

Определить дозу радиации, которую получают рабочие и служащие в производственных зданиях объекта ($K_{\text{ОСЛ}} = 7$) за 5 ч работы, если начало работ (облучения) через 3 ч после ядерного взрыва, а измеренный уровень радиации на это время на территории объекта составил 80 рад/ч.

Решение.

Дозу радиации определяем по формуле

$$D = \frac{5 \cdot (P_{\text{Н}} \cdot t_{\text{Н}} - P_{\text{К}} \cdot t_{\text{К}})}{K_{\text{ОСЛ}}},$$

где $t_{\text{К}} = 3 + 5 = 8$ ч, $P_{\text{Н}} = 80$ рад/ч, $t_{\text{Н}} = 3$ ч.

$$P_{\text{К}} = P_8 = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_3 = 0,31 \cdot 80 = 24,8 \text{ (рад/ч)}; (K_{\text{ПЕР}} \text{ определяется по табл.12}),$$

$$\text{тогда } D = \frac{5 \cdot (80 \cdot 3 - 24,8 \cdot 8)}{7} = 29,7 \text{ рад}.$$

Пример для самостоятельного решения.

Определить дозу радиации, которую получит личный состав сводной спасательной команды ГОЧС за 3 часа работы на открытой местности ($K_{\text{ОСЛ}} = 1$), если начало работ (облучения) через 2 часа после ядерного взрыва, измеренный уровень радиации в это время составил 30 рад/ч.

Ответ: $D = 52,5$ рад.

Задача 2.2

Разведывательная группа объекта при преодолении радиоактивного следа через 2 ч после ядерного взрыва измерила максимальный уровень радиации в пункте на пересечении маршрута с осью следа $P_{\max}=100$ рад/ч. Сводная спасательная команда ГОЧС при следовании в очаг поражения на автомашинах ($K_{\text{ОСЛ}}=2$) будет пересекать в этом пункте ось следа под углом 45° через 5 часов после ядерного взрыва. Длина маршрута по зараженному участку 30 км, скорость движения 40 км/ч. Определить дозу облучения при преодолении радиоактивного следа.

Решение.

Пересчитать $P_{\text{МАХ}}$ на время пересечения следа сводной спасательной командой ГОЧС

$$P_{\text{МАХ}} = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{макс}} = 0,33 \cdot 100 = 33 \text{ рад/ч (} K_{\text{ПЕР}} \text{ по табл.12).}$$

Рассчитать дозу при пересечении оси следа под углом 45°

$$D = 1,5 \cdot T_{\text{ПР}} \cdot \frac{P_{\text{макс}}}{4 \cdot K_{\text{ОСЛ}}} = 1,5 \cdot \frac{30}{40} \cdot \frac{33}{4 \cdot 2} = 4,6 \text{ рад.}$$

Пример для самостоятельного решения.

Измеренный разведкой максимальный уровень радиации на оси радиоактивного следа в пункте пересечения маршрута с осью следа через 1,5 ч после ядерного взрыва составил $P_{\text{макс}} = 200$ рад/ч. Звено механизации при продвижении в очаг поражения на автомашинах ($K_{\text{ОСЛ}}=2$) будет пересекать ось следа под углом 90° через 3 ч после взрыва. Длина маршрута по зараженному участку 10 км, скорость движения 30 км/ч. Определить дозу облучения личного состава звена механизации при преодолении радиоактивного следа.

Ответ: $D = 3,66$ рад.

Задача 2.3

НФ предстоит работать 3 ч на открытой местности ($K_{\text{ОСЛ}} = 1$). Уровень радиации в начале работ 7 рад/ч и в конце их 5 рад/ч. Определить дозу облучения за время работ.

Решение.

$$D = T_p \cdot \frac{P_{\text{СР}}}{K_{\text{ОСЛ}}} = 3 \cdot \frac{0,5 \cdot (7 + 5)}{1} = 18 \text{ рад.}$$

Пример для самостоятельного решения.

Группе рабочих и служащих объекта предстоит работать 2 ч на открытой местности ($K_{\text{ОСЛ}} = 1$) при уровнях радиации в начале работ 16 рад/ч и в конце их 9 рад/ч. Определить дозу облучения за время работ.

Ответ: $D = 25$ рад.

5.3. Определение допустимой продолжительности работы на радиоактивно зараженной местности

Задача 3

Определить допустимую продолжительность работы личного состава формирования ГОЧС в очаге поражения, если измеренный уровень радиации при входе в очаг через 2 ч после взрыва составил 20 рад/ч. Работы будут вестись на открытой местности ($K_{\text{ОСЛ}}=1$). Заданная доза облучения $D_{\text{ЗАД}} = 40$ рад.

Решение.

Рассчитываем отношение $(D_{\text{ЗАД}} \cdot K_{\text{ОСЛ}}) / P_{\text{Н}} = (40 \cdot 1) / 20 = 2$.

По табл.9 для $t_{\text{Н}} = 2$ ч и $(D_{\text{ЗАД}} \cdot K_{\text{ОСЛ}}) / P_{\text{Н}} = 2$.

Находим $T_{\text{ДОП}} = 4$ ч 06 мин.

Пример для самостоятельного решения.

Определить допустимую продолжительность работы смены в трехэтажных производственных зданиях ($K_{\text{ОСЛ}} = 6$) на РЗ территории завода, если работы начнутся через 2 ч после ядерного взрыва при уровне радиации 48 рад/ч и заданной дозе $D_{\text{ЗАД}} = 20$ рад.

Ответ: $T_{\text{ДОП}} = 6$ ч 26 мин.

5.4. Определение времени ядерного взрыва

Задача 4

В 11.00 на территории предприятия измеренный уровень радиации составлял 100 рад/ч. В 12.00 в той же точке он был = 60 рад/ч. Определить время ядерного взрыва.

Решение.

1. Определим отношение $P_2/P_1=60/100=0,6$ и интервал времени $\Delta t=1$ ч.
2. По табл.13 определяем для $P_2/P_1=0,6$ и $\Delta t=1$ ч время, прошедшее после взрыва до второго измерения уровня радиации, $t_2=3$ ч.
3. Следовательно, взрыв был в 9.00 (12.00 – 03.00 = 09.00).

Пример для самостоятельного решения.

Определить время ядерного взрыва, если измеренные на территории объекта (в одной точке) уровни радиации составляли в 14.00 80 рад/ч, а в 15.30 – 56 рад/ч.

Ответ: $T=9$ ч 30 мин.

5.5. Определение режима радиационной защиты

Задача 5

Ядерный взрыв произошел в 12.00. В 13.00 пост радиационного наблюдения доложил начальнику ГОЧС, что уровень радиации на объекте – 100 рад/ч. Выбрать режим защиты рабочих и служащих ОЭ.

Решение.

По табл.10 находим, что уровень радиации при

$$t=13.00 - 12.00=1\text{ч}, P_1=100\text{ рад/ч},$$

соответственно читаем по горизонтали режим Б-1, согласно которому рабочие и служащие:

- соблюдают режим 3 суток;
- время прекращения работы ОЭ с использованием ПРУ – 6 ч;
- продолжительность работы ОЭ с использованием ПРУ – недопустима;
- продолжительность работы ОЭ с ограничением пребывания людей (1–2 ч) на открытой местности–2,7 суток.

Пример для самостоятельного решения.

Ядерный взрыв произошел в 10.00 ч. В 12 ч 30 мин измеренный уровень радиации на объекте 80 рад/ч. Определить и ввести режим защиты НФ ГОЧС.

Ответ: режим 5-Б-4.

5.6. Методика решения комплексных задач по оценке радиационной обстановки

Рассмотрена последовательность решения комплексных задач для случаев ядерного взрыва и аварий, катастроф на АЭС. При этом задача 1 взята за основу для расчетно-графической работы (РГР), выполняемой студентами согласно заданному варианту.

Задача 1

Сводная спасательная команда ГОЧС (СвСК) получила задачу совершить марш на автомобилях из загородной зоны на объект для проведения аварийно-спасательных работ с преодолением на маршруте участка радиоактивного заражения (РЗ) под углом 90° к оси следа.

Наземные взрывы

двух ядерных боеприпасов..... $t_{\text{ЯВ}}$ _____ ч. _____ м.

Длина пути по РЗ участку S _____ км.

Уровни радиации $t_{\text{ИЗМ}}$ _____ ч. _____ м.

на маршруте движения (максимальный)

в точке пересечения с осью следа $P_{\text{М}}$ _____ Р/ч.

на объекте (в очаге поражения)..... $P_{\text{ОБ}}$ _____ Р/ч.

Скорость движения автоколонны

на зараженном участке V _____ км/ч.

Время пересечения

оси радиоактивного следа $t_{\text{М}}$ _____ ч. _____ м.

Начало спасательных работ на объекте $t_{\text{Н}}$ _____ ч. _____ м.

Продолжительность их ведения $t_{\text{К}}$ _____ ч.

Определить:

1. В какой зоне радиоактивного заражения оказался объект.
2. Суммарную дозу облучения личного состава СвСК за время выполнения задачи (на марше и при ведении аварийно-спасательных работ).

Методика решения задачи

1. Определяем зону радиоактивного заражения (РЗ), в которой оказался объект.

$$t^*_{\text{ИЗМ}} = t_{\text{ИЗМ}} - t_{\text{ЯВ}};$$

При $t^*_{\text{ИЗМ}}$ и $t=10\text{ч}$ по табл.12 находим $K_{\text{ПЕР}}$.

Тогда рассчитываем P_{10} .

$$P_{10} = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{ОБ}}, [\text{Р/ч}]$$

Зная P_{10} , найдем зону РЗ.

2. Суммарная доза облучения личного состава (л/с) Св СК за время выполнения задачи

$$\sum D = D_{\text{М}} + D_{\text{ОБ}}, [\text{р}]. \quad (10)$$

а) Доза облучения на марше по формуле (8):

$$D_M = \frac{P_{\max} \cdot T_{\text{ПР}}}{4 \cdot K_{\text{ОСЛ}}}, \text{ [р]}, \quad (11)$$

где

$$T_{\text{ПР}} = \frac{S}{V}, \text{ [ч]}, \quad (12)$$

$$P_{\max} = K_{\text{ПЕРМ}} \cdot P_M, \text{ [р/ч]}. \quad (13)$$

При $t'_{\text{ИЗМ}}$ и $t'_M = t_M - t_{\text{ЯВ}}$ по табл.12 находим $K_{\text{ПЕРМ}}$. Затем по (13) определим P_{\max} . Подставляя (12) и (13) и $K_{\text{ОСЛ}}=2$ (согласно табл. 6) для бортового автомобиля, рассчитаем D_M .

б) Доза облучения при проведении АС и ДНР в зоне РЗ, где находится объект

$$D_{\text{Об}} = \frac{5(P_H \cdot t_H - P_K \cdot t_K)}{K_{\text{ОСЛ}}}, \text{ [р]}, \quad (14)$$

где $K_{\text{ОСЛ}}=1$ согласно табл.6(в случае открытой местности);

$$P_H = K_{\text{ПЕРН}} \cdot P_{\text{Об}}, \text{ [р/ч]}. \quad (15)$$

При $t'_H = t_H - t_{\text{ЯВ}}$ и $t'_{\text{ИЗМ}}$ по табл.12 определим $K_{\text{ПЕРН}}$ и затем рассчитываем P_K согласно (15)

$$P_K = K_{\text{ПЕРК}} \cdot P_{\text{Об}}, \text{ [р/ч]}. \quad (16)$$

При $t_K = (t_P + t_H) - t_{\text{ЯВ}}$ и $t'_{\text{ИЗМ}}$ по табл.12 найдем значение $K_{\text{ПЕРК}}$ и по (16) рассчитаем P_K . Подставляя значение параметров, определим по выражению (14) $D_{\text{Об}}$, [р].

Примечание. В случае, если расчет дал $D_{\text{Об}} < 0$, то расчет вести по приближенной формуле:

$$D_{\text{Об}} = \frac{P_{\text{СР}} \cdot t_P}{K_{\text{ОСЛ}}}, \text{ где } P_{\text{СР}} = \frac{P_H + P_K}{2}. \quad (9)$$

Тогда, подставляя значения D_M и $D_{\text{Об}}$ в (1) рассчитаем $\sum D$.

Выводы:

1. Работы личного состава СвСК в очаге поражения в военное время при ЯВ не допустимы ($D_{\text{ДОП}}=50P$).
2. Целесообразно использовать защитные сооружения и средства индивидуальной защиты.

Решение задачи

Сводная спасательная команда ГОЧС (СвСК) получила задачу совершить марш на автомобилях из загородной зоны на объект для проведения аварийно-спасательных работ с преодолением на маршруте участка радиоактивного заражения (РЗ) под углом 90° к оси следа.

Наземные взрывы

двух ядерных боеприпасов..... $t_{\text{ЯВ}} = 9 \text{ ч. } 00 \text{ м.}$

Длина пути по РЗ участку $S = 25 \text{ км.}$

Уровни радиации $t_{\text{ИЗМ}} = 10 \text{ ч. } 00 \text{ м.}$

на маршруте движения (максимальный)

в точке пересечения с осью следа $P_M = 230 \text{ Р/ч.}$

на объекте (в очаге поражения)..... $P_{\text{Об}} = 52 \text{ Р/ч.}$

Скорость движения автоколонны

на зараженном участке $V = 50 \text{ км/ч.}$

Время пересечения оси

радиоактивного следа $t_M = 11 \text{ ч. } 00 \text{ м.}$

Начало спасательных работ на объекте $t_H = 12 \text{ ч. } 00 \text{ м.}$

Продолжительность их ведения $t_K = 2 \text{ ч.}$

Определить:

1. В какой зоне радиоактивного заражения оказался объект.
2. Суммарную дозу облучения личного состава СвСК за время выполнения задачи (на марше и при ведении аварийно-спасательных работ).

Решение

1. Определим зону, в которой оказался объект

$$t'_{\text{ИЗМ}} = 10 - 9 = 1 \text{ ч.}$$

При $t'_{\text{ИЗМ}} = 1 \text{ ч}$ и $t = 10 \text{ ч}$ $K_{\text{ПЕР}} = 0,07$.

$P_1 = 52 \text{ Р/ч.}$

$P_{10} = K_{\text{ПЕР}} P_1 = 0,07 \times 52 = 3,67 \text{ Р/ч.}$

Ответ: объект оказался в зоне РЗ – «А» ($P_{10} = 0,5 \dots 5 \text{ Р/ч}$).

2. Определим суммарную дозу облучения личного состава сводной спасательной команды (СвК) за время выполнения задачи

$$\sum D = D_M + D_{\text{Об}}, \text{ [р]}.$$

$$a) D_M = \frac{P_{\max} \cdot T_{\text{ПР}}}{4 \cdot K_{\text{ОСЛ}}}, [p],$$

$$T_{\text{ПР}} = \frac{S}{V}, [ч], P_{\max} = K_{\text{ПЕРМ}} \cdot P_M, [p/ч].$$

$$D_M = \frac{0,44 \cdot 230}{4 \cdot 2} \cdot \frac{25}{50} \approx 6,4 \text{ Р}$$

$$б) D_{\text{Об}} = \frac{5(P_H \cdot t_H - P_K \cdot t_K)}{K_{\text{ОСЛ}}}, [p],$$

где $t_H = 12 - 9 = 3 \text{ ч}$

$$P_H = P_3 = K_{\text{ПЕРН}} \cdot P_1 = 0,27 \cdot 52 = 14,04 \text{ Р/ч}$$

$$t_K = 3 + 2 = 5 \text{ ч}$$

$$P_K = P_5 = K_{\text{ПЕРК}} \cdot P_1 = 0,14 \cdot 52 = 7,28 \text{ Р/ч}$$

$$K_{\text{ОСЛ}} = 1$$

$$D_{\text{Об}} = \frac{5(14,04 \cdot 3 - 7,28 \cdot 5)}{1} = 28,6 \text{ Р}$$

$$в) \sum D = D_M + D_{\text{Об}} = 6,4 + 28,6 = 35 \text{ Р}$$

Ответ: суммарная доза облучения личного состава СвСК за время выполнения задачи составила 35 Р.

Выводы:

1. Работы личного состава СвК в очаге поражения в военное время при ЯВ допустимы в полном объеме, т.к.

$$\sum D < D_{\text{доп}} (\sum D = 35 \text{ Р}, D_{\text{доп}} = 50 \text{ Р}).$$

2. Целесообразно использовать защитные сооружения и средства индивидуальной защиты и выбрать режим защиты.

Задача 2

На АЭС произошла радиационная авария (РА) и в зоне радиоактивного заражения (РЗ) оказался промышленный объект.

Сводная спасательная команда (СвК) по ГОЧС получила задачу совершить марш на автомобилях ($K_{\text{ОСЛ}}=2$) из загородной зоны на промышленный объект ($K_{\text{ОСЛ}}=1$) для проведения АС и ДНР.

Радиационная авария (РА)

на АЭС произошла..... $t_{\text{АВ}}$ _____ ч. _____ м.

Длина пути по РЗ участку S _____ км.

Скорость движения автоколонны на зараженном участке V _____ км/ч.

Уровень радиации $t_{\text{ИЗМ}}$, _____ ч. _____ м.

на маршруте движения к объекту..... P_M _____ Р/ч.

Уровень радиации $t_{\text{ИЗОБ}}$, _____ ч. _____ м.

на промышленном объекте $P_{\text{Об}}$ _____ Р/ч.

Суммарная поглощенная доза излучения, установленная на марше и за время работ..... $D_{\text{СУМ}}$ _____ рад.

Определить:

Допустимую продолжительность работ личного состава (л/с) СвК на объекте.

Методика решения задачи

1. Определим поглощенную дозу излучения, полученную л/с СвК на маршруте движения согласно зависимости (5)

$$D_M = \frac{1,7 \cdot (P_K \cdot t_K - P_H \cdot t_H)}{K_{\text{ОСЛ}}}, \quad (1)$$

Время окончания марша на РЗ участке

$$t_K = t_{\text{ИЗМ}} + t_{\text{ПР}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{ПР}} = \frac{S}{V}$ – время преодоления РЗ участка.

Уровень радиации в конце марша

$$P_K = K_{\text{ПЕРМ}} \cdot P_M. \quad (3)$$

Коэффициент пересчета $K_{\text{ПЕРМ}}$ определим по табл.7, зная $t_{\text{НМ}}$ и t_K . При этом время начала движения автомобильной колонны (марша) с момента РА, т.е. время прошедшее с момента РА и измерения уровня радиации на марше:

$$t_H = t_{\text{ИЗМ}} - t_{\text{АВ}}. \quad (4)$$

Подставляя значения найденных параметров в (10), рассчитаем D_M , рад.

2. Допустимую продолжительность работ л/с СвК на РЗ территории промышленного объекта ($T_{\text{доп}}$) находим по формуле

$$a = \frac{P_1}{D_{\text{зад об}} \cdot K_{\text{осл}}} \quad (5)$$

Уровень радиации на 1 час после РА

$$P_1 = K_{\text{пер об}} \cdot P_{\text{об}} \quad (6)$$

Коэффициент пересчета $K_{\text{пер}}$ об определим по табл.7 при значениях $t_{\text{об}}$ и $t=1$ ч, прошедшее с момента РА и измерения уровня радиации на объекте

$$t_{\text{об}} = t_{\text{из об}} - t_{\text{ав}} \quad (7)$$

Заданная поглощенная доза

$$D_{\text{зад об}} = D_{\text{сум}} - D_{\text{м}} \quad (8)$$

После расчета параметра a по табл.8 при $t_{\text{из об}} = t_{\text{н}}$ и a найдем искомую величину $T_{\text{доп}}$.

Таблица 6

Средние значения коэффициентов ослабления излучения укрытиями и транспортными средствами (КОСЛ)

Наименование укрытий и транспортных средств	$K_{\text{осл}}$
Открытое расположение на местности	1
Фортификационные сооружения	
Открытые траншеи, окопы, щели	3
Деактивированные (или открытые на зараженной местности) траншеи, окопы, щели	20
Перекрытые щели	50
Транспортные средства	
Автомобили и автобусы	2
Железнодорожные платформы	1,5
Крытые вагоны	2
Пассажирские вагоны	3
Промышленные и административные здания	
Производственные одноэтажные здания (цехи)	7
Производственные и административные трехэтажные здания	6
Жилые каменные дома	
Одноэтажные	10
Подвал	40
Двухэтажные	15
Подвал	10
Трехэтажные	0
Подвал	20
Пятиэтажные	0
Подвал	27
Жилые деревянные дома	
Одноэтажные	2
Подвал	7
Двухэтажные	8
Подвал	12
В среднем для населения	
Городского	8
Сельского	4

Таблица 7

Коэффициент для пересчёта уровней радиации на различное время t после выброса РВ при аварии (разрушении) АЭС $K_{пер} = (t_{изм}/t_{пер})^{-0,4}$

Время после выброса $t_{пер}$, ч, мин	Время измерения уровня радиации, прошедшее с момента выброса РВ, $t_{изм}$, ч, мин															
	0,30	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	3,30	4,00	4,30	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10	12
0,30	1	1,32	1,55	1,74	1,88	2,051	2,16	2,30	2,42	2,51	2,69	2,84	3,04	3,16	3,3	3,57
1,00	0,76	1	1,18	1,32	1,43	0,5	1,64	1,74	1,83	1,9	2,04	2,15	2,3	2,4	2,5	2,7
1,30	0,64	0,85	1	1,12	1,21	1,32	1,39	1,48	1,56	1,62	1,73	1,83	1,96	2,04	2,12	2,3
2,00	0,58	0,76	0,89	1	1,09	1,18	1,25	1,32	1,39	1,45	1,55	1,63	1,75	1,82	1,9	2,05
2,30	0,53	0,7	0,82	0,92	1	1,08	1,15	1,22	1,28	1,33	1,43	1,51	1,61	1,68	1,75	1,89
3,00	0,49	0,64	0,76	0,85	0,92	1	1,06	1,12	1,18	1,23	1,32	1,39	1,49	1,55	1,61	1,74
3,30	0,46	0,61	0,72	0,8	0,87	0,95	1	1,06	1,12	1,16	1,24	1,31	1,41	1,46	1,52	1,65
4,00	0,44	0,57	0,68	0,76	0,82	0,89	0,94	1	1,05	1,1	1,17	1,24	1,32	1,38	1,44	1,55
4,30	0,41	0,54	0,64	0,72	0,78	0,84	0,89	0,95	1	1,04	1,11	1,17	1,26	1,31	1,36	1,47
5,00	0,4	0,52	0,62	0,69	0,75	0,81	0,86	0,91	0,96	1	1,07	1,13	1,21	1,26	1,31	1,42
6,00	0,37	0,49	0,58	0,64	0,7	0,76	0,8	0,85	0,9	0,93	1	1,05	1,13	1,18	1,23	1,32
7,00	0,35	0,46	0,55	0,61	0,66	0,72	0,76	0,81	0,85	0,89	0,95	1	1,07	1,12	1,16	1,26
8,00	0,33	0,43	0,51	0,57	0,62	0,67	0,71	0,75	0,8	0,83	0,88	0,93	1	1,04	1,09	1,17
9,00	0,32	0,42	0,49	0,55	0,6	0,65	0,68	0,73	0,77	0,79	0,85	0,9	0,96	1	1,04	1,13
10,00	0,3	0,4	0,47	0,53	0,57	0,62	0,66	0,7	0,73	0,76	0,82	0,86	0,92	0,96	1	1,08
11,00	0,24	0,38	0,45	0,5	0,54	0,6	0,62	0,67	0,69	0,73	0,78	0,83	0,88	0,92	0,96	1,04
12,00	0,23	0,37	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,64	0,68	0,7	0,75	0,8	0,85	0,89	0,92	1
13,00	0,22	0,36	0,4	0,47	0,5	0,56	0,58	0,62	0,64	0,68	0,73	0,78	0,82	0,86	0,9	0,97
14,00	0,21	0,35	0,39	0,46	0,49	0,54	0,56	0,61	0,62	0,66	0,71	0,76	0,8	0,84	0,87	0,94
15,00	0,21	0,34	0,38	0,45	0,47	0,53	0,55	0,6	0,61	0,64	0,69	0,74	0,78	0,82	0,85	0,91
16,00	0,2	0,34	0,37	0,44	0,46	0,51	0,53	0,6	0,6	0,63	0,68	0,72	0,76	0,79	0,83	0,89
17,00	0,2	0,32	0,36	0,42	0,45	0,5	0,52	0,6	0,58	0,61	0,66	0,7	0,74	0,78	0,81	0,87
18,00	0,2	0,31	0,35	0,42	0,44	0,49	0,51	0,55	0,56	0,6	0,64	0,69	0,72	0,76	0,8	0,85
19,00	0,2	0,31	0,34	0,41	0,43	0,48	0,5	0,54	0,55	0,59	0,63	0,67	0,71	0,74	0,77	0,83
20,00	0,2	0,3	0,34	0,4	0,42	0,47	0,49	0,53	0,54	0,57	0,62	0,66	0,69	0,73	0,76	0,82
21,00	0,2	0,3	0,33	0,4	0,41	0,46	0,48	0,52	0,53	0,56	0,61	0,64	0,68	0,71	0,74	0,8

Таблица 8

Допустимая продолжительность пребывания людей на радиоактивно зараженной местности при аварии (разрушении) АЭС, $T_{доп}$, ч, мин

$\frac{P_1}{D \cdot K}$	Время, прошедшее с момента аварии до начала облучения, t_n (ч)						
	1	2	3	4	6	8	12
0,2	7,30	8,35	10,00	11,30	12,30	14,00	16,00
0,3	4,50	5,35	6,30	7,10	8,00	9,00	10,30
0,4	3,30	4,00	4,35	5,10	5,50	6,30	7,30
0,5	2,45	3,05	3,35	4,05	4,30	5,00	6,00
0,6	2,15	2,35	3,00	3,20	3,45	4,10	4,50
0,7	1,50	2,10	2,30	2,40	3,10	3,30	4,00
0,8	1,35	1,50	2,10	2,25	2,45	3,00	3,30
0,9	1,25	1,35	1,55	2,05	2,25	2,40	3,05
1,0	1,15	1,30	1,40	1,55	2,20	2,20	2,45

Таблица 9

Допустимая продолжительность пребывания людей на радиоактивно зараженной местности при ядерном взрыве, $T_{доп}$, ч, мин

$\frac{D \cdot K}{P}$	Время, прошедшее с момента взрыва до начала облучения, t_n , ч						
	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	-	11,52	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 10

Типовые режимы № 5 радиационной защиты рабочих и служащих на объектах народного хозяйства, проживающих в каменных домах с $K_{\text{Посл}}=10$ и использующих ПРУ с $K_{\text{Посл}}=50\dots 100$

Зона заражения	Уровень радиации на 1 ч после взрыва, Р/ч	Условное наименование защиты	Общая продолжительность соблюдения режима защиты, сут.	Последовательность соблюдения режима защиты		
				I	II	III
				Продолжительность пребывания в ПРУ (время прекращения работы объекта)	Продолжительность работы объекта с использованием для отдыха ПРУ, сут.	Продолжительность работы объекта с ограничением пребывания людей на открытой местности в течение каждых суток до 1–2 ч, сут.
А	25	5-А-1	0,5	до 2ч	–	0,4
	50	5-А-2	1	4ч	–	0,8
	80	5-А-3	2	5ч	–	1,8
Б	100	5-Б-1	3	6ч	–	2,7
	140	5-Б-2	5	9ч	–	4,6
	180	5-Б-3	7	12ч	1	5,5
	240	5-Б-4	10	16ч	1,5	8
В	300	5-В-1	15	1 сут	2	12
	400	5-В-2	25	1,5 сут	3	20,5
	500	5-В-3	35	2 сут	4	29
	600	5-В-4	45	3 сут	5	37
	800	5-В-5	60	5 сут	7	48
Г	1000	5-Г-1	75	7 сут	10	58

Таблица 11

Время, прошедшее после выброса РВ при аварии (разрушении) АЭС до второго измерения уровня радиации, t_2 , ч, мин

Отношение измеренных уровней радиации, P_2/P_1	Время измерения уровней радиации, Δt , ч, мин														
	0,30	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	3,30	4,00	4,30	5,00	5,30	6,00	6,30	7,00	7,30
0,95	4,06	8,18	12,30	16,30	20,48	24,54	29,06	33,12	37,18	41,30	45,42	49,48	54,00	58,06	62,12
0,90	2,12	4,18	6,30	8,36	10,48	12,24	15,06	17,18	19,24	21,36	23,42	25,54	28,06	30,12	32,24
0,85	1,30	3,00	4,30	5,24	7,30	8,24	10,30	12,00	13,30	15,00	16,30	18,00	19,30	21,00	22,30
0,80	1,12	2,18	3,30	4,42	5,48	7,00	8,12	9,24	10,30	11,42	12,54	14,00	15,12	16,24	17,30
0,75	1,00	1,54	2,54	3,54	4,54	5,48	6,48	7,48	8,48	9,42	10,42	11,42	12,42	13,36	14,36
0,70	0,48	1,42	2,30	3,24	4,12	5,06	5,54	6,48	7,36	8,30	9,18	10,12	11,00	11,42	12,42
0,65	0,48	1,30	2,18	3,00	3,48	4,30	5,18	6,06	6,48	7,36	8,18	9,06	9,54	10,36	11,24
0,60	0,42	1,24	2,06	2,48	3,30	4,12	4,54	5,30	6,12	6,54	7,36	8,18	9,00	9,42	10,24
0,55	0,36	1,18	1,54	2,36	3,12	3,54	4,30	5,12	5,48	6,24	7,06	7,42	8,24	9,00	9,42
0,50	0,36	1,12	1,48	2,24	3,00	3,36	4,18	4,54	5,30	6,06	6,42	7,18	7,54	8,30	9,06
0,45	0,36	1,12	1,42	2,24	2,54	3,30	4,00	4,36	5,12	5,48	6,24	6,54	7,30	8,30	8,42
0,40	0,36	1,06	1,42	2,12	2,48	3,18	3,54	4,30	5,00	5,36	6,06	6,42	7,12	7,48	8,18

Таблица 12

Коэффициенты для пересчета уровней радиации на различное время после ядерного взрыва, $K_{\text{ПЕР}} = (t_{\text{ИЗМ}}/t_{\text{ПЕР}})^{1,2} / P_t = K_{\text{ПЕР}} \cdot P_{\text{ИЗМ}}$

Время после взрыва, на которое пересчитываются уровни радиации, $t_{\text{ПЕР}}$, ч, мин	Время измерения уровней радиации, исчисляемое с момента взрыва, $t_{\text{ИЗМ}}$, ч, мин						
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
1	1,0	1,6	2,3	3	3,7	4,5	5,3
1,5	0,72	1,0	1,65	2,2	2,7	3,3	3,8
2	0,44	0,71	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3
2,5	0,36	0,58	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8
3	0,27	0,44	0,61	0,8	1,0	1,2	1,4
3,5	0,23	0,38	0,53	0,69	0,85	1,0	1,2
4	0,19	0,31	0,44	0,57	0,71	0,85	1,0
4,5	0,17	0,27	0,38	0,51	0,63	0,75	0,88
5	0,14	0,23	0,33	0,44	0,54	0,65	0,76
5,5	0,13	0,21	0,3	0,4	0,49	0,59	0,68
6	0,12	0,19	0,27	0,35	0,44	0,52	0,6
6,5	0,11	0,17	0,23	0,31	0,38	0,44	0,52
7	0,1	0,16	0,22	0,29	0,37	0,45	0,50
7,5	0,09	0,15	0,21	0,27	0,34	0,41	0,47
8	0,08	0,13	0,29	0,25	0,31	0,37	0,44
8,5	0,08	0,13	0,18	0,24	0,3	0,35	0,42
9	0,07	0,12	0,18	0,22	0,28	0,34	0,40
9,5	0,07	0,12	0,17	0,21	0,27	0,32	0,38
10	0,07	0,11	0,16	0,20	0,25	0,30	0,36
10,5	0,06	0,1	0,14	0,20	0,22	0,30	0,32
11	0,06	0,09	0,14	0,18	0,22	0,27	0,32
11,5	0,05	0,09	0,12	0,18	0,20	0,24	0,28
12	0,05	0,08	0,12	0,15	0,19	0,23	0,27
12,5	0,05	0,08	0,11	0,14	0,18	0,22	0,25
13	0,05	0,08	0,11	0,14	0,17	0,21	0,24
13,5	0,04	0,07	0,13	0,13	0,16	0,20	0,23
14	0,04	0,07	0,09	0,13	0,16	0,19	0,22
14,5	0,04	0,07	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21
15	0,04	0,06	0,09	0,12	0,15	0,17	0,2
15,5	0,04	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17	0,2
16	0,04	0,06	0,08	0,11	0,13	0,16	0,19
16,5	0,03	0,06	0,08	0,10	0,13	0,16	0,18
17	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18
17,5	0,03	0,05	0,07	0,10	0,12	0,14	0,17
18	0,03	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,16
18,5	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,14	0,16
19	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15
19,5	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15
20	0,03	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,15
20,5	0,03	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14
21	0,03	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14

ГЛОССАРИЙ

Авария – опасное происшествие на промышленном объекте или на транспорте, создающее угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению производственных помещений и сооружений, повреждению или уничтожению оборудования, механизмов, транспортных средств, сырья и готовой продукции, к нарушению производственного процесса и нанесению ущерба окружающей среде.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях – состояние защищенности населения, объектов экономики и окружающей природной среды от опасностей в чрезвычайных ситуациях.

Биолого-социальная чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника биолого-социальной чрезвычайной ситуации на определенной территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, существования сельскохозяйственных животных и растений, возникает угроза жизни и здоровью людей, широкого распространения инфекционных болезней, потерь сельскохозяйственных животных и растений.

Гражданская оборона – система мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей не только от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, но и при возникновении чрезвычайной ситуации природного и техногенного характера.

Зона чрезвычайной ситуации – территория или акватория, на которой в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации или распространения его последствий из других районов возникла чрезвычайная ситуация.

Источник чрезвычайной ситуации – опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация.

Катастрофа – крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и разрушения или уничтожение объектов и других материальных ценностей в значительных размерах, а также приводящая к серьезному ущербу окружающей среде.

Ликвидация чрезвычайной ситуации – проведение в зоне чрезвычайной ситуации и в прилегающих к ней районах силами и средствами ликвидации чрезвычайных ситуаций всех видов разведки и неотложных работ, а также организация жизнеобеспечения пострадавшего населения и личного состава этих сил.

Неотложные работы в чрезвычайной ситуации – аварийно-спасательные и аварийно-восстановительные работы, оказание экстренной медицинской помощи, проведение санитарно-эпидемиологических мероприятий и охрана общественного порядка в зоне чрезвычайной ситуации.

Объект народного хозяйства – предприятие, объединение, учреждение или организация сферы материального производства или непродовольственной сферы хозяйства, расположенное на одной промышленной площадке.

Оповещение о чрезвычайной ситуации – доведение до органов повседневного управления, сил и средств РСЧС и населения сигналов оповещения и соответствующей информации о чрезвычайной ситуации через систему оповещения РСЧС.

Поражающий фактор источника чрезвычайной ситуации – составляющая опасного явления или процесса, вызванная источником чрезвычайной ситуации и характеризуемая физическими, химическими и биологическими действиями или проявлениями, которые определяются или выражаются соответствующими параметрами.

Потенциально опасный объект – объект, на котором используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, пожаро-, взрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника чрезвычайной ситуации.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций – совокупность мероприятий, проводимых органами исполнительной власти Российской Федерации и ее субъектов, органами местного самоуправления и организационными структурами РСЧС, направленных на предотвращение чрезвычайных ситуаций и уменьшение их масштабов в случае возникновения.

Техногенная чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника техногенной чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определен-

ной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Эпидемия – массовое прогрессирующее во времени и пространстве инфекционное заболевание людей в пределах определенного региона, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости.

Эпизоотия – одновременное распространение инфекционного заболевания среди большого числа одного или многих видов животных, значительно превышающее обычный уровень заболеваемости, характерный для данной местности.

Эпифитотия – широкое распространение инфекционной болезни растений и в первую очередь сельскохозяйственных культур на обширной территории в течение определенного времени.

СОКРАЩЕНИЯ

АС и ДНР	– Аварийно-спасательные и другие неотложные работы
АХОВ	– Аварийно химически опасные вещества
АЭС	– Атомная электростанция
ГЗ	– Гражданская защита
ГО	– Гражданская оборона
ГО ЧС	– Гражданская оборона чрезвычайных ситуаций
ЗС	– Защитные сооружения
ЗЧС	– Защита чрезвычайных ситуаций
ИТМ ГО ЧС	– Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны чрезвычайных ситуаций
КР	– Кыргызская Республика
КРСУ	– Кыргызско-Российский Славянский университет
МЧС	– Министерство чрезвычайных ситуаций
ОВ	– Отравляющее вещество
ОЭ	– Общая эвакуация
РВ	– Радиоактивное вещество
РЗ	– Радиоактивное заражение
РО	– Радиационная обстановка
РОО	– Радиационноопасные объекты
СИЗ	– Средства индивидуальной защиты
ХО	– Химические объекты
ХОО	– Химически опасные объекты
ЧАЭС	– Чернобыльская атомная электростанция
ЧС	– Чрезвычайная ситуация
ЯВ	– Ядерный взрыв

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебн. пособ. в 2-х частях /Под ред. Э.А. Арустамова.М.: Маркетинг, 1998.
2. Безопасность жизнедеятельности. Часть 2. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие /В.А. Горшинский, В.Б. Чернецов, В.А. Днепроовский. Под ред. К.Н. Тишкова.Н.Новгород, НГТУ, 1998.140 с.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие / Б.С.Мастрюков. М.: АСАДЕМА, 2003.
4. Гражданская оборона / В.Г.Атаманюк.М.: Атомиздат, 1989.
5. Опасные технологии и производства: Учебн. пос. / С.В.Ефимов.СПбГПУ, 2003.
6. Методика прогнозирования масштабов заражения СДЯВ при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте / Ленинград, Гидрометеиздат, 1991.
7. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник / Д.Н.Байдаков и др.:М.: ГГУ, 2000.
8. Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях: Учебник / В.И.Васильев.СПб.: СПбГПУ, 2002.
9. Чрезвычайные ситуации мирного и военного времени. Характеристика зон чрезвычайных ситуаций: Методическая разработка/ Сост.: В.А. Горишний, В.Б. Чернецов, Л.Н. Борисенко.Н.Новгород: НГТУ, 2006.53 с.
10. Положение о Министерстве по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России). Постановление Правительства РФ от 6 мая 1994.
11. Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС. Постановление Правительства РФ № 1113 от 5 ноября 1995 / Гражданская защита. 1996. № 1. С.72–76.
12. Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» от 2 ноября 1994 / Гражданская защита. 1996. № 1. С.78–84.
13. О порядке подготовки населения в области защиты от ЧС. Постановления правительства РФ № 738 от 24 июля 1995.
14. Федеральный закон «О гражданской обороне». 1995.

15. Гражданская оборона / Под ред. Е.П. Шубина. М.: Просвещение, 1990.223с.
16. Классификация ЧС. Постановление Правительства № 1094 от 13.09.1996 / Гражданская защита. 1996. № 12. С.62–63.
17. Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности: Конспект лекций. Ч.1,2.М.: МВТУ, 1992.
18. Федеральный закон «О рациональной безопасности» / Гражданская защита. 1996. № 5. С.76–83.
19. Нормы рациональной безопасности (НРБ–99): Гигиенические нормативы.М.: Инф.изд. центр Госкомсанэпиднадзора России, 1999.127 с.
20. Каммерет Ю.Ю. и др. Защитные сооружения ГО. М.: Энергоатомиздат, 1985. 232 с.
21. Правила поведения и действия населения при стихийных бедствиях, авариях и катастрофах.М.: Воениздат, 1990.

Составители:

*Б.С. Ордобаев, К.Д. Бозов, К.О. Кадыралиева, А.С. Шаназарова,
З.Н. Намазов, В.Д. Савинков, Т.А. Джумакунов*

ОЦЕНКА
ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ
ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ
ОБЪЕКТАХ

Учебное пособие

Редактор *В.В. Мокрынина*
Корректор *А.И. Дегтярева*
Компьютерная верстка – *Ю.Ф. Атаманов*

Подписано в печать 10.02.12. Формат 60x84^{1/16}
Офсетная печать. Объем 3,25 п.л.
Тираж 100 экз. Заказ 178.

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Горького, 2

