

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»

Утверждено на заседании кафедры  
«Охрана труда и окружающей среды»  
« 28 » \_\_ 03\_\_ 2018 г., протокол № 8\_\_

Заведующий кафедрой  
 В.М. Панарин

**СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ  
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**“Защита в чрезвычайных ситуациях”**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность)**

с направленностью (профилем))  
**Инженерная защита окружающей среды**

Формы обучения: *очная, заочная*

Идентификационный номер образовательной программы: 200301-01-18

Тула 2018 год

**Разработчик:**

Павпертов В.Г., доцент, канд.техн.наук, доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Определение мощности экспозиционной дозы естественного гамма-фона	4
1.1 Описание приборов	4
1.2 Выполнение работы и обработка результатов измерений	5
2. Расчёт доз облучения при воздействии гамма-излучения на человека и его органы	7
2.1 Справочные данные	7
2.2 Определение доз внешнего гамма-облучения от радионуклидов равномерно распределённых в почве	8
2.2.1 По измеренной мощности экспозиционной дозы	8
2.2.2 По величине радиоактивного загрязнения	9
2.3 Ориентировочная оценка радиоактивного загрязнения местности	10
2.4 Расчёт доз внутреннего гамма-облучения человека	10
2.5 Определение уровня риска при облучении	12
2.6 Задание	13
3. Оценка химической обстановки при авариях с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ)	14
3.1 Методика оценки химической обстановки	14
3.1.1 Определение степени вертикальной устойчивости атмосферы	15
3.1.2 Определение количественных характеристик выброса	16
3.1.3 Определение глубины зоны заражения первичным (вторичным) облаком	17
3.1.4 Определение полной глубины зоны заражения	17
3.1.5 Определение предельно возможной глубины переноса зараженного облака	17
3.1.6 Определение глубины зоны заражения	17
3.1.7 Определение площади зоны возможного заражения	17
3.1.8 Определение площади зоны фактического заражения	17
3.1.9 Нанесение зоны возможного заражения на карту (схему) района	18
3.2 Задание	20
4. Оценка устойчивости функционирования производственного участка в чрезвычайных ситуациях	22
4.1 Обстановка	22
4.2 Исходные данные	24
4.3 Оценка устойчивости инженерно-технологического комплекса цеха к воздействию ударной волны	30
4.4 Оценка противопожарной устойчивости производственного участка (цеха)	30
4.5 Оценка надежности противорадиационной и противохимической защиты рабочих и служащих	30
4.6 Оценка надёжности инженерной защиты рабочих и служащих	31
Библиографический список	32

## 1. Определение мощности экспозиционной дозы естественного гамма-фона.

**Цель работы** - изучение нормативных документов по радиоактивной безопасности и получение навыков практической работы с дозиметрическими приборами.

### **Задание:**

- с помощью приборов измерить мощность экспозиционной дозы в аудитории;
- провести статистическую обработку полученных данных;
- сделать заключение о величине фона и сравнить его с допустимым значением.

### **1.1 Описание приборов.**

Для выполнения работы используются три прибора:

Дозиметр бытовой «Белла» предназначен для обнаружения, оценки с помощью звуковой сигнализации интенсивности гамма-излучения и измерения мощности нулевой эквивалентной дозы гамма-излучения по цифровому жидкокристаллическому табло.

Основные технические характеристики:

- Диапазон измерения мощности доз:  
эквивалентной 0,20... 99,99 мкЗв/ч;  
экспозиционной 20... 9999 мкР/ч.
- Основная относительная погрешность +30%
- Время установления рабочего режима <10 с.
- Время измерения <45 с.
- Питание постоянным током, напряжением 9 В.

#### Порядок измерений:

- С помощью кнопки «Контроль» проверить напряжение питания;
  - Включить питание: измерение начинается и через 40 с. результат на табло, затем спустя 40с. показания сбрасываются, и начинается новый цикл измерения;
  - Переключатель в положении «Поиск», идёт звуковой сигнал, интенсивность которого пропорциональна мощности дозы излучения;
  - Переключатель «Поиск» отключён, звукового сигнала нет, идёт только цикл измерения;
  - Если нет смысла ждать 40 с. до начала нового цикл измерения, нажать кнопку «Контроль» и цикл измерения начнётся без ожидания.

Дозиметр-радиометр бытовой «Сосна» (АНРИ-01-02) предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения и плотности потока бета-частиц.

Основные технические характеристики:

- Диапазон измерения мощности доз:  
экспозиционной 0,010...9,999 мкР/ч.  
полевой эквивалентной 0,1... 99,99 мкЗв/ч.
- Основная относительная погрешность +30%
- Время установления рабочего режима <5 с.
- Время измерения 20+ 5с.
- Питание постоянным током, напряжением 9 В.

#### Порядок измерений:

- Выключатель питания перевести в положение «Вкл»;
- Переключатель режимов работы поставить в положение «МД», нажать кнопку «контр» и, удерживая её в этом положении до конца проверки, нажать кнопку «пуск». Через 20±5с на табло должно иницироваться число 1,024, что говорит о правильности работы прибора;
- При закрытой задней крышке переключатель режимов установить в положение «МД». Кратковременно нажать кнопку «пуск», начинается счёт импульсов. Через 20±5с на

табло фиксируется число, например: 0,012, что соответствует 0,012 мР/ч;

- Для выполнения следующего замера, кратковременно нажать кнопку «пуск».

Дозиметр-радиометр бытовой ИРД-02Б1 предназначен для измерения мощности полевой эквивалентной дозы гамма-излучения и оценки загрязнённости проб бета-гамма-излучающими нуклидами.

Основные технические характеристики:

•	Диапазон измерения мощности доз:
полевой эквивалентной	0,1...19,99 мкЗв/ч;
экспозиционной	10...1999 мкР/ч.
•	Основная относительная погрешность
±40%	
•	Время установления рабочего режима
60 с.	
•	Время измерения 25 с.
•	Питание постоянным током,
напряжением	9 В.

Порядок измерений:

- Переключатель питания перевести в положение «Вкл»;
- Проверить наличие на задней стенке экрана;
- Установить переключатель в положение «мкЗв/ч»;
- Через 25 с. снять показания с цифрового табло;
- Выключить прибор и повторить измерение.

## 1.2 Выполнение работы и обработка результатов измерений.

Провести измерение мощности экспозиционной дозы  $X_u$  естественного гамма-фона каждым из приборов, описанных выше, по 5 раз, где:

i - номер прибора (i=1 - «Белла», i=2 - «Сосна», i=3 - ИРД-02Б1);

j - номер измерения i-м прибором, j=1-n, n=5. Результаты измерений занести в табл. 1.

Таблица 1

Мощность экспозиционной дозы

i	1					
	1		2		3	
	мкЗв/ч	мкР/ч	мкЗв/ч	мкР/ч	мкЗв/ч	мкР/ч
1						
2						
3						
4						
5						
$\sum_{i=1}^5$	—		—		—	

**Примечание:** все результаты перевести в мкР/ч (1мкЗв/ч=100мкР/ч, 1мР/ч=1000мкР/ч).

Вычислить средние арифметические значения:

$$\bar{X}_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 X_{ij}; \quad \bar{X} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \bar{X}_i.$$

Вычислить оценку относительной систематической погрешности измерений:

$$\Delta_i = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

Вычислить средние квадратические отклонения:

????формулу

Вычислить оценку относительной случайной погрешности измерений:

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (X_y - \bar{X}_i)^2}$$

Результаты вычислений свести в табл.2.

### Оценка погрешностей измерений

Таблица 2

i	$\Delta_i$	$\delta_i$
1		
2		
3		

Сделать выводы о соответствии определённой мощности экспозиционной дозы  $\bar{X}$  нормальному естественному гамма-фону.

Сравнить оценки погрешностей измерений с погрешностями описанных приборов и сделать выводы.

## **2. Расчёт доз облучения при воздействии гамма-излучения на человека и его органы.**

Радиобиологические свойства некоторых радионуклидов

Таблица 2.

Радионуклид	Гамма-постоянная $K_\gamma$ , $\frac{P \cdot \text{см}^2}{\text{ч} \cdot \text{MKu}}$	Период полу-распада $T_{1/2}$ , сут.	Критический орган	Коэффициент метаболизма -доля радионуклидов, попадающая в рассматриваемый орган		Период полувыведения нуклидов из организма $T_{B/2}$ , сут.
				при заглатывании, $f_z$	при вдыхании, $F_{\text{вд}}$	
Co <sup>60</sup>	6,75	1,9·10 <sup>3</sup>	всё тело, печень	0,3	0,45	9,5
				0,001	0,02	9,5
J <sup>131</sup>	1,69	8	всё тело, щитовидная железа	1,0	0,75	138
				0,3	0,23	138
Cs <sup>137</sup>	3,19	1,1·10 <sup>4</sup>	всё тело	1,0	0,75	70
Ra <sup>226</sup>	9,36	5,9·10 <sup>5</sup>	всё тело	0,3	0,4	8,1·10 <sup>3</sup>
Sr <sup>90</sup>	2,94	1·10 <sup>4</sup>	скелет	0,3	0,12	1,8·10 <sup>4</sup>
U <sup>235</sup>	0,51	2,6·10 <sup>11</sup>	всё тело кости, почки	1·10 <sup>-4</sup>	0,25	100
				0,1·10 <sup>-5</sup>	0,028	300
				1,1·10 <sup>-5</sup>	0,028	15

Среда	Кп	
	рад/Р	Гр/Р
воздух	0,87	0,0087
вода в организме	0,887... 0,975	0,00887... 0,00975
мышцы	0,933... 0,972	0,00933... 0,00972
кости	1,03... 1,74	0,0103...0,0174

Таблица 2.3

## Коэффициент качества ионизирующего излучения

Вид излучения	Кк, Зв/Гр или бэр/рад
Гамма- излучение, рентгеновское и бета-излучение	1
Нейтронное с энергией меньше 20 кэВ	3
Нейтронное с энергией 0,1-10 МэВ	10
Альфа-излучение с энергией меньше 10 МэВ	20

Таблица 2.4

## Дозовые пределы облучения

Критическая группа органов	Предельно-допустимая доза (ПДД) для лиц категории А, бэр в год	Предел дозы (ПД) для лиц категории Б, бэр в год
1 (всё тело, половые железы, кровь, костный мозг)	2	0,5
2 (мышцы, шито-видная железа, внутренние органы)	6	1,5
3 (кожный покров, костная ткань, кисти рук, стопы)	12	3

## 2.2 Определение доз внешнего гамма-облучения от радионуклидов, равномерно распределённых в почве.

### 2.2.1 По измеренной мощности экспозиционной дозы.

Научный комитет ООН по действию атомной радиации (НКДАР) рекомендует использовать усреднённое значение коэффициента ослабления поглощённой дозы в теле человека по сравнению с поглощённой дозой в воздухе  $K_{НКДАР} = 0,7$ .

Тогда эквивалентная доза облучения всего тела человека:

$$H = x \cdot t \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\kappa} \cdot K_{НКДАР} \quad (2.1)$$

где:  $x$  - мощность экспозиционной дозы на высоте 1м от поверхности земли;

$t$  - время нахождения человека в данном районе, ч;  $K_{\Gamma}$  - коэффициент поглощения, для всего тела  $K_{\Gamma} = 1 \text{ рад/Р} = 0,01 \text{ Гр/Р}$ ;

$K_{\kappa}$  - коэффициент качества гамма-излучения,  $K_{\kappa} = 1 \text{ Зв/Гр}$ .

**Пример:** Определить величину эквивалентной дозы внешнего облучения человека и оценить опасность нахождения людей на загрязнённой радионуклидами местности, если мощность экспозиционной дозы  $x = 0,6 \text{ мкР/ч}$ .

Решение: Годовая эквивалентная доза:

$$H = x \cdot t \cdot K_{\Pi} \cdot K_K \cdot K_{HKДАР} = 0,6 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,01 \cdot 1 \cdot 0,7 = 36,70 \text{ мкЗв} = 0,0000367 \text{ Зв},$$

$$\text{ПД} = 0,5 \text{ бэр} = 0,005 \text{ Зв (табл.2.4 при облучении всего тела)}.$$

Таким образом, годовая эквивалентная доза внешнего облучения в 136 раз меньше предела дозы, что допустимо.

### 2.2.2 По величине радиоактивного загрязнения.

Доза гамма-излучения от земной поверхности обычно определяется для точки на высоте  $H$  от земли и считается, что основное излучение попадает в ту точку с площади круга, радиусом  $R = 3 \cdot H$ .

В этом случае мощность экспозиционной дозы:

$$x = \pi \cdot A_s \cdot K_{\gamma} \cdot \ln \frac{H^2 + R^2}{H^2}, \text{ р/ч} \quad (2.2)$$

где:  $A_s$  - среднегодовая плотность радиоактивного загрязнения местности, мКи/см ;

$H$  - высота над поверхностью земли,  $H = 1 \text{ м}$ ;

$R$  - радиус круга земной поверхности,  $R = 3 \text{ м}$ .

**Пример:** Определить эквивалентную дозу облучения всего тела человека за год, если среднегодовая плотность радиоактивного загрязнения цезием ( $\text{Cs}^{137}$ ) составляет  $2 \cdot 10^{-6} \text{ Бк/м}^2$ .

Решение: Учитывая, что  $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ , получим:

$$A_s = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3}{3,7 \cdot 10^{10}} = 5,4 \cdot 10^{-6}, \text{ мКи/см}$$

По формуле (2.2) определяется **мощность экспозиционной дозы:**

$$x = \pi \cdot 5,4 \cdot 10^{-6} \cdot 3,19 \cdot \ln \frac{1^2 + 3^2}{1^2} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ р/ч}$$

По формуле (2.1) определяется годовая эквивалентная доза внешнего гамма-облучения человека:

$$H = x \cdot t \cdot K_{\Pi} \cdot K_{HKДАР} = 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,01 \cdot 1 \cdot 0,7 = 7,36 \cdot 10^{-3} \text{ Зв}.$$

Рассчитанная доза в 1,5 раза выше ПД.

### 2.3 Ориентировочная оценка радиоактивного загрязнения местности.

Для ориентировочной оценки радиоактивного загрязнения местности обычно используют измерительные приборы, установленные на вертолёт, который пролетает на высоте 100 м от земли параллельными маршрутами через каждые 600 м. По результатам измерений и вычислений строится карта. Таким образом, были построены карты радиоактивного загрязнения ( $\text{Ки/км}^2$ ) поверхности земли в Тульской области.

Эквивалентная доза за год:

$$H = A_r \cdot d \quad (2.3)$$

$A_r$  – среднегодовая плотность загрязнения территории,  $\text{Ки/км}^2$

$d$  - дозовый коэффициент,  $\text{бэр} \cdot \text{км}^2 / (\text{Ки} \cdot \text{год})$  (см табл.2.5);

Таблица 2.5

Значения коэффициента  $d$  с учётом ослабления гамма-излучения зданиями

Тип населённого пункта	$d$ , $\text{бэр} \cdot \text{км}^2 / (\text{Ки} \cdot \text{год})$
Города областного и республиканского подчинения	0,006
Города районные и поселки городского типа	0,009
Все населённые пункты кроме посёлков городского типа	0,013

**Пример:** Определить годовую эквивалентную дозу облучения населения, если  $A_r = 40 \text{ Ки/км}^2$ .

Решение: Годовая эквивалентная доза:

$$H = 40 \cdot 0,009 \cdot 0,36 \text{ бэр}, \text{ то есть ниже ПД}.$$

## 2.4. Расчёт доз внутреннего гамма-облучения человека

Радиоактивные вещества могут поступать в организм человека при вдыхании загрязнённого радиоактивными веществами воздуха, через кожу, через желудочный тракт с загрязнёнными водой и пищей. Из-за большого объёма лёгочной вентиляции ( $20\text{ м}^3/\text{сут}$ ) и более высокого коэффициента усвоения, наиболее опасен первый путь. Количество радионуклидов, поступающих из желудочно-кишечного тракта в кровь, зависит от вида радионуклида, например, цирконий Zr и ниобий Nb практически не поступают в кровь, то есть коэффициент резорбции составляет доли процента. Тогда как для висмута Bi - 1%, бария Ba - 5%, кобальта Co и стронция Sr - до 30%, водорода и щелочноземельных веществ – до 100%.

Поступления в кровь через неповреждённую кожу в 200-300 раз меньше, чем через желудочно-кишечный тракт. Исключение составляет тритий, который легко проникает в кровь через кожу.

По характеру распределения в организме радионуклиды разделяются на группы:

- равномерно распределяющиеся в организме;
- отлагающиеся преимущественно в скелете;
- концентрирующиеся в печени;
- селективно отлагающиеся в щитовидной железе (йод  $\text{J}^{131}$ ).

Мощность эквивалентной дозы при внутреннем облучении человека:

$$H_{\text{вн}} = 2,7 \cdot 10^{-11} \cdot A_{\text{уд}} \cdot K_{\gamma} \cdot \rho \cdot g \cdot K_{\text{П}} \cdot K_{\text{к}} \cdot \text{Зв/ч}, \quad (2.4)$$

где:  $A_{\text{уд}}$  - удельная активность радионуклида в рассматриваемом органе человека, Бк/кг.

$K_{\gamma}$  - гамма постоянная радионуклида,  $\text{Р} \cdot \text{см}^2/\text{ч} \cdot \text{мКи}$ );

$\rho$  - плотность ткани,  $\rho = 1\text{ г/см}^3$ ;

$g$  - геометрический фактор, см;

$K_{\text{П}}$  - коэффициент поглощения, для гамма-излучения  $K_{\text{П}} = 0,01\text{ Гр/Р}$ ;

$K_{\text{к}}$  - коэффициент качества, для гамма-излучения  $K_{\text{к}} = 1\text{ Зв/Гр}$ . Удельная активность радионуклида

$$A_{\text{уд}} = \frac{A \cdot f}{m}, \quad (2.5)$$

где:  $A$  - активность поступивших в организм человека радионуклидов, Бк (см. таблицу 2.9).

$f$  - коэффициент метаболизма; (см. таблицу 2).

$m$  - масса всего тела или органа, кг;

Геометрический фактор учитывает соотношение массы облучаемого тела или органа и его геометрических размеров. Например, чем меньше рост человека и больше его масса, тем больше  $g$ :

рост 2 м, масса 60 кг,  $g = 117\text{ см}$ ;

рост 1,7 м, масса 70 кг,  $g = 126\text{ см}$ ;

рост 1,4 м, масса 100 кг,  $g = 154\text{ см}$ .

При массе печени 1,8 кг,  $g = 80\text{ см}$ ; при массе щитовидной железы 0,2 кг,  $g = 40\text{ см}$ .

Эффективный период полувыведения нуклидов из организма:

$$T_{\text{эф}} = \frac{T_{1/2} \cdot T_{\text{В/2}}}{T_{1/2} + T_{\text{В/2}}},$$

где:  $T_{1/2}$  - период полураспада радионуклида, сут;

$T_{\text{В/2}}$  — период полувыведения нуклидов из организма, сут;

Эквивалентная годовая доза внутреннего облучения:

$$H_{\text{вн}} = \dot{H} \cdot 365 \cdot 24 \quad \text{при } T_{\text{эф}} \geq 365 \text{ сут}; \quad (2.7)$$

$$H_{\text{вн}} = \dot{H} \cdot 365 \cdot T_{\text{эф}} \cdot 24 \quad \text{при } T_{\text{эф}} < 365 \text{ сут}. \quad (2.8)$$

**Пример:** Рассчитать годовую эквивалентную дозу внутреннего облучения человека в результате вдыхания радионуклидов  $\text{Sr}^{90}$  в количестве 2 г активного 10 Ки/кг.

Решение: В результате попадания в организм человека,  $Si^{90}$  задерживается в минеральной части костей и очень долго выводится из организма, период полувыведения  $T_{B/2} = 1,8 \cdot 10^4$  сут. Облучению подвергается всё тело человека.

Единичное поступление составляет 2 г, поэтому активность единичного поступления  $A = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 2 \cdot 10^{-2} \text{Ки} = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 3,7 \cdot 10^{10} = 7,4 \cdot 10^8 \text{Бк}$ .

Удельная активность (2.5)

$$A_{y\phi} = \frac{7,4 \cdot 10^8 \cdot 0,12}{70} = 1,27 \cdot 10^6 \text{ Бк.}$$

Мощность эквивалентной дозы внутреннего облучения (2.4)

$$\dot{H}_{BH} = 2,7 \cdot 10^{-11} \cdot 1,27 \cdot 10^6 \cdot 2,94 \cdot 1 \cdot 126 \cdot 0,01 \cdot 1 = 1,27 \cdot 10^{-4} \text{ Зв/ч}$$

Эффективный период полувыведения (2.6)

$$T_{\text{эф}} = \frac{10^4 \cdot 1,8 \cdot 10^4}{10^4 + 1,8 \cdot 10^4} = 6,4 \cdot 10^3 \text{ сут.}$$

Таким образом, годовая эквивалентная доза внутреннего облучения (2.7)

$$\dot{H}_{BH} = 1,27 \cdot 10^{-4} \cdot 365 \cdot 24 = 1,1 \text{ Зв,}$$

что в 220 раз превышает ПД.

## 2.5 Определение уровня риска при облучении.

При ионизирующем облучении количественной мерой уровня риска является вероятность неблагоприятных изменений в организме человека или его гибели. Воздействие ионизирующих излучений на человека принимается беспороговым, т. е. чем больше доза облучения, тем выше риск.

Уровень риска  $r = 10^{-3} \dots 10^{-2}$  считается высоким,  $r > 10^{-2}$  - исключительно высоким.

Для лиц категории А уровень риска  $r = 10^{-4}$  считается безопасным, для лиц категории Б безопасным считается уровень риска  $r = 10^{-5}$ .

При облучении всего тела уровень риска:

$$r = 1,65 \cdot 10^{-2} \cdot H, \quad (2.9)$$

где:  $H$  - годовая эквивалентная доза облучения всего тела;

$1,65 \cdot 10^{-2}$  - уровень риска при годовой эквивалентной дозе облучения всего тела 1 Зв.

При облучении отдельного органа человека, уровень риска:

$$r_{орг} = 1,6 \cdot 10^{-2} \cdot \omega \cdot H \quad (2.10)$$

где:  $\omega$  - коэффициент, характеризующий отношение риска облучения данного органа к риску облучения всего тела (табл.2.6).

Таблица 2.6

Значение коэффициента  $\omega$

Наименование органа или ткани	Коэффициент $\omega$
Всё тело	1,00
Половые железы	0,25
Молочные железы	0,25
Красный костный мозг	0,17
Лёгкие	0,12
Щитовидная железа	0,03
Костная поверхность	0,03

## 2.6 Задание

2.6.1 Оценить годовую эквивалентную дозу облучения населения, с учётом постоянно подвергающегося воздействию гамма-излучения от земли, содержащей радионуклиды.

Значения мощности дозы  $\dot{X}$  на высоте 1м от земли, по вариантам, приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Значения мощности дозы  $X$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$X$ , мкР/ч	90	80	70	60	50	45	40	35	30	20

2.6.2 Оценить годовую эквивалентную дозу и уровень риска облучения населения, постоянно подвергающегося воздействию гамма-излучения от земли, содержащей цезий-137. Значения плотности радиоактивного загрязнения поверхностного слоя земли  $\Pi$  по вариантам приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Значения плотности радиоактивного загрязнения поверхностного слоя земли  $\Pi$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Pi$ , Ки/км <sup>2</sup>	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

2.6.3 Определить годовые эквивалентные дозы внутреннего облучения от радионуклидов, попавших в тело человека в течение месяца с продуктами питания: йод-131 в 30 л воды, цезий-137 в 10 л молока, стронций-90 в 15 кг хлеба. Исходные данные представлены в табл. 2.9.

Таблица 2.9

Вариант	Удельная активность загрязнённого радионуклидами продукта $A_n$		
	$J^{131}$ в воде, Бк/л	$Cs^{137}$ в молоке, Бк/л	$Sr^{90}$ в хлебе, Бк/кг
1	$2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$
2	$1 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$
3	$8 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$
4	$4 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$
5	$2 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$
6	$1 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$
7	$8 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$
8	$4 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$
9	$2 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$
10	$1 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$

### 3. Оценка химической обстановки при авариях с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ)

#### 3.1 Методика оценки химической обстановки.

Под химической обстановкой понимают масштабы и степень зараженности местности сильно действующими ядовитыми веществами (СДЯВ), оказывающие отрицательное влияние на деятельность объектов народного хозяйства, жизнедеятельность населения и окружающую среду. Оценка химической обстановки проводится с целью принятия необходимых мер и проведения наиболее целесообразных действий. Исключающих поражение людей. Исходными данными для оценки химической обстановки являются:

- тип и количество СДЯВ;
- условия хранения и характер выброса;
- метеоусловия (скорость ветра, температура воздуха, степень вертикальной устойчивости атмосферы);
- степень защищённости людей.

Оценка химической обстановки проводится методом прогнозирования с последующим уточнением прогноза химической разведкой.

Оценивая химическую обстановку, решают следующие задачи:

1. Определение площади зоны возможного и фактического заражения.
2. Определение продолжительности поражающего действия СДЯВ.

3. Определение возможных потерь людей, оказавшихся об очаге поражения.

При решении этих задач принимаются следующие допущения:

а) глубина зоны заражения в зависимости от физических свойств и агрегатного состояния СДЯВ рассчитывается для сжатых газов только по первичному облаку, для жидкостей - только по вторичному облаку, а для сжиженных - по первичному и вторичному облакам совместно;

б) расчет глубины зоны заражения ведется по пороговой токсодозе (за глубину зоны заражения принимается радиус пороговой зоны заражения);

в) при заблаговременном прогнозе за величину выброса СДЯВ принимается количество СДЯВ, хранящегося в наибольшей емкости, и наихудшие метеоусловия (скорость ветра, равная 1м/с, инверсия, температура воздуха 20°С);

г) при прогнозе обстановки после аварии принимаются конкретные данные о количестве выброшенного СДЯВ и реальные метеоусловия;

д) толщина слоя жидкости для СДЯВ, разлившихся свободно, принимается 0,05м;

е) толщина слоя жидкости для СДЯВ, разлившихся в поддон или обваловку, определяется по формуле:

$$h=H-0,2м,$$

где: Н - высота обваловки;

ж) при авариях на газо- и продуктопроводах величина выброса принимается равной максимальному количеству СДЯВ находящегося в трубопроводе между двумя автоматическими отсекаателями (для аммиакопроводов  $Q_0 = 275-500$  тонн);

з) предельное время правильности метеоданных, а, следовательно, и правильности прогноза - 4 часа.

Оценка химической обстановки проводится в следующей последовательности:

### 3.1.1 Определение степени вертикальной устойчивости атмосферы.

Различают три степени вертикальной устойчивости атмосферы: инверсию и конвекцию. При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних, что препятствует рассеиванию его по высоте и обеспечивает длительное сохранение высоких концентраций зараженного воздуха. Она наиболее характерна для пасмурной погоды. Изотермия также как и инверсия способствует длительному застою паров СДЯВ на местности, в лесу, и жилых кварталах населенных пунктов. Конвекция -это вертикальное перемещение слоев воздуха с одних высот на другие. Более тёплый воздух перемещается вверх, а более холодный - вниз. При конвекции наблюдаются восходящие потоки воздуха, что способствует быстрому рассеиванию заражённого облака и уменьшению его поражающего действия. Степень вертикальной устойчивости атмосферы определяется по данным прогноза погоды с помощью следующей схемы.

Скорость ветра,(м/с)	НОЧЬ			ДЕНЬ		
	ясно	полуясно	пасмурно	ясно	полуясно	пасмурно
0,5...1,0	<i>инверсия</i>			<i>конвекция</i>		
1,1...2,0	<i>изотермия</i>			<i>изотермия</i>		
2,1...4,0						
Более 4,0	<i>изотермия</i>			<i>изотермия</i>		

### 3.1.2 Определение количественных характеристик выброса.

Количественные характеристики выброса СДЯВ определяются по их эквивалентным значениям. Под эквивалентным количеством СДЯВ понимается такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения данным количеством другого СДЯВ, перешедшим в первичное или вторичное облако. Эквивалентное количество СДЯВ, перешедшего в первичное облако, определяется по формуле (3.1), а во вторичное облако - по формуле (3.2).

$$Q_{Э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 \quad (3.1)$$

$$Q_{\text{Э2}} = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0}{h \cdot d} \quad (3.2)$$

где:  $K_1$  - коэффициент, зависящий от условий хранения; (см. таблицу 3.1)

$K_2$  - коэффициент, характеризующий физико-химические свойства СДЯВ;  $K_3$  - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе данного СДЯВ;  $K_4$  - коэффициент, учитывающий скорость ветра;

$K_5$  - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы;

$K_6$  - коэффициент, учитывающий время, прошедшее после аварии;

$K_7$  - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха;  $Q_0$  - количество выброшенного при аварии СДЯВ (т);

$h$  - толщина слоя разлившегося СДЯВ (м);

$d$  - плотность выброшенного СДЯВ (т/м<sup>3</sup>);

**Примечание:**

Коэффициенты  $K_1, K_2, K_3, K_7$  и плотность СДЯВ приведены в таблице 3.1. Коэффициент  $K_4$  - в таблице 3.2. Коэффициент  $K_5$ : для инверсии равен 1, для изотермии - 0,23, а для конвекции - 0,08. Коэффициент  $K_6$  рассчитывается по формуле:

$$K_6 = N^{0,8}, \text{ если } N < T \text{ (см. таблицу 3.5)}$$

$$K_6 = T^{0,8}, \text{ если } T < N$$

где:  $N$  - время после аварии;

$T$  - время полного испарения СДЯВ, определяемое по формуле:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}$$

**Примечания:**

- Для сжатых газов  $K_1 = K_7 = 1$ .

- Если  $T < 1$  часа, то считают  $T = 1$  часу и  $K_6 = 1$ .

-  $K_7$  - в числителе для первичного облака, а в знаменателе - для вторичного.

**3.1.3 Определение глубины зоны заражения первичным (вторичным) облаком.**

Определение глубины зоны заражения проводится отдельно для первичного  $\Gamma_1$  и вторичного облака  $\Gamma_2$  по таблице 3.4. Точное значение глубины находится методом линейной интерполяции.

**3.1.4 Определение полной глубины зоны заражения.**

Полная глубина зоны заражения определяется по формуле:

$$\Gamma_n = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \text{ где}$$

$\Gamma'$  - наибольший, а  $\Gamma''$  - наименьший размер глубины зоны заражения первичным или вторичным облаком. (см таблицу 3.3)

**3.1.5 Определение предельно возможной глубины переноса зараженного облака.**

Предельно возможная глубина переноса зараженного облака рассчитывается по формуле:

$$\Gamma_{np} = N \cdot W,$$

Где  $N$  — время после аварии;

$W$  — скорость переноса фронта зараженного воздуха. (см. таблицу 3.4)

**3.1.6 Определение глубины зоны заражения.**

За глубину зоны заражения  $\Gamma$  принимается меньшая из величин:  $\Gamma_n$  и  $\Gamma_{np}$

**3.1.7 Определение площади зоны возможного заражения.**

Площадь зоны возможного заражения определяется по формуле:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot a.$$

где  $a$  — угловой размер зоны возможного заражения, зависящий от скорости ветра:

При скорости ветра:

$$V < 0,6 \text{ м/с}, \quad a = 360^\circ$$

$$\begin{aligned}
 V &= 0,6 - 1,0 \text{ м/с}, & \alpha &= 180^\circ \\
 V &= 1,1 - 2,0 \text{ м/с}, & \alpha &= 90^\circ \\
 V &> 2,0 \text{ м/с}, & \alpha &= 45^\circ
 \end{aligned}$$

### 3.1.8 Определение площади зоны фактического заражения.

Площадь зоны фактического заражения определяется по формуле:

$$S_{\phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0.2}$$

где  $K_8$  - коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости атмосферы.

$K_8 = 0,081$  для инверсии;

$K_8 = 0,133$  для изотермии;

$K_8 = 0,295$  для конвекции.

### 3.1.9 Нанесение зоны возможного заражения на карту (схему) района.

#### **рисунок**

Зона возможного заражения (рис.3.1) изображается в виде сектора, окрашенного жёлтым цветом, с углом  $\alpha$ , симметричным относительно направления приземного ветра.

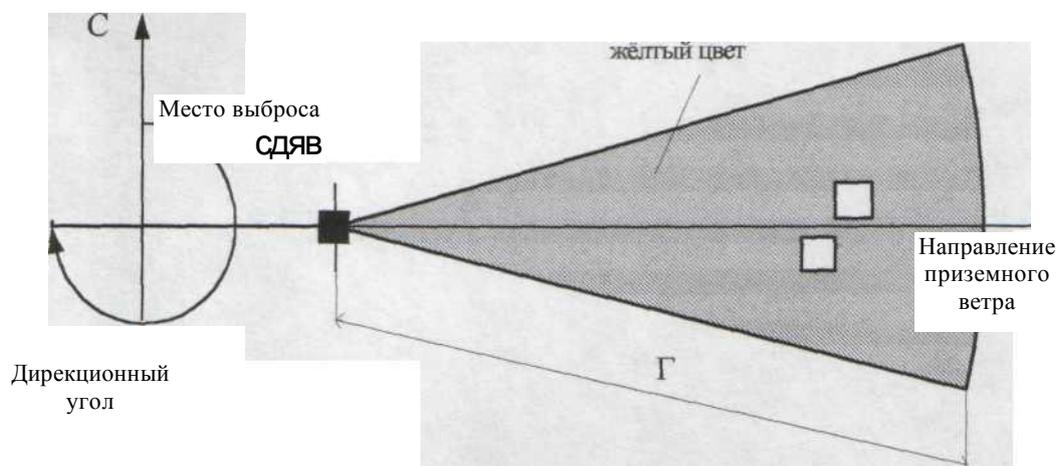


Рис. 3.1 Зона возможного заражения, масштаб: в 1см - х км.  
Радиус сектора равен оцененной глубине и откладывается в масштабе.

Таблица 3.1

Характеристики СДЯВ и коэффициенты.

Наименование СДЯВ	Аммиак	Хлор	Соляная кислота
Плотность (т/м <sup>3</sup> )			
-газ	<b>0,0008</b>	<b>0,0032</b>	
-жидкость	<b>0,6810</b>	<b>1,5580</b>	<b>1,198</b>
<b><i>K<sub>1</sub></i></b>			
-газ	<b>1</b>	<b>1</b>	
-жидкость	<b>0,01</b>	<b>0,18</b>	<b>0</b>
<b><i>K<sub>2</sub></i></b>	<b>0,025</b>	<b>0,052</b>	<b>0,021</b>
<b><i>K<sub>3</sub></i></b>	<b>0,04</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>
<b><i>K<sub>7</sub></i></b>			
<b>-40 °С</b>	<b>0/0,9</b>	<b>0/0,9</b>	<b>0</b>
<b>-20 °С</b>	<b>0,3/1</b>	<b>0,3/1</b>	<b>0,1</b>
<b>0 °С</b>	<b>0,9/1</b>	<b>0,6/1</b>	<b>0,3</b>
<b>+20 °С</b>	<b>1/1</b>	<b>1/1</b>	<b>1,0</b>
<b>+40 °С</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,6</b>

Таблица 3.2

Значение коэффициента *K<sub>4</sub>*

Скорость ветра (м/с)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>K<sub>4</sub></i>	1	1,33	1,67	2,00	2,34	2,67	3,00	3,34	3,67	4,00

Таблица 3.3

Глубина зоны возможного заражения СДЯВ.

Эквивалентное количество	Скорость ветра (м/с)
--------------------------	----------------------

СДЯВ(т)	1	2	3	4	5
0,01	0,38	0,26	0,22	0,19	0,17
0,05	0,85	0,59	0,48	0,42	0,38
0,1	1,25	0,84	0,68	0,59	0,53
0,5	3,16	1,92	1,53	1,33	1,19
1,0	4,75	2,84	2,17	1,88	1,68
3,0	9,18	5,35	3,99	3,28	2,91
5,0	12,53	7,20	5,34	4,36	3,75
10,0	19,20	10,83	7,96	6,43	5,53
20,0	29,56	16,44	11,94	9,62	8,19
30,0	38,13	21,02	15,18	12,18	10,33
50,0	52,67	28,73	20,53	16,43	13,88
70,0	65,23	35,35	25,21	20,05	16,89
100,0	81,90	44,09	31,30	24,80	20,82
300,0	166	87,79	61,47	48,18	40,11
500,0	231	121	84,50	65,92	54,67
1000,0	363	189	130	101	83,60

Таблица 3.4

Скорость переноса заражённого воздуха.

Скорость ветра (м/с)	Скорость переноса (км/час )		
	Инверсия	изотермия	Конвекция
1	5	6	7
2	10	12	14
3	16	18	21
4	21	24	28
5		29	
6		35	
7		41	
8		47	
9		53	
10		59	
11		65	
12		71	
13		76	
14		82	
15		88	

Таблица 3.5

Значения  $N^{0,2}$  и  $N^{0,8}$ 

$N$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N^{0,2}$	1	1,15	1,25	1,32	1,43	1,46	1,48	1,52	1,55	1,58
$N^{0,8}$	1	1,74	2,40	3,03	3,62	4,19	4,74	5,27	5,79	6,30

**3.2 Задание.**

На химическом комбинате произошла авария с выбросом СДЯВ в окружающую среду. Оценить химическую обстановку через  $N$  часов после аварии. Наметить меры для защиты населения посёлка Петрово, расположенного на оси зоны возможного заражения на расстоянии 12,5 км от места аварии.

Количество и тип выброшенного СДЯВ, условия хранения, высота обваловки, время аварии, погодные условия, скорость и направление ветра, температура воздуха, время после аварии приведены в таблице 3.6 для варианта, указанного преподавателем.

Таблица 3.6

Исходные данные.

Вариант	Тип СДЯВ	Количество СДЯВ (т)	Условия хранения	Высота обваловки (м)	Скорость ветра (м/с)	Направление ветра (град)	Температура воздуха (°C)	Время аварии	Погодные условия	Время после аварии (ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Аммиак	160	газ	-	5	30	0	2 <sup>00</sup>	ясно	3
	Солян. кисл.	300	жидк.	-	-	90	+20	16 <sup>00</sup>	пасм.	6
	Хлор	200	сж. газ	3	2	150	-20	14 <sup>00</sup>	ясно	4
2	Солян. кисл.	25	жидк.	-	4	50	+20	3 <sup>00</sup>	пасм.	5
	Хлор	16,2	Газ	-	1	270	0	12 <sup>00</sup>	п/я	2
	Аммиак	180	сж. газ	4	3	70	-20	2 <sup>00</sup>	ясно	4
3	Аммиак	170	газ	-	2	90	0	1 <sup>00</sup>	ясно	
	Солян. кисл.	120	жидк.	2	2	0	+20	15 <sup>00</sup>	пасм.	5
	Хлор	55	сж. газ	5	1	180	-20	0 <sup>00</sup>	п/я	3
4	Хлор	18	газ	-	2	90	0	0 <sup>00</sup>	пасм.	2
	Солян. кисл.	250	жидк.	4	5	270	+20	14 <sup>00</sup>	ясно	4
	Аммиак	1000	сж. газ	-	1	135	0	16 <sup>00</sup>	п/я	5
5	Аммиак	1000	газ	-	2	170	+20	18 <sup>00</sup>	ясно	2
	Солян. кисл.	50	жидк.	-	3	255	-20	2 <sup>00</sup>	ясно	4
	Хлор	375	сж. газ	4,8	4	360	0	11 <sup>00</sup>	пасм.	3
6	Хлор	90	газ	-	3	0	0	14 <sup>00</sup>	ясно	4
	Солян. кисл.	320	жидк.	4,1	4	35	+20	6 <sup>00</sup>	п/я	4
	Аммиак	530	сж. газ	-	1	190	-20	2 <sup>00</sup>	пасм.	5
7	Аммиак	25	газ		1	180	-20	0 <sup>00</sup>	ясно	2
	Солян. кисл.	175	жидк.	4	3	30	0	4 <sup>00</sup>	пасм.	4
	Хлор	265	сж. газ	3	5	260	+20	12 <sup>00</sup>	п/я	3
8	Хлор	45	сж. газ	4	1	0	+20	0 <sup>00</sup>	ясно	5
	Солян. кисл.	120	жидк.	-	4	70	0	14 <sup>00</sup>	пасм.	2
	Аммиак	530	газ	-	2	190	-20	17 <sup>00</sup>	п/я	1
	Солян. кисл.	60	жидк.	1,2	2	170	0	17 <sup>00</sup>	ясно	5

9	Хлор	140	сж. газ	-	1	35	+20	14 <sup>00</sup>	п/я	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Аммиак	160	газ	-	5	95	-20	0 <sup>00</sup>	пасм.	8
10	Хлор	260	сж. газ	2,5	1	75	+20	1 <sup>00</sup>	пасм.	3
	Аммиак	500	газ	-	2	350	-20	3 <sup>00</sup>	ясно	4
	Солян. кисл.	30	жидк.	-	4	280	0	16 <sup>00</sup>	п/я	2
11	Аммиак	420	газ	-	2	300	+20	0 <sup>00</sup>	пасм.	3
	Хлор	420	сж. газ	5	3	260	-20	4 <sup>00</sup>	п/я	5
	Солян. кисл.	20	жидк.	-	1	15	0	11 <sup>00</sup>	ясно	8
12	Солян. кисл.	120	жидк.	3	2	45	+20	14 <sup>00</sup>	ясно	5
	Хлор	25	сж. газ	5	1	90	-20	1 <sup>00</sup>	п/я	4
	Аммиак	280	газ	-	2	120	+20	18 <sup>00</sup>	пасм.	5
13	Аммиак	540	сж. газ	4	5	240	-20	15 <sup>00</sup>	ясно	4
	Хлор	115	газ	-	3	180	0	12 <sup>00</sup>	пасм.	2
	Солян. кисл.	300	жидк.	-	1	215	+20	2 <sup>00</sup>	п/я	6
14	Солян. кисл.	120	жидк.	3	1	115	0	14 <sup>00</sup>	ясно	3
	Хлор	220	сж. газ	-	2	240	+20	1 <sup>00</sup>	пасм.	4
	Аммиак	85	газ	-	4	15	-20	17 <sup>00</sup>	п/я	6
15	Хлор	120	сж. газ	4	2	90	-20	15 <sup>00</sup>	ясно	3
	Аммиак	250	газ	-	1	270	+20	3 <sup>00</sup>	пасм.	5
	Солян. кисл.	27	жидк.	-	-	45	0	18 <sup>00</sup>	п/я	4
16	Хлор	185	газ	-	2	70	+20	11 <sup>00</sup>	п/я	2
	Аммиак	900	сж. газ	3,5	3	60	-20	14 <sup>00</sup>	-	5
	Солян. кисл.	60	жидк.	-	4	95	0	3 <sup>00</sup>	ясно	3
17	Аммиак	18	газ	-	-	135	+20	4 <sup>00</sup>	пасм.	2
	Солян. кисл.	320	жидк.	-	1	250	-20	14 <sup>00</sup>	п/я	3
	Хлор	270	сж. газ	4	-	100	0	17 <sup>00</sup>	ясно	6
18	Хлор	14	газ	-	3	90	+20	11 <sup>00</sup>	-	5
	Солян. кисл.	65	жидк.	3	2	125	-	12 <sup>00</sup>	ясно	3
	Аммиак	380	сж. газ	-	1	250	-20	1 <sup>00</sup>	пасм.	2
19	Хлор	220	сж. газ	2,8	-	120	+20	9 <sup>00</sup>	ясно	5
	Солян. кисл.	60	жидк.	-	3	90	-20	14 <sup>00</sup>	п/я	3
	Аммиак	1250	газ	-	1	275	0	0 <sup>00</sup>	пасм.	2
20	Аммиак	35	газ	-	1	70	0	0 <sup>00</sup>	ясно	4
	Хлор	270	сж. газ	2,7	2	145	+20	14 <sup>00</sup>	-	6
	Солян. кисл.	90	жидк.	-	3	315	-20	9 <sup>00</sup>	пасм.	2
21	Хлор	250	сж. газ	-	-	10	+20	4 <sup>00</sup>	ясно	3
	Солян. кисл.	250	жидк.	3,1	2	70	-20	12 <sup>00</sup>	п/я	2
	Аммиак	1250	газ	-	5	240	0	16 <sup>00</sup>	пасм.	5
22	Солян. кисл.	80	жидк.	2,7	1	80	0	14 <sup>00</sup>	ясно	3
	Хлор	425	сж. газ	-	1	115	+20	17 <sup>00</sup>	пасм.	4
	Аммиак	219	газ	-	4	280	-20	0 <sup>00</sup>	-	6
23	Аммиак	1280	сж. газ	3,5	1	315	+20	2 <sup>00</sup>	ясно	3
	Хлор	140	газ	-	1	270	-20	10 <sup>00</sup>	пасм.	4
	Солян. кисл.	220	жидк.	-	4	160	0	17 <sup>00</sup>	-	5
24	Хлор	415	сж. газ	2,8	2	180	+20	14 <sup>00</sup>	ясно	4
	Солян. кисл.	224	жидк.	-	1	240	-20	16 <sup>00</sup>	пасм.	3
	Аммиак	180	газ	-	4	45	0	0 <sup>00</sup>	-	5
25	Аммиак	1250	сж. газ	-	1	30	0	1 <sup>00</sup>	ясно	5
	Хлор	500	газ	-	3	130	-20	5 <sup>00</sup>	п/я	4
	Солян. кисл.	165	жидк.	1,5	5	280	+20	13 <sup>00</sup>	пасм.	6

Примечания:

- " - " в графе «Высота обваловки» означает, что ёмкость не обвалована, то есть происходит свободный разлив жидкости.
- " - " в других графах означает, что эти данные во время оценки обстановки неизвестны.
- Дирекционный угол ветра показывает направление, откуда дует ветер. Например: Северный ветер - угол равен  $0^\circ$ , южный ветер - угол равен  $180^\circ$ .

#### **4. Оценка устойчивости функционирования производственного участка в чрезвычайных ситуациях.**

##### **4.1 Обстановка.**

На основании указания Министерства, начальник ГО машиностроительного завода приказал создать исследовательские группы, под руководством главного инженера и оценить устойчивость работы завода в чрезвычайных ситуациях.

Машиностроительный завод находится на северо-восточной окраине города Белянска, выпускает комплектующие изделия и запасные части к зерноуборочным комбайнам. Площадь завода  $2 \text{ км}^2$ , плотность застройки 30%. План завода приведён на рисунке.

В районе расположения завода возможны следующие чрезвычайные ситуации: взрыв газоздушнoй смеси, пожары, наводнения и снежные заносы, аварии на коммунально-энергетических сетях. В случае нападения противника на категорированный город Белянск, завод попадает в зону возможных сильных разрушений.

В 3 км юго-западнее завода проходит магистральная линия газопровода. В соседней области расположена атомная электростанция. Южнее города Белянск на расстоянии 3 км от завода расположена водозаборная станция, где имеется постоянный запас 25 тонн хлора.

На западной окраине города, на расстоянии 2 км от завода, расположен холодильник горпищеторга, в установках которого имеется 5 тонн жидкого аммиака.

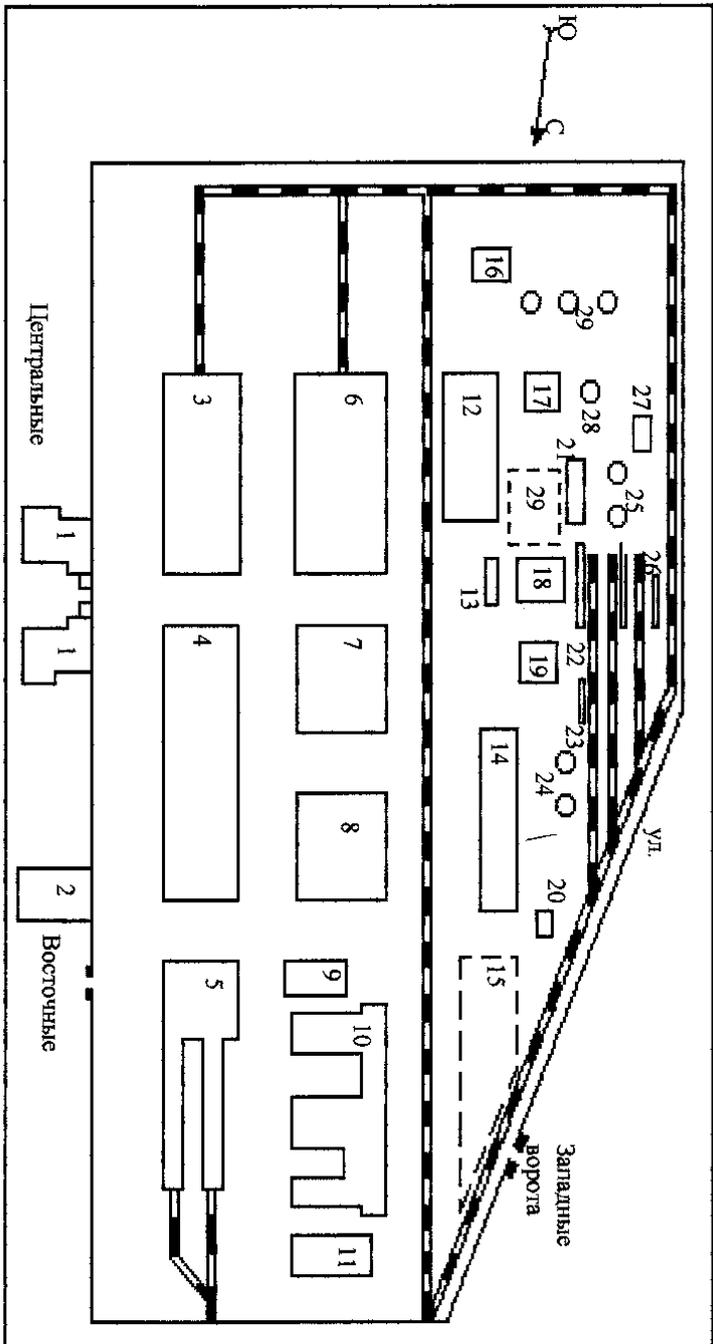
На складской территории завода в углубленной ёмкости хранится 10 тонн сжиженного пропана, на заправочном пункте - 5 тонн горюче-смазочных материалов.

Рабочие и служащие обеспечены средствами индивидуальной защиты на 80%, промышленных противогазов нет. В стадии формирования находится специальная группа ПРиГГХЗ. Приборы радиационной и химической разведки, дозиметрического контроля имеются.

##### **4.2 Исходные данные.**

Исходные данные для оценки устойчивости основных производственных участков по вариантам приведены в таблице 4.3.

Для укрытия рабочих и служащих основных производственных участков на территории завода имеется 10 убежищ. Величина избыточного давления в каждом из них составляет  $2 \text{ кг/см}^2$ . Вместимость убежищ приведена в табл.4.1.



**СПЕЦИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ЗАВОДА**

- |                        |                          |                      |                          |
|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1. Заводуправление     | 8. Механический цех №2   | 15. Открытый склад   | 22. Столярный цех        |
| 2. Столовая            | 9. Компрессорная         | 16. Насосная         | 23. Склад отл. снаб.     |
| 3. Кузнечный цех       | 10. Сборочный цех        | 17. Диегетчерская    | 24. Резервуары с водой   |
| 4. Маргеновский цех    | 11. Шлифовальный цех     | 18. Инструментальный | 25. Склад сырья          |
| 5. Механический цех №1 | 12. Цех ширпотреба       | 19. Электроцех       | 26. Склад стройматериал. |
| 6. Литейный цех        | 13. Котельная            | 20. ОВЦК             | 27. Водонапорная башня   |
| 7. Прессовый цех       | 14. Склад готов. продук. | 21. Гараж            | 28. Тракторы             |
|                        |                          |                      | 29. Подземное убежище    |

Таблица 4.1

## Защитные сооружения

№	Наименование убежища	Вместимость, чел.
0	Кузнечный цех	100
	Мартеновский цех	160
	Механический цех №1	360
	Литейный цех	140
	Прессовый цех	150
	Механический цех №2	150
	Компрессорная	50
	Сборочный цех	250
	Шлифовальный цех	50
	Подземное убежище	140

Сроки перевода убежищ к приёму указаны в таблице 4.2.

Таблица 4.2

## Готовность убежищ

№ убежища	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Время, необходимое для перевода убежища в режим защитного сооружения, ч	8	10	17	12	7	9	10	11	7	10

Таблица 4.3

Численность рабочих и служащих, характеристика зданий, сооружений, оборудования, КЭС основных производственных участков завода и расстояние до ёмкости с пропаном.

№ варианта	Основные производственные участки	Численность наибольшей рабочей смены	Здания и сооружения	Оборудование	Коммунально-энергетические сети (КЭС)	Характеристика строительных конструкций, наличие сгораемых элементов	Расстояние до емкости с пропаном, м
1	Кузнечный цех	120	Промышленное здание с металлическим каркасом и крановым оборудованием 25-50т	Кузнечно-прессовое оборудование.	Кабельные подземные и наземные линии, трубопроводы на металлических эстакадах.	Строительные конструкции не сгораемые с пределами огнестойкости несущих стен 3ч, заполнения между стенами 3ч, перекрытий 1,5ч перегородок 1ч, сгораемых материалов нет.	450
	Мартеновский цех	100	Промышленное здание с	Подъемно-транспортное	Кабельные подземные и наземные	Пределы огнестойкости строительных конструк-	400

2			металлическим каркасом и крановым оборудованием 65-100т	оборудование, тяжёлые станки, ленточные и ковшовые конвейеры	линии, трубопроводы на железобетонных эстакадах.	ций те же, сгораемых материалов нет.	
3	Механический цех №1	200	Здание с лёгким металлическим каркасом	Тяжёлые и средние станки	Кабельные подземные линии, водопроводные и канализационные, заглубленные	Пределы огнестойкости строительных конструкций те же, бумага обёрточная коричневая, дермантин	450
4	Литеный цех	90	Промышленное здание с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления около 30%	Ленточные и ковшовые конвейеры в галерее на железобетонной эстакаде, гибкие шланги для транспортировки сыпучих материалов	Кабельные подземные и наземные линии, трубопроводы на железобетонных эстакадах.	Пределы огнестойкости строительных конструкций те же, сгораемых материалов нет.	300
5	Прессовый цех	80	Здание из сборного железобетона	Кузнечно-прессовое оборудование.	Кабельные подземные линии, трубопроводы на металлических эстакадах.	Пределы огнестойкости строительных конструкций те же, спецодежда новая и поношенная	300
6	Механический цех №2	170	Здание с лёгким металлическим каркасом	Средние и лёгкие станки	Кабельные подземные линии, водопроводные и канализационные, заглубленные	Строительные конструкции не сгораемые с пределами несущих стен 2,5ч, заполнений между стенами 0,25ч, перекрытий 1,05ч перегородок 0,25ч, доски, окрашенные в белый и светлые цвета	350

№ варианта	Основные производственные участки	Численность наибольшей рабочей смены	Здания и сооружения	Оборудование	Коммунально-энергетические сети (КЭС)	Характеристика строительных конструкций, наличие сгораемых элементов	Расстояние до емкости с пропаном, м
7	Компрессорная	10	Одноэтажное здание с металлическим каркасом и стеновым заполнением из волокнистой стали	Электродвигатели мощностью 10кВт и более, открытые, контрольно-измерительная аппаратура	Кабельные подземные и наземные линии, тросопроводы на металлических эстакадах.	Строительные конструкции несгораемые с пределами огнестойкости несущих стен 2,5ч, заполнений между стенами и перегородок 0,25ч, перекрытий 1ч, спецодежда новая и поношенная	370
8	Сборочный цех	250	Промышленное здание с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления около 30%	Подъемно-транспортное оборудование, станки средние и лёгкие ленточные конвейеры	Кабельные подземные линии, водопроводные и канализационные, заглубленные	Пределы огнестойкости строительных конструкций те же. Бумага обёрточная коричневая, дермантин	380
9	Шлифовальный цех	100	Промышленное здание с металлическим каркасом и сплошным хрупким заполнением стен и крыш	Станки средние и лёгкие	Кабельные подземные линии, водопроводные и канализационные, заглубленные	Пределы огнестойкости строительных конструкций те же. Бумага обёрточная коричневая, доски, окрашенные в белый цвет	400

№ варианта	Основные производственные участки	Численность наибольшей рабочей смены	Здания и сооружения	Оборудование	Коммунально-энергетические сети (КЭС)	Характеристика строительных конструкций, наличие сгораемых элементов	Расстояние до емкости с пропаном, м
10	Котельная	5	Одноэтажное бескаркасное здание с перекрытием из ж/б сборочных элементов	Электродвигатели мощностью 10кВт и более, контрольно-измерительная аппаратура	Кабельные наземные линии, трубопроводы наземные	Строительные конструкции негоряемые с пределами огнестойкости несущих стен - 3ч, заполнений между стенами 3ч, перекрытий 1ч, перегородок 1ч. Сгораемых материалов нет.	100
11	Насосная станция	3	Одноэтажное здание с металлическим каркасом и стеновым заполнением из волокнистой стали	Электродвигатели мощностью 10кВт и более, контрольно-измерительная аппаратура	Кабельные наземные линии, трубопроводы, заглубленные на 20 см	Строительные конструкции негоряемые с пределами огнестойкости несущих стен 2,5ч, заполнений между стенами и перегородок 0,25ч, перекрытий 1ч. Сгораемых материалов нет	150
12	Инструментальный цех	120	Кирпичное одноэтажное здание с перекрытием из железобетонных сборных элементов	Станки средние и лёгкие	Кабельные подземные линии, водопроводные и канализационные линии заглубленные	Несущие стены негоряемые с пределом огнестойкости 2ч, заполнения между стенами негоряемые-0,25ч, перекрытия негоряемые-0,75ч, перегородки трудногоряемые-0,25ч. Бумага обёрточная коричневая, ткань хлопчатобумажная.	80

№ варианта	Основные производственные участки	Численность наибольшей работающей смены	Здания и сооружения	Оборудование	Коммунально-энергетические сети (КЭС)	Характеристика строительных конструкций, наличие сгораемых элементов	Расстояние до емкости с пропаном, м
13	Электродвигатель	60	Здание из сборного железобетона	Электродвигатели 2-10кВт, генераторы 100-300кВт, трансформаторы 100-1000кВт	Кабельные подземные и наземные линии, трубопроводы, заглубленные на 20 см	Строительные конструкции негорючие с пределами огнестойкости несущих стен 2,5ч, заполнений между стенами и перегородок 0,25ч, перекрытий 1ч. Дермантин	100
14	Автотранспортный цех (гараж)	30	Здание с лёгким металлическим каркасом	Подъёмно-транспортное оборудование	Кабельные подземные линии, водопроводные и канализационные линии заглубленные	Пределы огнестойкости строительных конструкций те же. Спецодежда из хлопчатобумажной ткани новая и поношенная	50
15	Столярный цех	50	Кирпичное одноэтажное здание	Станки средние и лёгкие	Кабельные подземные линии, водопроводные и канализационные линии заглубленные	Несущие стены негорючие с пределом огнестойкости 2ч, перекрытия негорючие-0,75ч заполнения между стенами негорючие-0,25ч, перегородки трудногорючие-0,25ч. Древесина сосновая свежеструганная, сухая, сосновая стружка светлая	70

#### **4.3 Оценка устойчивости инженерно-технологического комплекса цеха к воздействию ударной волны.**

Воздушная УВ на территории завода может возникнуть при взрыве газо-воздушной смеси пропана, а также при применении по г. Белянск современных средств нападения противника. Определить:

- по форме табл. 4.2., с.44 т [ 7 ] для здания, технологического оборудования, КЭС производственного участка в соответствии с данным вариантом пользуясь таблицей приложения 2, с. 196-200 [ 7 ] определяются величины избыточных давлений, вызывающие различные степени их разрушений и строятся графики;

- по построенным графикам для каждого элемента определяются пределы устойчивости, за которые принимаются максимальные величины избыточных давлений слабых разрушений;

определяются предел устойчивости производственного участка по минимальному пределу устойчивости его элементов;

- пользуясь рис. 6.2, с.73 [ 7 ] определить ожидаемое значение избыточного давления во фронте воздушной ударной волны при взрыве газо-воздушной смеси пропана;

- по построенным графикам определить степень разрушения различных элементов при действии воздушной ударной волны от взрыва газо-воздушной смеси пропана, сделать выводы и предложить ИШ ГО

#### **4.4 Оценка противопожарной устойчивости производственного участка (цеха).**

При оценке противопожарной устойчивости производственного участка (цеха) в соответствии с данным вариантом в форме таблицы 5.3., с.68 [ 7 ] необходимо:

- определить степень огнестойкости здания или сооружения по табл. приложения 6, с.207 [ 7 ];

- определить категорию производства по пожарной опасности по табл. приложения 7, с.208.,209 [ 7 ];

- определить световые импульсы воспламенения или обугливания имеющихся сгораемых или трудносгораемых материалов по табл.29, с. И 7 [6];

- сделать выводы, пользуясь [ 6 ] с. 116... 118, [ 7 ] с.65;

- предложить противопожарные мероприятия, пользуясь [ 6 ] с.130... 131, [ 7 ] с.187...188.

#### **4.5 Оценка надежности противорадиационной и противохимической защиты рабочих и служащих.**

Источником радиоактивного заражения территории машзавода может быть выброс РВ при аварии на АЭС, расположенной в соседней области. По расчётам специалистов территория г. Белянск может оказаться в зоне " П " - профилактических мер защиты с возможными уровнями радиации в пределах до 200мР/ч.

Источниками химического заражения территории машзавода, в зависимости от направления среднего ветра могут быть:

- авария на водозаборной станции находящейся на расстоянии 3 км от завода, где хранится 25 тонн хлора;

- утечка жидкого аммиака при аварии производственных установок холодильника горпищеторга г. Белянск в количестве 5 тонн.

Состояние атмосферы - изотермия, скорость ветра 1 км/ч в направлении машзавода.

При оценке надёжности противорадиационной и противохимической защиты требуется:

наметить мероприятия противорадиационной защиты рабочих и служащих, проводимые в зоне" П", по таблице 4.4;

определить глубину распространения хлора, при возможной аварии на очистных сооружениях, с поражающей и смертельной концентрацией по

табл.6.2 [ 7 ] с.81, сделать выводы;

- определить глубину распространения аммиака при возможной аварии на холодильнике горпищеторга с поражающей и со смертельной концентрацией по табл.6.2 [ 7 ] с.81, сделать выводы;

- сделать выводы по степени обеспеченности средствами индивидуальной и медицинской защиты, и состоянию формирования ППриПХЗ.

#### 4.6 Оценка надёжности инженерной защиты рабочих и служащих.

При оценке надёжности инженерной защиты рабочих и служащих завода требуется:

- определить численность наибольшей работающей смены основных производственных участков (цехов), используя данные таблицы 4.3; определить вместимость имеющихся защитных сооружений, отвечающих требованиям по готовности к приёму укрываемых, используя данные табл.4.1, (вместимость защитных сооружений, имеющих время перевода на режим защитного сооружения более 12 часов (см. табл. 4.2), при расчёте не учитывать);

- определить процент укрываемых из числа наибольшей рабочей смены.

Таблица 4.4

Применимость мер защиты в различных зонах района радиоактивного загрязнения при аварии на АЭС

Меры защиты	Зона загрязнения		
	Э	П	О
- Укрытие	XX	X	-
- Йодная профилактика	XX	X	-
- Защита органов дыхания	XX	X	-
- Ограничение доступа в район загрязнения	XX	X	X
- Эвакуация		-	-
- Санобработка людей	XX	X	-
- Медицинская помощь	X		-
- Перевод скота на незаражённое пастбище или корма	X	XX	XX
- Временное исключение из потребления пищевых продуктов местного производства	-	XX	XX
- Дезактивация загрязнённой местности	X	X	-

Примечания: XX - применима и играет важную роль;

X - применима;

"-" - не применима или имеет ограниченное применение;

Э - зона экстренных мер;

П - зона профилактических мероприятий;

О - зона ограничений.

### **Библиографический список**

1. Нормы радиационной безопасности НРБ-79/97.
2. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности - Изд. 3-е перераб; и доп. - М: Атомиздат, 2007. - с.384.
3. Булдигов Л. А. Радиоактивные вещества и человек, - М: Энергоатомиздат, 1990. – с. 160.
4. Кравцов Ю.В. Методические указания к практическим занятиям по теме: «Определение доз облучения от гамма-излучающих радионуклидов », -Тула: ТулГУ , 1996,-с.31.
5. Родин В.А. Оценка обстановки при аварии на химически опасном объекте, - Тула: ТулГУ, 1996,-с.31.
6. В.Г. Атаманюк, Л.Г.Ширшев, Н.И.Акимов. Гражданская оборона: Учебник для ВУЗов / Под редакцией Д.И.Михайлина. -М : Высш. шк., 1984. - с.207.
7. Повышение устойчивости работы промышленных объектов народного хозяйства в военное время / Под редакцией Г.П.Демиденко - К: Вища шк. Головное издательство, 1984, - с.292.
8. Методические рекомендации по организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях. Под редакцией М.М. Дзыбова. М. ВНИИ ГОЧС 2004.- 124 с.
9. Кирин Б.Ф. Защита в чрезвычайных ситуациях./ Кирин Б.Ф., Каледина Н.О., Слепцов В.И. / Учебное пособие для вузов. Московский государственный горный университет. – М.: МГГУ, 2004. -285с.
10. Безопасность жизнедеятельности: Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда / Учебное пособие для ВУЗов /П.П.Кукин [и др.] - 3-е издание, испр. – М.: Высш. шк., 2004.-318с.
11. Мاستрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебник для ВУЗов /Б.С.Мастрюков.- 2-е изд., стер. –М.: Академия , 2004. -336с.
12. Репин Ю.В. Безопасность и защита человека в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие для ВУЗов/ Ю.В.Репин.- М.: Дрофа, 2005. – 191с.