

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ИНЖЕНЕРНАЯ  
ЭКОЛОГИЯ»**

**В.И. Растягаев**

**ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ  
В МИРНОЕ И ВОЕННОЕ ВРЕМЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для бакалавров

направления 280700 (20.03.01) Техносферная безопасность

Брянская область, 2015

УДК 614. 8(07)  
ББК51.1 : 68.9  
Р 24

**В.И. Растягаев.** Методические указания по дисциплине «Чрезвычайные ситуации в мирное и военное время» / В.И. Растягаев. – Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2015. – 30 с.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями ФГОС ВПО, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.12.2009 г № 723.

Предназначено для студентов направления 280700 (20.03.01) Техносферная безопасность, слушателей факультета повышения квалификации и специалистов, занимающихся проблемами обеспечения безопасности населения в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

*Рекомендован к изданию методической комиссией инженерно-технологического факультета БГАУ, протокол № 11 от 11.11. 2015 г.*

Рецензент: к.т.н., доцент Широбокова О.Е.

© ФГОУ ВО «БГАУ», 2015.  
© Растягаев В.И. 2015

## Содержание

Введение.....	4
Оформление расчетно-графической работы.....	4
1. Определение избыточного давления и радиусов зон поражения при ядерном взрыве.....	4
2. Определение устойчивости объекта к световому импульсу.....	8
3. Оценка радиационной обстановки при ядерном взрыве.....	13
4. Оценка химической обстановки.....	20
5. Методика определения зоны чрезвычайной ситуации при взрыве топливовоздушной (ТВС) или газозвушной смеси (ГВС).....	25
Список литературы.....	29

## Введение

На протяжении всей истории человечество создавало систему безопасности, сначала только в природной среде - биосфере, позднее в новой искусственной среде обитания — техносфере, закономерности функционирования которой чаще всего неизвестны.

Технические системы и производства, созданные человеком, привели к росту потенциальных опасностей для всего населения Земли.

К классу чрезвычайных ситуаций принято относить опасности, которые невозможно (землетрясения, цунами, извержение вулканов и пр.) или нецелесообразно по экономическим, соображениям предотвращать (когда например, достигнут приемлемый уровень риска).

Абсолютной безопасности достичь невозможно, всегда существует остаточный риск, который и приводит к чрезвычайным ситуациям.

Снизить тяжесть последствий, заранее подготовить людей к возможности возникновения чрезвычайной ситуации, и быстро ликвидировать последствия - основные задачи, которые должны уметь решать руководители соответствующих подразделений.

### Оформление расчетно-графической работы

Текст пишется от руки разборчиво, черными или синими чернилами (или набирается на компьютере) на одной стороне листа писчей бумаги формата А 4 (297 x 210 мм), полями слева - 20 мм, снизу и сверху – 15 мм, справа- 10 мм.

Сокращение слов в тексте не допускается.

Формулы нумеруют арабскими цифрами в круглых скобках с правой стороны листа.

Значения символов числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него.

Иллюстрации обозначают арабскими цифрами (Рисунок 1 – Схема зон очага поражения).

Слово "Таблица" пишется слева и сразу за ним следует номер и краткое название таблицы (Таблица 1 – Результат воздействия избыточного давления на объект).

Выводы по результатам расчета должны быть четкими.

### Тема 1. Определение избыточного давления и радиусов зон поражения при ядерном взрыве

Размеры очага ядерного поражения зависят от мощности и вида ядерного взрыва, рельефа местности и метеоусловий, характера застройки.

Основной поражающий фактор ядерного взрыва – ударная волна, характеризующаяся избыточным давлением. Граница очага ядерного поражения на равнинной местности условно ограничена радиусом с избыточным давлением во фронте ударной волны 10 кПа.

По характеру разрушений промышленных и жилых зданий, сооружений, величине избыточного давления во фронте ударной волны  $\Delta P_{\phi}$  очаг ядерного поражения делится на зоны: полных, сильных, средних и слабых разрушений.

Зона полных разрушений  $r_1$  имеет на границе избыточное давление во фронте ударной волны 50 кПа и характеризуется массовыми безвозвратными потерями среди незащищенного населения; полным разрушением зданий и сооружений, разрушением энергетических сетей и части убежищ, образованием сплошных завалов в населенных пунктах. Площадь зоны составляет 15% от площади очага.

Радиус зоны полных разрушений  $r_1$  (км) определяется по формулам:

- для воздушного взрыва  $r_1=0,35 \sqrt[3]{q}$  ; (1)

- для наземного взрыва  $r_1=0,4 \sqrt[3]{q}$  ; (2)

где  $q$  - мощность боезаряда, кт.

Зона сильных разрушений  $r_2$  с избыточным давлением во фронте ударной волны от 50 до 30 кПа характеризуется безвозвратными потерями (90%) среди населения, полным и сильным разрушением зданий и сооружений. Площадь зоны составляет 10% от площади очага.

Радиус зоны сильных разрушений  $r_2$  определяется по формулам:

- для воздушного взрыва  $r_2=0.5 \sqrt[3]{q}$  ; (3)

- для наземного взрыва  $r_2=0.55 \sqrt[3]{q}$  . (4)

Зона средних разрушений  $r_3$  с избыточным давлением во фронте ударной волны от 30 до 20 кПа характеризуется безвозвратными потерями среди населения до 20%, средними и сильными разрушениями зданий и сооружений. Площадь зоны составляет 15% от площади очага.

Радиус зоны средних разрушений  $r_3$  определяется по формулам:

- для воздушного взрыва  $r_3=0.75 \sqrt[3]{q}$  ; (5)

- для наземного взрыва  $r_3=0.7 \sqrt[3]{q}$  . (6)

Зона слабых разрушений  $r_4$  с избыточным давлением во фронте ударной волны от 20 до 10 кПа характеризуется слабыми и средними разрушениями зданий и сооружений. Площадь зоны составляет 60% от площади очага.

Радиус зоны слабых разрушений  $r_4$  определяется по формулам:

- для воздушного взрыва  $r_4=1.4 \sqrt[3]{q}$  ; (7)

- для наземного взрыва  $r_4=1.1 \sqrt[3]{q}$  . (8)

### ***Задача № 1***

Определить избыточное давление  $\Delta P_{\phi}$  (кПа) ядерного (вид взрыва задан), если расстояние от объекта до эпицентра взрыва  $R_x$  (км), а мощность боеприпаса  $q$  (кт).

По избыточному давлению определить результат воздействия ударной волны на людей и рассчитать радиусы зон действия воздушной ударной волны.

На схеме отразить точку, в которой по результатам расчета находиться объект.

Определить предел устойчивости зданий, сооружений, оборудования (задано), степень их разрушения. Результат оценки устойчивости объекта к воздушной ударной волне представить в виде таблицы, показав степени разрушения различной штриховкой. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Исходные данные к задаче № 1

Вариант	Вид взрыва	Мощность боеприпаса $q$ , кт	Расстояние до эпицентра $R_x$ , км	Номера объектов и их элементов*
1	Наземный	1	0,3	1,1 2,1 3,1
2	Воздушный	2	0,28	1,2 2,5 4,2
3	Наземный	3	0,57	1,3 2,7 3,3
4	Воздушный	10	0,55	1,4 2,8 3,4
5	Наземный	5	0,92	1,5 2,9 3,7
6	Воздушный	10	1,15	1,6 2,10 3,8
7	Наземный	20	0,97	1,7 2,11 3,10
8	Воздушный	30	1,2	1,8 2,12 3,15
9	Наземный	50	1,4	1,9 2,13 3,16
10	Воздушный	100	1,7	1,1 2,14 3,19
11	Наземный	200	2,0	1,11 2,15 3,22
12	Воздушный	300	3,35	1,12 2,16 3,23
13	Наземный	500	2,6	1,13 2,17 3,25
14	Воздушный	1000	4,3	1,14 2,18 3,26
15	Наземный	2000	5,7	1,15 2,19 4,4
16	Воздушный	5000	5,0	1,16 2,20 4,5
17	Наземный	10000	7,7	1,17 2,21 4,6
18	Воздушный	1	0,32	1,18 2,22 5,6
19	Наземный	2	0,49	1,19 2,23 5,7
20	Воздушный	3	0,32	1,20 2,24 6,1
21	Наземный	30	0,9	1,1 2,25 6,2
22	Воздушный	5	0,55	1,9 2,2 6,7
23	Наземный	10	0,8	1,11 2,3 3,3
24	Воздушный	20	1,0	1,16 2,4 3,7
25	Наземный	30	1,35	1,20 2,25 3,10

\* Номера объектов соответствуют номерам приложения В.

**Пример 1.** Мощность боеприпаса 0,5 Мт, расстояние от эпицентра до объекта 4,4 км, взрыв наземный. На объекте имеются: 1.11 - Здание: одноэтажное, кирпичное, бескаркасное перекрытие из железобетонных элементов; 2.23 - Электролампы в плафонах; 4.8 - Переносные радиостанции.

Определить избыточное давление, радиусы зон разрушения, результат воздействия на объект и людей ударной волны.

### Решение.

1 Определяем избыточное давление взрыва в заданной точке по приложению Б. В столбце "Мощность боеприпаса" находим 500 кт (0,5 Мт), по строке "Расстояние до центра взрыва" (наземный взрыв - в знаменателе) находим 4,4 км. От этой цифры поднимаемся вверх по столбику и определяем избыточное давление взрыва на заданном расстоянии -  $P_{\phi} = 30$  кПа.

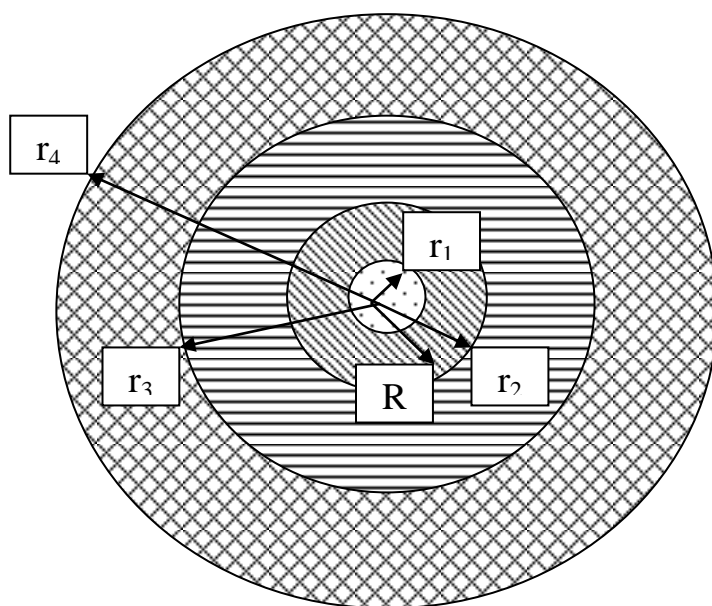
2 Определяем результат воздействия избыточного давления на людей по приложению Б (таблица 1). Избыточное давление  $P_{\phi} = 30$  кПа попадает в диапазон от 20 до 40 кПа и приводит к легким повреждениям (легкая контузия, временная потеря слуха, ушибы, ранения, вывихи).

3 Рассчитываем радиусы зон поражения по формулам (2, 4, 6, 8) для наземного взрыва:

$$r_1 = 0,4 \cdot \sqrt[3]{q} = 0,4 \cdot \sqrt[3]{500} = 3,6 \text{ км} \qquad r_2 = 0,55 \cdot \sqrt[3]{q} = 0,55 \cdot \sqrt[3]{500} = 4,95 \text{ км}$$

$$r_3 = 0,7 \cdot \sqrt[3]{q} = 0,7 \cdot \sqrt[3]{500} = 6,3 \text{ км} \qquad r_4 = 1,1 \cdot \sqrt[3]{q} = 1,1 \cdot \sqrt[3]{500} = 9,9 \text{ км}$$

4 Определим, в какой зоне оказался объект. Так как расстояние от объекта до эпицентра взрыва 4,4 км, объект находится в зоне сильных разрушений с радиусом по внешней границе 4,95 км (рисунок 1).



- зона полных разрушений
  - зона сильных разрушений;






- зона средних разрушений;
  - зона слабых разрушений

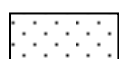
Рисунок 1 – Зоны разрушений в очаге ядерного поражения

5 Определяем результаты воздействия ударной волны ядерного взрыва на объект (здания, сооружения, оборудование и коммуникации), пользуясь справочной таблицей приложения В.

Предел устойчивости определяем по нижней границе диапазона средних разрушений. Результаты представим в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты воздействия ударной волны ядерного взрыва на объект

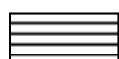
№ п/п	Объекты и их элементы	Степень разрушения $R_{\phi}$ кПа							Предел устойчивости, кПа	Избыточное давление ядерного взрыва, кПа	Заключение
		0	10	20	30	40	50	60			
1.11	Здание: одноэтажное, кирпичное, бескаркасное перекрытие из железобетонных элементов				 				20	30	Средние разрушения
2.23	Электролампы в плафонах								-		Полные разрушения
4.8	Переносные радиостанции								60		Без разрушений



- полные разрушения



сильные разрушения



- средние разрушения



- слабые разрушения

### **Выводы:**

Объект находится в зоне сильных разрушений ( $R_x = 4,4$  км).

Избыточное давление, равное 30 кПа, приведет к легким повреждениям людей, что выразится в легкой контузии, временной потере слуха, легких травмах, ушибах и вывихах.

Здания получают средние разрушения, оборудование – полное.

## **Тема 2 Определение устойчивости объекта к световому импульсу**

Световое излучение – первичный поражающий фактор ядерного взрыва, приводит к пожарам в очаге ядерного поражения.

Под световым излучением ядерного взрыва понимается электромагнитное



излучение, включающее в себя ультрафиолетовую, видимую и инфракрасную области спектра. Время действия светового излучения и размеры светящейся области зависят от мощности взрыва: 1 тыс. т. – 1 секунда; 10 тыс. т. – 2,2 секунд; 100 тыс. т. – 4,6 секунд; 1 млн. т. – 10 секунд. Основным параметром излучения – световой импульс (Дж/м<sup>2</sup>). *Световым импульсом* называется количество прямой световой энергии, падающей на 1 м<sup>2</sup> поверхности за всё время свечения. Световое излучение вызывает кожные ожоги 1, 2, 3, 4-й степеней и ожоги глаз трёх видов, временное ослепление (от 1 до 5 минут днём, 30 минут ночью), ожог глазного дна, роговицы, век.

Световое излучение приводит к пожарам, а в сочетании с ударной волной к взрывам. Очаг ядерного поражения характеризуется тремя зонами пожаров: в завалах, сплошных и отдельных.

а) Для воздушного взрыва радиусы зон пожаров определяются по формулам:

$$\text{- пожары в завалах} \quad - \quad r_1 = 0,4 \cdot \sqrt[3]{q}; \quad (9)$$

$$\text{- сплошные пожары} \quad - \quad r_2 = \sqrt[3]{q}; \quad (10)$$

$$\text{- отдельные пожары} \quad - \quad r_3 = 1,75 \cdot \sqrt[3]{q}. \quad (11)$$

б) Для наземного взрыва радиусы пожаров рассчитывают по формулам:

$$\text{- пожары в завалах} \quad - \quad r_1 = 0,4 \cdot \sqrt[3]{q}; \quad (12)$$

$$\text{- сплошные пожары} \quad - \quad r_2 = 0,6 \cdot \sqrt[3]{q}; \quad (13)$$

$$\text{- отдельные пожары} \quad - \quad r_3 = 1,2 \cdot \sqrt[3]{q}, \quad (14)$$

где q – мощность ядерного боеприпаса, кт.

### **Задача № 2**

Определить световой импульс ядерного взрыва  $U_{св}$ , используя исходные данные по характеристике взрыва из задачи №1 (таблица 1). Оценить устойчивость объекта (характеристика объекта задана в таблице 3) к световому излучению ядерного взрыва по световому импульсу.

Определить степень огнестойкости и категорию производства, выявив стораемые материалы, найти световые импульсы, вызывающие их возгорание. Результаты оформить таблицей.

Рассчитать радиусы внешних границ зон пожаров и определить место объекта. Вычертить расчетную схему. Определить результат воздействия светового излучения на человека и животное, используя приложения, для летнего и зимнего периода. Исходные данные к задаче приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные к задаче № 2

Вариант	Характеристика элементов объекта				Наименование производства
	здание	перекрытие	кровля	двери и рамы	
1	кирпичное	из деревянных досок	толь на деревянной обрешетке	деревянные светлые	цех холодной обработки металлов
2	кирпичное	из железобетонных плит	черепица	деревянные темные	столярный цех
3	железобетонные	из деревянных досок	черепица	деревянные светлые	топливный склад
4	деревянное	из деревянных досок	рубероид	деревянные темные	цех приготовления сахарной пудры
5	кирпичное	из железобетонных плит	черепица	деревянные светлые	гараж
6	железобетонные	из деревянных досок	толь на деревянной обрешетке	деревянные темные	цех приготовления древесной муки
7	деревянное	из деревянных досок	черепица	дерево некрашеное	цех молочной продукции
8	кирпичное	из железобетонных плит	шифер	металлические	главный корпус электростанции
9	железобетонные	из железобетонных плит	толь на деревянной обрешетке	деревянные светлые	цех переработки мясных продуктов
10	деревянное	из деревянных досок	металл	деревянные светлые	кузница
11	кирпичное	из железобетонных плит	рубероид	деревянные темные	помещение ДВС
12	кирпичное	из деревянных досок	толь	дерево некрашеное	мазутное хозяйство
13	кирпичное	из деревянных досок	металл	деревянные светлые	лесопилный цех
14	кирпичное	из деревянных досок	черепица	деревянные темные	животноводческое помещение
15	кирпичное	из металла	шифер	дерево некрашеное	кормоцех
16	кирпичное	из железобетонных плит	черепица	деревянные светлые	склад баллонов с горючими газами
17	железобетонные	из железобетонных плит	толь на деревянной обрешетке	деревянные темные	кормоцех
18	деревянное	из деревянных досок	черепица	деревянные светлые	первичная обработка хлопка
19	кирпичное	из деревянных досок	металл	деревянные темные	котельная
20	деревянные	из деревянных досок	черепица	деревянные светлые	сварочный цех
21	деревянные	из деревянных досок	толь	деревянные темные	цех приготовления витаминной муки
22	кирпичное	из железобетонных плит	черепица	деревянные светлые	склад ТСМ
23	железобетонные	из деревянных досок	толь на деревянной обрешетке	деревянные темные	аккумуляторная
24	деревянное	из деревянных досок	рубероид	дерево некрашеное	столярный цех
25	металлическое	из деревянных досок	черепица	металлические	кузница

**Пример 2.** Обработка металлов в холодном состоянии ведется в здании из кирпича, бескаркасном, с перекрытием из железобетонных плит, кровля толевая по деревянной обрешетке, двери и рамы деревянные, окрашены в темный цвет. Оценить последствия светового импульса для человека, животных, зданий и сооружений.

**Решение.**

1. Используя исходные данные из первой задачи, по приложению Г находим световой импульс наземного ядерного взрыва мощностью 500 кт на расстоянии 4,4 км от эпицентра:  $U_{св} = 460 \text{ кДж/м}^2$ .

2 Выбираем сгораемые материалы на объекте и по приложению Д определяем световые импульсы, вызывающие их воспламенение:

- доски, окрашенные в темный цвет, из которых изготовлены рамы и двери, воспламеняются при импульсе от 250 до 420 кДж/м<sup>2</sup>, принимаем 300 кДж/м<sup>2</sup>;

- толь или рубероид, из которого выполнена кровля, воспламеняется при импульсе от 580 до 840 кДж/м<sup>2</sup>, принимаем 620 кДж/м<sup>2</sup>;

- доски неокрашенные, из которых выполнена обрешетка кровли, воспламеняются при импульсе от 500 до 750 кДж/м<sup>2</sup>, принимаем 600 кДж/м<sup>2</sup>.

Данные заносим в таблицу 4.

Таблица 4 - Результаты оценки устойчивости объекту к световому излучению

Объект и его элементы	Возгораемые элементы, материалы	Световой импульс, вызывающий воспламенение, кДж/м <sup>2</sup>	Предел устойчивости, кДж/м <sup>2</sup>	Степень огнестойкости	Категория пожарной опасности производства	Зона пожаров для объекта
Здание кирпичное, перекрытие из ж/б плит предел огнестойкости - перекрытия 0,25ч - стен 3ч	Доски темные	300	300	I	Д – обработка металлов в холодном состоянии	Зона сплошных пожаров $R_x = 4,4 \text{ км}$ при $q=500\text{кт}$
	Толь	620				
	Доски неокрашенные	600				

Предел устойчивости к световому излучению записываем по минимальному световому импульсу, вызывающему воспламенение, в нашем примере это 300 кДж/м<sup>2</sup> для досок, окрашенных в темный цвет.

По приложению Е определяем степень огнестойкости здания по наличию

сгораемых и несгораемых элементов:

- несущие стены - несгораемые;
- перекрытие - несгораемое;
- кровля сгораемая.

Выбираем I степень огнестойкости – все части здания несгораемые. Предел огнестойкости несущих стен - 3 ч.

По приложению Ж определяем категорию производства по пожарной опасности: для производства по обработке металлов в холодном состоянии подходит категория пожарной опасности Д.

Определяем радиусы зон пожаров и место расположения объекта по формулам (12, 13, 14) для наземного взрыва мощностью 500 кт:

- зона пожаров в завалах -  $r_1 = 0,4 \cdot \sqrt[3]{q} = 3,6$  км;

- зона сплошных пожаров -  $r_2 = 0,6 \cdot \sqrt[3]{q} = 5,4$  км;

- зона отдельных пожаров -  $r_3 = 1,2 \cdot \sqrt[3]{q} = 10,8$  км.

Объект, расположенный на расстоянии 4,4 км от эпицентра, окажется в зоне сплошных пожаров. Графическая интерпретация зон пожаров дана на рисунке 2.

Результаты оценки устойчивости объекта к световому излучению сведем в таблицу 4.

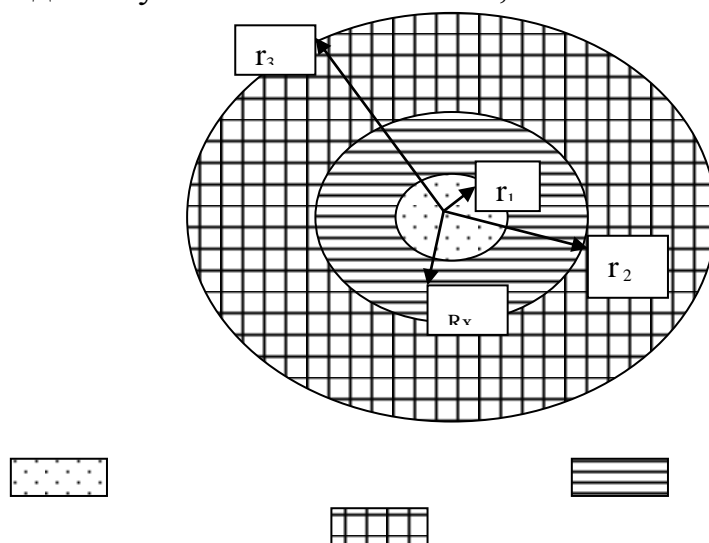
Степени ожогов у людей и животных от светового импульса ядерного взрыва  $U_{cb} = 460$  кДж/м<sup>2</sup> определим по приложению К: животные получают ожоги II степени, люди - III степени.

**Выводы:**

1 Световой импульс  $U_{cb} = 460$  кДж/м<sup>2</sup> достаточен для воспламенения дверей и оконных рам.

2 Объект окажется в зоне сплошных пожаров.

3 Люди получают ожоги III степени, животные - II.



- зона пожаров в завалах - зона сплошных пожаров- зона отдельных пожаров

Рисунок 2 — Положение зон пожаров в очаге ядерного поражения

### 3 Оценка радиационной обстановки при ядерном взрыве

*Радиоактивное заражение* – поражающий фактор ядерного взрыва, вызываемый осколками деления ядерного горючего, наведенной радиоактивностью и непрореагировавшей частью заряда.

*Осколки деления* – смесь 80 нестабильных изотопов, которые претерпевают  $\beta$ -распад с испусканием  $\gamma$ -квантов.

Наведённая радиоактивность обусловлена образованием под действием нейтронов ряда радиоактивных изотопов:  $Al^{28}$ ,  $Na^{24}$ ,  $Mn^{56}$ .

Не разделившаяся часть ядерного заряда представляет собой  $\alpha$ -активные изотопы  $Pu^{239}$ ,  $U^{235}$ ,  $U^{238}$ .

При взрыве ядерного боеприпаса радиоактивные продукты поднимаются в воздух вместе с облаком взрыва, перемешиваясь вместе с частицами грунта, перемещаются на значительные расстояния, образуя след радиоактивного облака. След имеет форму вытянутого эллипса и условно делится на четыре зоны: умеренного (А), сильного (Б), опасного (В) и чрезвычайно опасного (Г) заражения (рисунок 3). Границы зон характеризуются дозой  $\gamma$ -излучения (от момента образования следа до распада) или мощностью дозы (уровнем радиации) через час после взрыва.

На схемах и картах внешние границы наносятся разными цветами:

- А – синим, работы внутри зоны не прекращаются;
- Б – зелёным, работы прекращаются на сутки;
- В – коричневым, работы прекращаются до  $4^x$  суток, люди - в убежищах;
- Г – чёрным, работы прекращаются от  $4^x$  суток и более, люди - в убежищах.

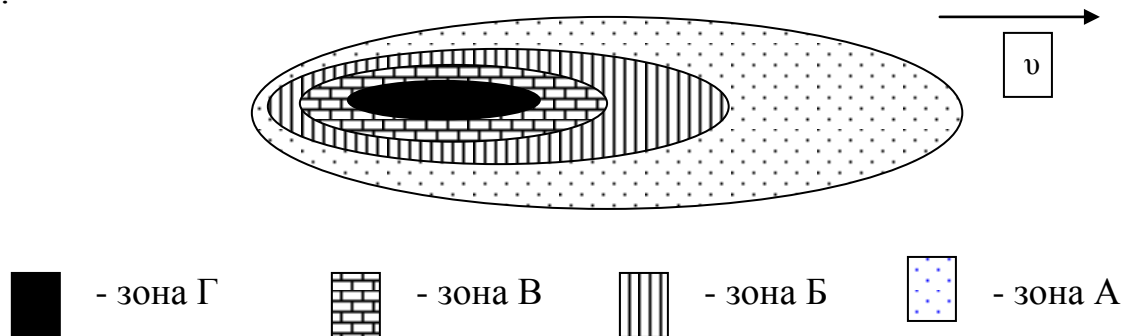


Рисунок 3 – След радиоактивного облака

Связь между дозой излучения до полного распада ( $D_{\infty}$ ) и уровнем радиации ( $P_t$ ) на время заражения выражается соотношением:

$$D_{\infty} = 5P_t \times t, \quad (15)$$

где  $P_t$  – уровень радиации на время  $t$ , Р/ч;  
 $t$  – время, прошедшее после взрыва, ч.

Внешняя граница зоны А характеризуется дозой  $D_{\infty}=40$  рад и уровнем радиации на 1 час после взрыва  $P_1=8$  рад/ч. Доля зоны 60% от площади следа.

На внешней границе зоны Б доза  $D_{\infty}=400$ рад; уровень радиации  $P_1=80$  рад/ч; доля зоны 20%.

На внешней границе зоны В  $D_{\infty}=1200$ рад;  $P_1=240$  рад/ч; доля зоны 13%.

Для зоны Г доза  $D_{\infty}=4000$ рад; уровень радиации  $P_1=800$  рад/ч; доля зоны 7%.

Размеры зон характеризуются длиной  $L$  и шириной  $Ш$ .

Длина зон:

$$L_A=16 L_G; L_B=5 L_G; L_C=2,5 \cdot L_G; L_G = \sqrt{q} \quad (16)$$

Ширина зоны заражения  $Ш$  зависит от длины зоны  $L$  и скорости ветра  $v$ :

$$- Ш=0,1L, \text{ при } v =100 \text{ км/ч;} \quad (17)$$

$$- Ш=0,2L, \text{ при } v =50 \text{ км/ч;} \quad (18)$$

$$- Ш=0,4L, \text{ при } v =25 \text{ км/ч.} \quad (19)$$

С течением времени вследствие распада радиоактивных веществ уровни радиации уменьшаются. Спад подчиняется зависимости:

$$P_t = P_1 \times t^{-1,2}, \quad (20)$$

где  $P_t$  – уровень радиации на любое заданное время после взрыва, Р/ч;

$P_1$  – уровень радиации на 1 час после взрыва (эталонный), Р/ч;

$$P_1 = K \times P_t \quad (21)$$

где  $P_t$  - уровень радиации на время  $t$ , Р/ч, .

$K$  - коэффициент пересчета, выбирается по приложению 8

$t$  – время, прошедшее после взрыва, час;

$$t = t_{\text{изм}} - t_{\text{взр}}, \quad (22)$$

где  $t_{\text{взр}}$  – время взрыва, ч;

$t_{\text{изм}}$  – время измерения, ч.

Наиболее интенсивный спад радиации наблюдается за первые двое суток, и он идёт по принципу 7 – 10, т.е. с увеличением времени в 7 раз уровень радиации уменьшается в 10 раз. Местность считается заражённой, если уровень радиации составляет 0,5 рад/час и более.

Доза излучения, полученная людьми в подвальных помещениях, каменных домах и деревянных зданиях, рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{D_G \cdot P_1}{K_{\text{осл}} \cdot 100} \quad (23)$$

где  $D_G$  - экспозиционная доза, полученная на открытой местности при уровне радиации в 100 Р/ч на час после взрыва, Р;

$K_{осл}$  – коэффициент ослабления радиации (для подвальных помещений  $K_{осл} = 50$ , для каменных зданий  $K_{осл} = 10$ , для деревянных зданий  $K_{осл} = 3$ ).

### Задача № 3

Нанести радиационную обстановку с карты образца на карту-таблицу. Пользуясь приложением, рассчитать уровни радиации на час после взрыва для всех точек и населенных пунктов для заданного времени взрыва  $t_{взр}$ . На карте рядом с замеренными уровнями радиации в скобках указать приведенный (эталонный) уровень радиации  $P_1$  для каждой точки. Цифры, полученные при расчете приведенных уровней, соединить плавными линиями, группируя по зонам заражения, и затонировать соответствующими цветами. Используя данные приложения, определить дозы облучения, полученные людьми за  $t_{п}$  часов, если время начала облучения с момента взрыва  $t_{обл}$ . Определить потери при облучении людей и выбрать режим защиты. Результаты расчетов занести в таблицу 6.

Варианты индивидуальных заданий приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Индивидуальные задания к задаче № 3

Вариант	Время взрыва $t_{взр}$ , ч	Время пребывания людей на зараженной местности, $t_{п}$ , ч	Время начала облучения $t_{обл}$ , ч
1	1	1	0,5
2	2	2	1
3	3	3	2
4	4	4	4
5	5	5	6
6	6	6	8
7	7	7	10
8	1	8	12
9	2	9	24
10	3	10	1,5
11	4	12	2,5
12	5	14	3
13	6	16	5
14	7	18	7
15	1	20	9
16	2	22	14
17	3	24	16
18	4	30	18
19	5	36	20
20	6	48	36
21	7	60	48
22	1	72	72
23	2	96	120
24	3	120	240
25	4	144	0,5

**Пример 3.** Ядерный взрыв произошел в 3 часа утра, время начала облучения 2 часа, время пребывания людей на зараженной местности 96 часов.

### **Решение**

1 Наносим радиационную обстановку с карты образца на рабочую карту-таблицу по всем населенным пунктам и объектам: в числителе уровень радиации ( $P/ч$ ), в знаменателе время измерения (ч):

$$\frac{P_t(P/ч)}{t_{изм}(ч)}$$

2 Для основных населенных пунктов и объектов проставляем радиационную обстановку в колонку 2 таблицы 6: п. Лебяжье -  $\frac{100(P/ч)}{12^{00}(ч)}$ ; п. Михайлово -  $\frac{1,5(P/ч)}{16^{00}(ч)}$ ; молочно-товарная ферма (МТФ) №1 -  $\frac{1,8(P/ч)}{16^{00}(ч)}$ ; МТФ №2 -  $\frac{43(P/ч)}{13^{00}(ч)}$ ; птицефабрика (ПФ) -  $\frac{35(P/ч)}{13^{00}(ч)}$ ; свиноферма (СФ) -  $\frac{18(P/ч)}{14^{00}(ч)}$ .

3 Определяем время после взрыва по формуле (22) для этих населенных пунктов и объектов, результаты записываем в колонку 3 таблицы 6. Например, для Лебяжьего измерение уровня радиации произведено в  $12^{00}$ , взрыв произошел в  $3^{00}$ , время после взрыва:

$$t = t_{изм} - t_{взр} = 12 - 3 = 9 \text{ ч}$$

4 По времени, прошедшему после взрыва, по приложению Л определяем коэффициент  $K$ . Например, для Лебяжьего время после взрыва 9 ч, коэффициент  $K=14$ .

5 Приводим уровень радиации к одному часу после взрыва по формуле (21) для всех точек и населенных пунктов таблицы 6. Например, для Лебяжьего:

$$P_i = K \times P_t = 14 \times 100 = 1400 \text{ P/ч}$$

Результат проставляем в колонку 4 таблицы 6.

6 Подобным образом приводим уровни радиации к одному часу по всем населенным пунктам и объектам таблицы и заносим в колонку 4.

7 На карте в скобках проставляем полученные значения эталонных уровней радиации (на час после взрыва). Например, для п. Лебяжье  $\frac{100(P/ч)}{12^{00}(ч)}(1400)$ .

8 Рассчитываем эталонные уровни радиации для каждой точки на карте, и результаты проставляем в скобках около каждой дроби.

9 Определяем зоны радиоактивного заражения на местности, для этого цифры, полученные при расчетах, группируем по зонам заражения и соединяем плавной



линией. Зона умеренного заражения А имеет уровни радиации от 8 до 80 Р/ч; территория с уровнями, лежащими в этом интервале, тонируется синим цветом. Зона сильного заражения Б имеет уровни радиации от 80 до 240 Р/ч; тонируется зеленым цветом. Зона опасного заражения В имеет уровни радиации от 240 до 800 Р/ч; тонируется коричневым цветом. Зона чрезвычайно опасного заражения - от 800 и более Р/ч; тонируется черным цветом (рисунок 4).

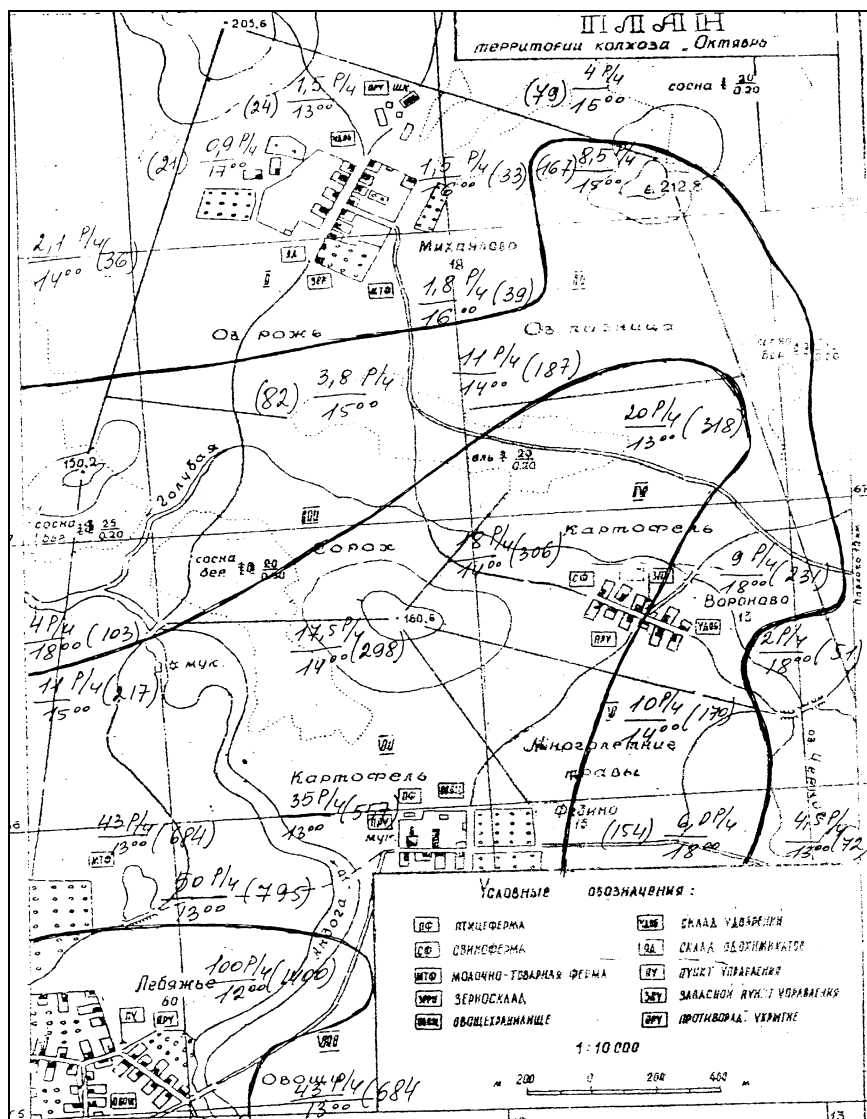


Рисунок 4 – Зоны радиоактивного заражения

10 По приложению М определим дозу облучения  $D_T$ , полученную населением на открытой местности при уровне радиации 100 Р/ч, если время начала облучения по условиям примера 2 ч, а время пребывания людей на зараженной местности 96 ч:  $D_T = 235,4$  Р.

11 Так как по условиям задачи люди находятся в подвальных помещениях, каменных и деревянных домах, рассчитываем дозу облучения по формуле (23) для всех населенных пунктов и объектов таблицы 6:

$$D = \frac{D_T \cdot P_1}{K_{осл} \cdot 100}$$

Например, для п. Лебяжьего - в подвальных помещениях:

$$D = \frac{D_T \cdot P_1}{K_{осл} \cdot 100} = \frac{235,4 \cdot 1400}{50 \cdot 100} = 65,9P$$

- в каменных домах:  $D = \frac{D_T \cdot P_1}{K_{осл} \cdot 100} = \frac{235,4 \cdot 1400}{10 \cdot 100} = 329,5P$

- в деревянных домах:  $D = \frac{D_T \cdot P_1}{K_{осл} \cdot 100} = \frac{235,4 \cdot 1400}{3 \cdot 100} = 1098,5P$

Подобным образом рассчитываем дозы по остальным населенным пунктам и заполняем графы 5, 6, 7 таблицы 6.

12 Определяем потери людей при облучении по приложению П и результаты заносим в графы в 8, 9, 10 таблицы 6.

Например, для п. Лебяжье при дозе облучения в подвальных помещениях 65,9P возможны изменения в крови людей. Для дозы в каменных помещениях 329,5P санитарные потери (с/п) составляют 100%, безвозвратные (б/п) – 20%. Люди, оставшиеся в живых, выздоравливают в течении 3-х месяцев. Для дозы 1098,5P безвозвратные и санитарные потери составят 100%. У людей рвота и тошнота наблюдается через 2 часа после облучения.

13 Определим режим защиты населения по приложению Н. Например, по п. Лебяжье для уровня радиации на час после взрыва 1400 P/ч номер режима Г-2, защита людей не обеспечивается. Для других режимов следует указать содержание режима – время нахождения в противорадиационном укрытии (ПРУ), время работы, общую продолжительность режима ( $t_1, t_2, t_3, t_4$ ).

Подобным образом определяем номер режима по всем населенным пунктам и объектам таблицы 6 для уровней радиации на час после взрыва. Результаты заносим в графы 11, 12 таблицы 6.

Таблица 6 – Результаты расчета радиационной обстановки на территории хозяйства

Населенные пункты, объекты	Измеренные уровни радиации, $P_t, P/\text{ч}$	Время, прошедшее после взрыва, $t, \text{ч}$	Уровень радиации, приведенный к 1 часу, $P_1$	Доза облучения, $D, P$			Потери населения			Режим защиты населения	Содержание режима
				В подвальных помещениях $K_{\text{осл}} = 50$	В каменных домах $K_{\text{осл}} = 10$	В деревянных домах $K_{\text{осл}} = 3$	В подвальных помещениях	В каменных домах	В деревянных домах		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Лебяжье	$\frac{100(P/\text{ч})}{12^{00}(\text{ч})}$	9	1400	65,9	329,5	1098,5	Измен. в крови	б/п=20% с/п=100%	б/п= с/п=100%	Г-2	Защита не обеспечивается
Михайлово											
МТФ №1											
МТФ №2											
ПФ											
СФ											

## 4 Оценка химической обстановки

Под *химической обстановкой* понимают совокупность последствий химического заражения местности аварийно опасными химическими веществами (АХОВ) или отравляющими веществами (ОВ), оказывающих влияние на деятельность объектов народного хозяйства и населения.

Химическая обстановка создается в результате разлива (выброса) АХОВ с образованием зон химического заражения.

Повреждение или разрушение хранилищ, цистерн, емкостей, трубопроводов в результате аварий обуславливается попаданием АХОВ в атмосферу с последующим образованием зоны заражения. Двигаясь по направлению приземного ветра, облако АХОВ может формировать зону заражения глубиной до десятков километров, вызывая опасность поражения незащищенных рабочих и служащих химически опасных объектов, проживающего вблизи населения.

Под *зоной заражения* понимается территория, в пределах которой будет проявляться поражающее действие АХОВ, а под глубиной зоны понимается расстояние от источника заражения до границ зоны.

В зоне химического заражения может быть один или несколько очагов поражения. *Очагом химического поражения* называют территорию, в пределах которой в результате воздействия АХОВ произошли массовые поражения людей, животных и растений.

Исходные данные для оценки химической обстановки:

- Тип и количество АХОВ;
- Район и время выброса, вылива АХОВ;
- Степень защищенности людей;
- Топографические условия местности;
- Метеоусловия: скорость и направление ветра, температура

воздуха и почвы, степень вертикальной устойчивости воздуха.

Различают три степени вертикальной устойчивости воздуха: инверсия, изотермия, конвекция (рисунок 5).

*Инверсия* возникает в вечерние часы за час до захода солнца, разрушается за час после его восхода. При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних, что препятствует рассеиванию по высоте и создает благоприятные условия для сохранения высоких концентраций АХОВ в воздухе.

*Изотермия* характеризуется стабильным равновесием, характерна для пасмурной погоды, может возникать в утренние и вечерние часы как переходное состояние от инверсии к конвекции и наоборот.

*Конвекция* возникает через два часа после восхода солнца и разрушается за два часа до его захода. Нижние слои воздуха нагреты больше, чем верхние, что способствует рассеиванию зараженного облака и снижению концентрации АХОВ. Наблюдается в летние, ясные дни.

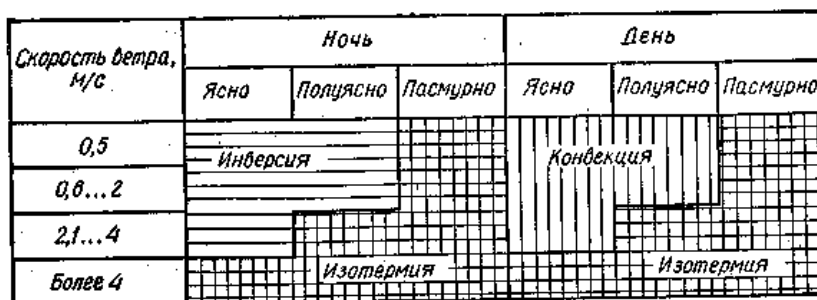


Рисунок 5 – График для определения вертикальной устойчивости воздуха

Оценка химической обстановки предусматривает определение размеров зоны химического заражения, времени подхода облака к населенному пункту, времени поражающего действия и возможных потерь в очаге поражения.

- Площадь разлива ХОВ определяют из выражения (м<sup>2</sup>):

$$S=G/(\rho h), \quad (25)$$

где  $G$  – масса АХОВ, т;

$\rho$  – плотность вещества, т/м<sup>3</sup>;

$h$  – толщина слоя разлившейся жидкости, м (принимается равной 0,05 м).

Толщина слоя разлившейся в поддон жидкости:

$$h=N - 0,2, \quad (26)$$

где  $N$  – высота поддона, м.

Глубина зоны распространения АХОВ может быть определена по таблице приложения Р, либо рассчитана по формуле:

$$\Gamma = \frac{34,2(G/D \cdot \vartheta)^{0,67}}{K_{ВУВ} \cdot K_{ОБВ}}, \quad (27)$$

где  $G$  – количество АХОВ, кг;

$D$  – токсодоза, мг · мин/л;

$\vartheta$  – скорость приземного ветра, м/с;

$K_{ВУВ}$  – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха;  $K_{ВУВ}=5$  (конвекция);  $K_{ВУВ}=1/5$  (инверсия);  $K_{ВУВ}=1$  (изотермия);

$K_{ОБВ}$  – коэффициент, учитывающий наличие обвалования;

$K_{ОБВ}=1,5$  (емкость обвалована);  $K_{ОБВ}=1$  (емкость не обвалована).

Ширина зоны химического заражения определяется по формуле (км):

$$Ш = \alpha \cdot Г, \quad (28)$$

где  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий изменение ширины зоны в зависимости от степени вертикальной устойчивости  $\alpha = 0,03$  (инверсия),  $\alpha = 0,15$  (изотермия);  $\alpha = 0,8$  (конвекция).

Площадь зоны химического заражения  $S_3$  определяется по формуле (км<sup>2</sup>):

$$S_3 = 1/2 Г \cdot Ш, \quad (29)$$

Время подхода зараженного воздуха к населенному пункту  $t_{\text{подх}}$  (мин):

$$t_{\text{подх}} = \frac{R}{v_{\text{ср}} \cdot 60}, \quad (30)$$

где  $R$  – расстояние от объекта до места вылива, м;

$v_{\text{ср}}$  – скорость переноса облака, м/с; определяется по справочным таблицам или рассчитывается по формуле:

$$v_{\text{ср}} = (1,5 \dots 2) v_{\text{в}}, \quad (31)$$

где  $v_{\text{в}}$  – скорость ветра, м/с;

Время поражающего действия  $t_{\text{пор}}$  можно определить из выражения:

$$t_{\text{пор}} = t_{\text{исп}} \cdot K_v, \quad (32)$$

где  $K_v$  – коэффициент, зависящий от скорости ветра;

$t_{\text{исп}}$  – время испарения, ч;

$$t_{\text{исп}} = G / v_{\text{исп}}, \quad (33)$$

где  $v_{\text{исп}}$  – скорость испарения, т/мин (выбирается из справочных таблиц).

Возможные потери людей  $N_{\text{пот}}$ , оказавшихся в зоне химического поражения, определяются в зависимости от условий расположения людей и от обеспеченности их противогазами из таблиц или рассчитываются по формуле:

$$N_{\text{пот}} = N_{\text{см}} \cdot G, \quad (34)$$

где  $N_{\text{см}}$  – средняя удельная смертность, чел/т;

$N_{\text{см}} = 0,5$  (хлор, фосген, хлорпикрин);  $N_{\text{см}} = 0,2$  (сероводород);

$N_{\text{см}} = 0,12$  (сернистый ангидрид);  $N_{\text{см}} = 0,05$  (аммиак);

$N_{\text{см}} = 0,02$  (сероуглерод);  $N_{\text{см}} = 12,5$  (метилизоцианат);

$G$  – масса выброса, т.

#### Задача № 4

На складе вблизи МТФ № 2 произошла авария с выбросом в атмосферу АХОВ. Определить глубину, ширину и площадь зоны заражения, если емкость обвалована, местность открытая. Рассчитать время подхода облака к объекту, время поражающего действия и потери населения. Начертить в масштабе зону химического заражения. Исходные данные приведены в таблице 7.

Таблица 7 — Исходные данные к задаче № 4

Вариант	Тип и количество АХОВ, т	Состояние атмосферы	Скорость ветра	Расстояние, R, км
1	хлор 1	Ночь, полуясно	1	2.
2	фосген 5	Ночь, пасмурно	2	3
3	цианист. водород 10	День, ясно	2	4
4	аммиак 25	Ночь, ясно	3	5
5	сернист. ангидрид 5	День, пасмурно	3	6
6	сероводород 5	День, ясно	4	7
7	хлор 5	Ночь, полуясно	1,5	2, 5
8	фосген 10	Ночь, пасмурно	4	3,5
9	цианист. водород 1	День, полуясно	2,5	4,5
10	аммиак 10	Ночь, ясно	3,5	5,5
11	серн. ангидрит 10	Ночь, пасмурно	5	6,5
12	сероводород 10	День, ясно	1	7,5
13	хлор 10	Ночь, ясно	2	2
14	фосген 25	День, пасмурно	6	3
15	циан. водород 5	День, полуясно	3	4
16	аммиак 5	Ночь, ясно	4	5
17	серн. ангидрит 25	Ночь, пасмурно	7	6
18	сероводород 25	День, ясно	1,5	7
19	хлор 25	Ночь, ясно	2,5	2,5
20	циан. водород 10	День, пасмурно	8	3,5
21	аммиак	День, полуясно	3,5	4,5
22	серн. ангидрит 50	Ночь, ясно	1	5,5
23	сероводород 50	Ночь, пасмурно	9	6,5
24	фосген 75	День, ясно	2	7,5
25	аммиак 100	Ночь, ясно	3	8,5

**Пример 4.** Произошел выброс на открытой местности аммиака 25 т из обвалованной емкости. Местность открытая. Ночь, ясно, скорость ветра 3 м/с. Расстояние от места вылива до объекта 8 км. Определить размеры зоны заражения, оценить последствия аварии для людей, если 200 чел находятся на открытой местности, 100 чел – в укрытии. Обеспеченность противогАЗами 40%.

#### Решение

1 По рисунку 5 определяем степень вертикальной устойчивости воздуха при скорости 3 м/с ночью, в ясную погоду – инверсия.

2 По приложению Р определяем табличное значение глубины распространения облака аммиака из не обвалованной емкости при скорости 1 м/с, для инверсии: она равна 8,5 км.

3 В нашем примере емкость обвалована, значит уменьшаем глубину распространения в 1,5 раза:  $8,5 : 1,5 = 5,7$  км ( см. п. 3 примечания к приложению Р).

4 По условиям примера скорость ветра 3 км/ч. Пользуясь приложением С, находим поправочный коэффициент при инверсии  $K_0 = 0,45$ . Находим фактическую глубину с учетом скорости ветра:  $\Gamma_{\phi} = 5,7 \cdot 0,45 = 2,6$  км.

5 Ширину зоны при инверсии определим по формуле (28):

$$\text{Ш} = 0,03 \cdot \Gamma = 0,03 \cdot 2,6 = 0,07 \text{ км.}$$

6 Площадь зоны заражения найдем по формуле (29):

$$S = \frac{1}{2} \cdot 2,6 \cdot 0,07 = 0,1 \text{ км}^2$$

7 Строим зону заражения с учетом направления ветра.

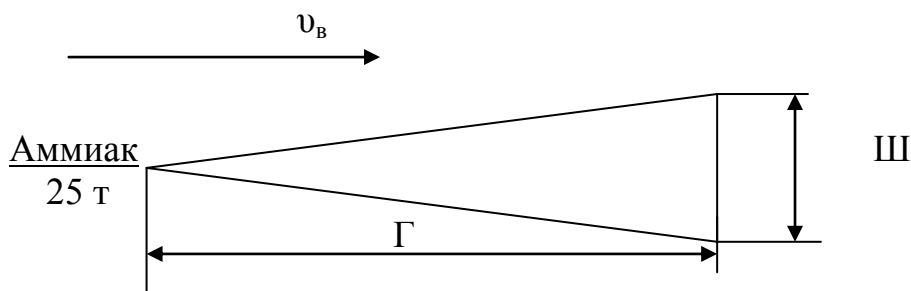


Рисунок 6 - Зона химического заражения

8 Скорость переноса облака рассчитаем по формуле (31):

$$v_{\text{ср}} = (1,5 \dots 2) v,$$

Поправочный коэффициент 1,5 берется при  $R < 10$  км; 2 – при  $R > 10$  км.

Объект расположен от места вылива на расстоянии 8 км (меньше 10км). Скорость переноса облака будет равна:

$$v_{\text{ср}} = 1,5 \cdot v = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ м/с.}$$

9 Время подхода зараженного воздуха рассчитаем по формуле (30):

$$t_{\text{подх}} = \frac{R}{V_{\text{ср}} \cdot 60} = \frac{8000}{4,5 \cdot 60} = 29 \text{ мин}$$

**Вывод:** От места вылива до п. Михайлово, располагающегося на расстоянии 8 км, облако аммиака при скорости ветра 3 м/с дойдет за 29 мин.



## Тема 5 Методика определения зоны чрезвычайной ситуации при взрыве топливовоздушной (ТВС) или газозвушной смеси (ГВС)

При взрыве ТВС, ГВС образуется очаг взрыва с ударной волной, вызывающей разрушение зданий, сооружений и оборудования.

В очаге поражения при взрыве ГВС, ТВС образуются три зоны:

- зона детонационной волны;
- зона действия продуктов взрыва;
- зона действия воздушной ударной волны.

Радиус зоны детонационной волны  $r_1$  рассчитывают по формуле:

$$R_1 = 1,75 \sqrt[3]{Q} \quad (35)$$

где  $Q$  - количество сжиженного углеводородного газа, т.

Избыточное давление в пределах этой зоны  $\Delta P_\phi$  может достигать 1700 кПа, оно определяется по формуле Садовского:

$$\Delta P_{\phi 1} = 950 \cdot \sqrt[3]{Q} / R_1 + 39000 \cdot \sqrt[3]{Q^2} / R_1^2 + 1300000 Q / R_1^3 \quad (36)$$

Радиус зоны действия продуктов взрыва определяют по формуле:

$$R_1 = 1,7 R_1 \quad (37)$$

Избыточное давление в зоне действия продуктов взрыва меняется в пределах от 300 до 1350 кПа, его можно рассчитать по формуле:

$$\Delta P_{\phi 2} = 1300 (R_1 / R)^3 + 50, \quad (38)$$

где  $R$  - расстояние от центра взрыва до рассматриваемой точки, м.

Радиус зоны действия воздушной ударной волны рассчитывают по формуле:

$$R_3 = 12,3 \cdot R_1 \quad (39)$$

Избыточное давление в зоне действия воздушной ударной волны рассчитывают по формулам:

$$\text{- при } K \leq 2 \quad \Delta P = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8K^3} - 1)} \quad (40)$$

$$\text{- при } K > 2 \quad \Delta P = \frac{22}{K(\sqrt{\lg K + 0,158})} \quad (41)$$

где  $K$  - относительная величина;

$$K = 0,24 (R / R_1), \quad (42)$$

где  $R$  – расстояние от центра взрыва до точки, где определяется избыточное давление, м;

$R_1$  - радиус зоны детонационной волны, м,

Характер разрушений зданий приведен в таблице 8.

Таблица 8 - Уровни разрушения зданий от ударной волны взрыва ГВС, ТВС

Характеристика повреждения здания	Избыточное давление, кПа
Полное разрушение здания	70
Тяжелое повреждение, здание подлежит сносу	33
Среднее повреждение, возможно восстановление	25
Разбито 90% остекления	4
Разбито 50% остекления	0,2
Разбито 5% остекления	0,0,5

### Задача № 5

Рассчитать радиусы зон детонационной волны, действия продуктов взрыва и воздушной ударной волны при взрыве емкости  $Q$  (т) сжиженного углеводородного газа. Определить и указать на схеме зону, в которой находится объект, если расстояние его от емкости  $R$  (м). Рассчитать избыточное давление взрыва в районе объекта  $\Delta P$  и определить характер разрушения объекта по таблице 8.

Исходные данные приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Исходные данные к задаче № 5

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Количество газа, $Q$ , (т)	180	300	140	300	180	350	200	170	100	350	380	250	150
Расстояние от объекта до емкости, $R$ , (м)	140	150	120	300	100	200	200	130	50	200	200	150	300
Вариант	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Количество газа, $Q$ , (т)	110	120	300	100	110	130	160	190	210	220	230	240	140
Расстояние от объекта до емкости, $R$ , (м)	150	200	300	100	160	200	300	250	300	240	190	200	400

**Пример №5.** Произошел взрыв емкости с пропаном  $Q = 100\text{т}$ , расстояние до объекта  $R = 300\text{м}$ . Определить радиусы и избыточное давление зон поражения и характер разрушения объекта.

### **Решение**

1 Определяем радиус детонационной волны по формуле (35):

$$R_1 = 1,75 \cdot \sqrt[3]{100} \cong 80\text{м}$$

2 Определяем радиус действия продуктов взрыва по формуле (37):

$$R_2 = 1,7 \cdot 80 \cong 137\text{м}$$

3 Определяем радиус действия воздушной ударной волны по формуле (39):

$$R_3 = 112,3 \cdot 80 = 984\text{м}$$

4 Определяем зону, в которой находится объект. Объект находится за пределами зоны детонационной волны и зоны действия продуктов взрыва. Т.к. расстояние до объекта 300 м, он находится в зоне воздушной ударной волны.

5 Для выбора формулы расчета избыточного давления в третьей зоне находим коэффициент  $K$  по формуле (42):

$$K = 0,24 \frac{R}{R_1} = 0,24 \frac{300}{80} = 0,9 < 2$$

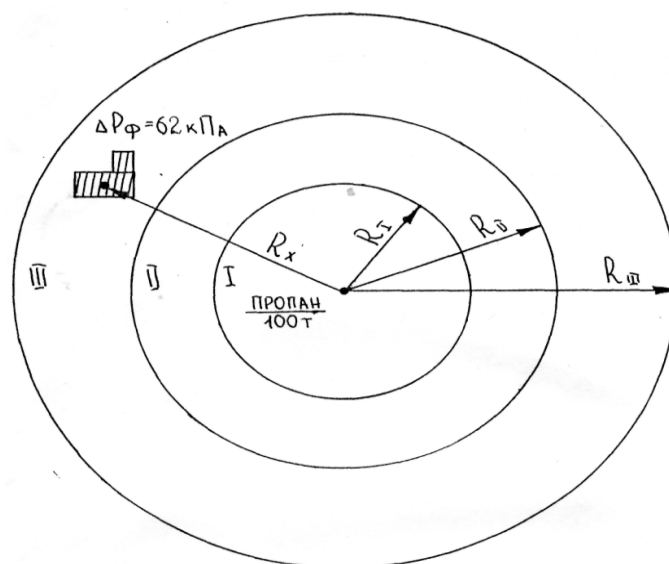
6 Рассчитаем избыточное давление в зоне, где находится объект, для этого используем формулу (40), так как  $K < 2$ :

$$\Delta P_{\text{III}} = \frac{700}{3(1 + 29,8 \cdot 0,9^3 - 1)} \cong 62\text{кПа}$$

7 Определим характер разрушения зданий, используя таблицу 8: объект получит полное разрушение, здание не подлежит восстановлению.

8 Результаты оформляем схемой, приведенной на рисунке 7.

**Вывод:** При взрыве 100т сжиженного пропана цех окажется под воздействием ударной волны с избыточным давлением около 60 кПа. Характер разрушений определим по таблице 2 – при 60 кПа здание получит полное разрушение.



I - зона детонационной волны,  $R=80$  м,  
 II- зона действия продуктов взрыва,  $R=136$  м,  
 III- зона воздушной ударной волны,  $R=984$  м,  
 $R_x$ - расстояние до объекта,  $R_x = 300$  м

Рисунок 7 - Зона очага взрыва ГВС, ТВС

## Литература

1. Белова, Т.И. Средства и способы радиационной и химической защиты [Текст]/ Т.И. Белова, Ю.Л. Померанцев, С.С. Сухов.-Брянск: РИО БГУ, 2013.-280с.
2. Белова, Т.И. Классификация систем автоматического удаления вредных веществ из воздуха производственного помещения [Текст] / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.Е. Бурак и др. // Вестник МАНЭБ. – СПб, 2010. – Т.15, № 4. – С. 116 – 118.
3. Белова, Т.И. Промышленная экология. Исследования параметров удаления и очистки воздуха: лабораторный практикум для высшего профессионального образования [Текст] / Т.И. Белова, В.И. Гаврищук, Е.М. Агашков, Т.А. Дмитриевская. – Брянск: ФГБОУ ВПО Брянская ГСХА, 2014. – 118 с.
4. Белова, Т.И. Оценка влияния кислотности осадков на параметры массообмена в биотехнической системе «человек – одежда – окружающая среда» [Текст]/Т.И. Белова, М.В. Родичесва, А.В. Абрамов и др. Отраслевые аспекты технических наук, - М.: ИНГН, - 2011- №10.- С.2-5.
5. Менякина, А.Г. Методические указания к лабораторным занятиям по Безопасности жизнедеятельности. Студентам направления 260800 Технология продукции и организации общественного питания. (Профиль Технология продуктов общественного питания) и направления 151000 Технологические машины и оборудование. (Профиль Машины и оборудование для пищевой инженерии малых предприятий.) [Текст] - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 36 с.
6. Менякина, А.Г. Курс лекций Медико-биологические основы безопасности для студентов по направлению «Техносферная безопасность», 260с.
7. Менякина, А.Г. «Медико-биологические основы безопасности» Методические указания к лабораторно-практическим занятиям для студентов направления 280700 (20.03.01) Техносферная безопасность. - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 120 с.
8. Менякина, А.Г. Основные формы самостоятельной работы студентов в процессе подготовки студентов в процессе подготовки специалистов./ Л.Н. Гамко, Г.Г. Нуриев // Материалы Международной научно- практической конференции «Актуальные проблемы повышения качества подготовки специалистов в вузе» Сборник научных трудов. – Брянск, Изд-во Брянской ГСХА, 2005. с.261-263.
9. Менякина, А.Г. «Сортировка пострадавших»: Методическое пособие по выполнению практической работы по «Медицине катастроф» для бакалавров. Направление 280700 Техносферная безопасность по специальности 280700 «Безопасность технологических процессов и производств». - Брянск, изд-во Брянской ГСХА, 2014 г.
10. Менякина, А.Г. Учебное пособие к практическим занятиям по дисциплине «Медицина катастроф» для студентов направления 280700 (20.03.01) Техносферная безопасность. - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 120 с.
11. Панова Т.В. Практикум для выполнения лабораторных работ на лабораторном стенде «Электробезопасность» / Т.В. Панова, В.В. Осипенко. / - Брянск: Издательство Брянск: Брянский ГАУ, 2015.- 50 с.
12. Юртушкин В. Н. Чрезвычайные ситуации. Защита населения и территорий. М.: Кнорус, 2014.
13. Михайлов Л. А. Социальные опасности и защита от них. М.: Академия, 2012.
14. Белов С.В. БЖД и защита окружающей среды. М.: Юрайт, 2013.
15. Никифоров Л. Л. Безопасность жизнедеятельности. М.: Инфра-М, 2014.
16. Масленникова И. С. Безопасность жизнедеятельности . М.: Инфра-М, 2014.
17. Микрюков В. Ю. Безопасность жизнедеятельности. М. КноРус, 2013.
18. Каракеян В. И. Безопасность жизнедеятельности. М.: Юрайт, 2014.
19. Вишняков Я. Д. Безопасность жизнедеятельности. М.: Юрайт, 2014.

Учебное издание

В.И. Растягаев

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ  
В МИРНОЕ И ВОЕННОЕ ВРЕМЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для бакалавров  
направления 280700 (20.03.01) Техносферная безопасность

---

Подписано к печати 26.11.2015 г. Формат 60x84 1/16  
Бумага печатная. Усл. п.л. 1,74. Тираж 25 экз. Изд. № 3967.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ