

**НЕГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АКАДЕМИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ И МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ»
(НОУ ВПО «АКАДЕМИЯ ГЗМК»)**



Кафедра "Техносферная безопасность"

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к расчетно-практическому занятию
по дисциплине:**

«Безопасность жизнедеятельности»

на тему:

**«Оценка обстановки в зоне чрезвычайной ситуации
при взрывах и пожарах»**



Махачкала 2012

Методические указания к расчетно-практическому занятию по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»: «Оценка обстановки в зоне чрезвычайной ситуации при взрывах и пожарах»/ к.т.н., доцент Г. Г. Гамидова. – Махачкала: АГЗМК, 2012. – 21.

В методических указаниях разработаны расчетные задания для самостоятельного выполнения студентами очной формы обучения.

Изложен теоретический материал и описана последовательность и методические рекомендации к выполнению расчетов для оценки ожидаемой обстановки в зоне чрезвычайной ситуации при взрывах и пожарах.

Цель методических указаний - закрепление и углубление теоретических знаний у студентов АГЗМК по теме «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» в нормативной дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» в базовой части профессионального цикла.

СОДЕРЖАНИЕ

Цель работы	3
1. Теоретический раздел	3
2. Порядок выполнения расчетов	7
3. Типовые задачи для решения на занятии	14
4. Индивидуальное расчетно-практическое задание	15
5. Содержание отчета о практическом занятии	15
6. Контрольные вопросы	16
Приложения А	17
Приложения Б	17
Приложения В	18

ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ В ЗОНЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ ПРИ ВЗРЫВАХ И ПОЖАРАХ

Цель работы: ознакомить студентов с методикой оценки обстановки в зоне чрезвычайной ситуации, вызванной взрывами и пожарами.

В результате выполнения работы студент должен уметь самостоятельно производить оценку ожидаемой обстановки и выполнять необходимые расчеты.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Взрыв - внезапное изменение физического или химического состояния вещества, сопровождающееся крайне быстрым выделением энергии, которое приводит к разогреву, движению и сжатию продуктов взрыва и окружающей воздушной (газовой) среды, к возникновению интенсивного скачка давления и к разрушениям. При соприкосновении с воздухом газообразные продукты разложения некоторых веществ обладают способностью воспламеняться, что не только обуславливает разрушения от воздействия взрывной ударной волны, но и вызывает большие пожары.

Зоной чрезвычайной ситуации (ЧС) при взрывах называют территорию, в пределах которой происходит поражение людей животных, разрушаются или повреждаются здания и сооружения.

Следует отметить, что взрывы ГВС по радиусу поражения в 2-3 раза опаснее взрывов ВВ!

В 1989 году в Башкирии из-за разрыва газопровода у железнодорожного полотна образовалось огромное облако углеводородной смеси. При прохождении двух встречных пассажирских поездов произошел сильнейший взрыв, в результате которого погибли и пропали без вести почти 800 человек. 11 вагонов были сброшены с железнодорожного полотна, 7 из них сгорели полностью.

Зона ЧС при объемных взрывах разделяется на 5 радиусов (зон) поражения:

- радиус детонационной волны, находится в пределах облака взрыва;
- радиус действия продуктов взрыва, охватывает всю площадь разлета продуктов ГВС, в результате ее детонации;
- радиус действия воздушной ударной волны, где формируется фронт ударной волны, распространяющейся по поверхности земли;
- радиус действия теплового поля (пожары и ожоги людей);
- радиус действия токсического задымления (отравление людей, животных).

В зависимости от последствий взрыва и характера разрушений выделяют зоны: слабых, средних, сильных и полных разрушений.

Зона слабых разрушений характеризуется избыточным давлением во фронте ударной волны от 10 до 20 кПа. В этой зоне здания и сооружения получают незначительные разрушения.

Зона средних разрушений образуется при избыточном давлении от 20 до 30 кПа. В пределах этой зоны деревянные постройки разрушаются полностью, здания и сооружения получают частичные разрушения, образуются отдельные завалы.

В зоне сильных разрушений избыточное давление составляет от 30 до 50 кПа. В этой зоне жилые дома разрушаются полностью. Промышленные здания получают сильные разрушения, образуются местные и сплошные завалы.

Зона полных разрушений характеризуется избыточным давлением 50 кПа и

более.

В пределах этой зоны полностью разрушаются все жилые и промышленные здания и сооружения. Образуются сплошные завалы, разрушаются подземные коммунально-энергетические сети.

Пожар - это неконтролируемый процесс горения вне специального очага, наносящий ущерб. Ежедневно в Украине возникает 150 - 200 пожаров. За год число пожаров доходит до 60 000. Ежегодно в нашей стране в огне погибает около 10000 человек.

Опасными факторами пожара (ОФП) являются:

- открытый огонь и искры;
- повышенная температура окружающей среды и предметов;
- токсичные продукты горения;
- дым;
- падающие части строительных конструкций, агрегатов и установок.

Следует отметить, что значительное количество людей погибает на пожарах не от открытого огня, а от падающих частей строительных конструкций и отравления токсичными продуктами горения.

По масштабам и интенсивности пожары можно разделить на:

- отдельный пожар;
- сплошной пожар;
- огневой шторм;
- массовый пожар.

Отдельным считается пожар, который охватил отдельное здание, сооружение или небольшую изолированную группу домов.

Сплошной пожар характеризуется одновременным интенсивным горением большей части домов и строений на всей территории жилой застройки (при горении более 50% зданий и сооружений). При этом виде пожара в течение 1-2 часов огнем охватывается более 90% всех строений. В определенных условиях сплошные пожары могут переходить в огневой шторм.

Огневой шторм - особая форма сплошного пожара на значительной территории (1,5-2км²), который характеризуется мощными восходящими вверх пото-

ками продуктов горения и горячего воздуха, создающими условия для ураганного ветра, дующего со всех сторон к центру горящего района (скорость ветра 50 км/ч и более). При этом столб огня может подниматься на высоту до 5 км.

Под массовым пожаром понимают совокупность сплошных и отдельных пожаров на большой территории.

К основным характеристикам пожара относят:

- интенсивность теплового излучения пожара, $J, \text{Дж} / \text{м}^2 \times \text{с}$;
- удельная теплота сгорания, $Q_c, \text{кДж} / \text{кг}$;
- удельная теплота пожара, $Q_n, \text{кДж} / \text{м}^2 \times \text{с}$.

Основные действия при пожаре сводятся к следующему. Если невозможно потушить пожар своими силами следует, соблюдая спокойствие, немедленно покинуть горящее здание. Пользоваться лифтом нельзя. Для эвакуации следует использовать основные и запасные выходы и лестницы (вы должны изучить пути эвакуации в обычной обстановке). Уходя, выключите электроприборы, перекройте кран подачи газа, плотно закройте окна и двери в квартире.

Если лестничные марши задымлены (густой дым заполнил все выходы), следует плотно закрыть двери и окна в квартире, выйти на балкон и эвакуироваться по пожарной лестнице. Опасно входить в зону задымления при видимости менее 10 м. Дым очень токсичен, горячие газы могут обжечь легкие.

Если все безопасные выходы отсутствуют, оставайтесь в квартире. Плотное закройте входную дверь и все окна в вашей квартире. У входной двери необходимо законопатить все щели мокрыми тряпками (для предотвращения проникновения дыма). Внутреннюю сторону двери целесообразно периодически поливать водой (во избежание повышения температуры). Незамедлительно сообщите пожарным о своем местонахождении в доме по телефону, при его отсутствии встаньте у окна, чтобы пожарным было известно о вашем пребывании в квартире.

В городских условиях пожарным требуется всего несколько минут, чтобы прибыть на место пожара.

При проникновении дыма в вашу квартиру держитесь около пола: там всегда есть чистый воздух. Закройте рот и нос влажным платком или полотен-

цем. Ни в коем случае не пытайтесь спускаться по водосточным трубам или прыгать с верхних этажей (каждый второй прыжок с четвертого этажа смертелен).

Если здание повреждено взрывом, то входить в него следует с осторожностью, убедившись в отсутствии значительных повреждений перекрытий. После выноса людей из зоны взрывов (разрушения) и пожаров следует немедленно приступить к оказанию первой медицинской помощи.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ

2.1 Оценка обстановки при взрывах ВВ

Поражающим фактором при взрывах ВВ является ВУВ. ВУВ характеризуется двумя параметрами: избыточным давлением и давлением скоростного напора.

Оценка обстановки при взрывах ВВ может быть дана двумя способами. При первом способе вначале определяют приведенный радиус R^*

$$R^* = \frac{r}{\sqrt[3]{2 \times \eta \times G \times k_e}}, \quad (1)$$

где r - расстояние от центра взрыва ВВ, м;

η - коэффициент, учитывающий характер подстилающей поверхности:

для металла -1, для бетона - 0,95, для грунта и дерева - 0,6...0,8;

G - масса ВВ, кг;

k_e - коэффициент приведения данного вида ВВ к тротилу (выбирается по таблице 1).

Таблица 1. Значение коэффициента приведения k_e ВВ к тротилу

Вид ВВ	Тротил	Тритонал	Гексоген	Амонал	Тетрил	Амотол	Порох
k_e	1	1,53	1,3	0,99	1,15	0,94	0,66

Далее, в зависимости от значения приведенного радиуса вычисляется избы-

точное давление ВУВ. Если $R^* \leq 6,2$; то избыточное давление ΔP (кПа) рассчитывают по формуле

$$\Delta P = \frac{700}{3 \times \left(\sqrt{1 + R^{*3}} - 1 \right)} . \quad (2)$$

Если $R^* > 6,2$; то избыточное давление ΔP (кПа) рассчитывают по формуле:

$$\Delta P = \frac{70}{R^* \times \left(\sqrt{\lg R^*} - 0,332 \right)} . \quad (3)$$

Затем, для прогнозирования обстановки на пожаровзрывоопасных объектах рекомендуется на план объекта нанести зоны с радиусами, соответственно равными $\Delta P = 100; 50; 30; 20; 10$ кПа.

При втором (ориентировочном) способе оценки обстановки избыточное давление определяют по формуле:

$$\Delta P = 95 \frac{\sqrt[3]{G}}{R} + 390 \frac{\sqrt[3]{G^2}}{R^2} + 1300 \frac{G}{R^3} , \quad (4)$$

где ΔP - избыточное давление, кПа;

G - масса заряда, кг;

R - расстояние от места взрыва, м.

Размер зоны ЧС при оперативных оценках вычисляют по зависимости:

$$R_d = k_0 \times \sqrt[3]{G} , \quad (5)$$

где R_d - размер зоны ЧС, м;

k_0 - безразмерный коэффициент, характеризующий зоны разрушений (выбирается по таблице 2);

G - масса заряда, кг.

Таблица 2 -Значения коэффициента k_0

Наименование зоны	Значение избыточного давления ΔP , кПа	Значение коэффициента k_0
Слабого разрушения	10-20	13,5
Среднего разрушения	20-30	8,2
Сильного разрушения	30-50	6,4
Полного разрушения	50 и более	4,7

Избыточное давление определяет разрушающее, а давление скоростного напора - метательное, опрокидывающее действие ВУВ. Для оценки устойчивости объектов к воздействию скоростного напора необходимо воспользоваться специальной литературой, например [2].

Ожидаемые безвозвратные потери (чел.) N_k в зоне ЧС при взрывах ВВ рассчитывают по формуле:

$$N_k = P \times G^{0,666}, \quad (6)$$

где P - плотность населения, тыс. чел. / км²

G - масса ВВ, т.

2.2 Оценка обстановки при взрывах ГВС и пожарах

Для оценки обстановки при взрывах ГВС сначала рассчитывают радиусы поражения.

Радиус детонационной волны R_1 (м) определяют из выражения:

$$R_1 = 17,5 \times \sqrt[3]{G}, \quad (7)$$

где G - количество ГВС, т.

Радиус действия продуктов взрыва R_2 (м) определяют по формуле:

$$R_2 = 1,7 \times R_1. \quad (8)$$

Радиус внешней границы действия воздушной ударной волны R_3 (м) можно определить по графику, приведенному на рисунке 1.

Радиус действия теплового поля R_4 (м) вычисляют по формуле

$$R_4 = (3,1...3,6) \times R_2 . \quad (9)$$

Радиус зоны токсического задымления R_5 (м) можно рассчитать по выражению

$$R_5 = \frac{34,2}{k_1} \times \left(\frac{G}{V_e \times k_2 \times D_m} \right)^{\frac{2}{3}} , \quad (10)$$

где k_1 - коэффициент шероховатости местности, для открытой местности $k_1 = 1$, для городской застройки, леса $k_1 = 3,5$;

k_2 - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы (для инверсии $k_2 = 1$, для изотермии $k_2 = 1,5$, для конвекции $k_2 = 2$);

V_e - скорость ветра, м/с;

D_m - токсическая доза вещества, мг X мин /л;

G - масса ГВС, кг.

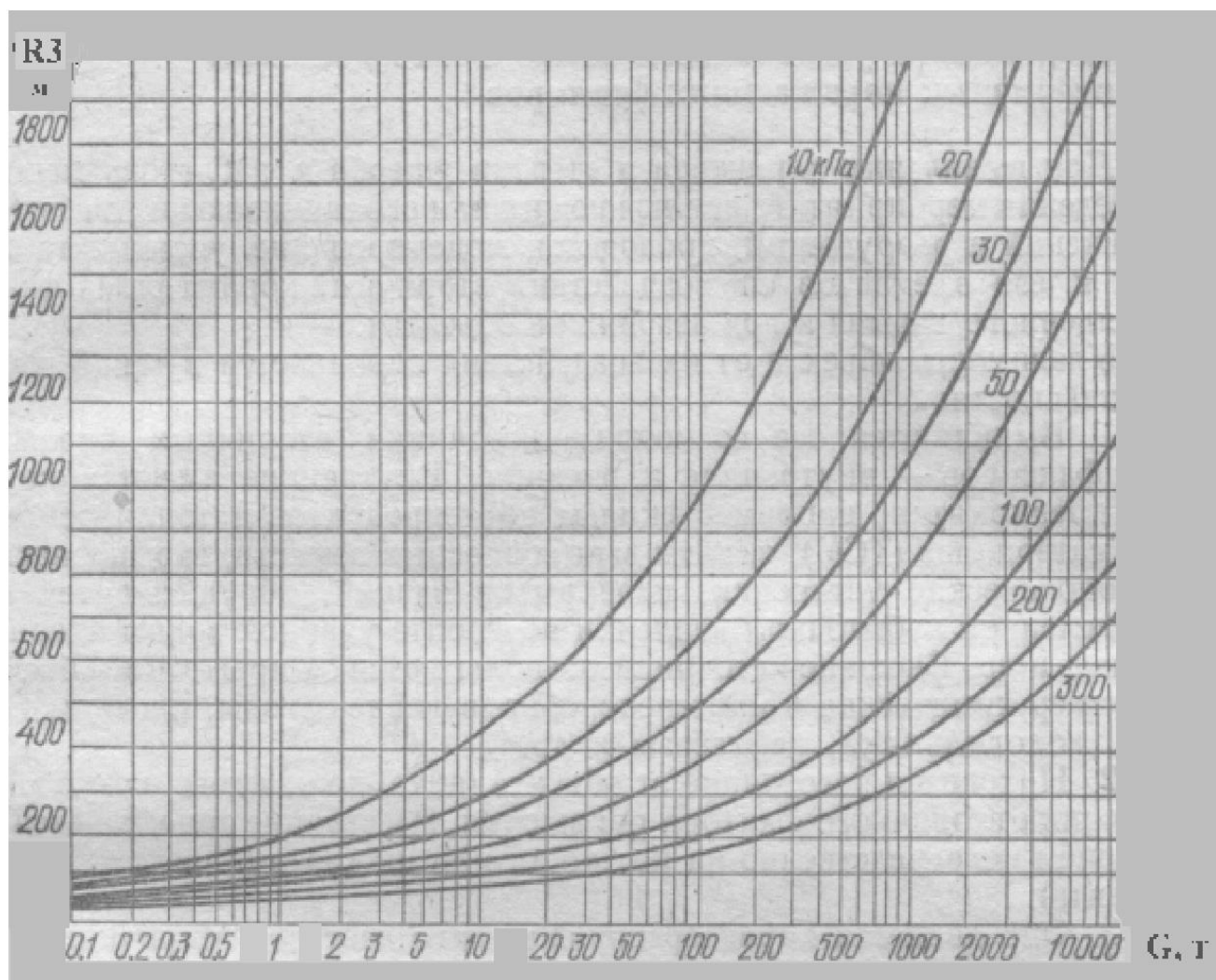


Рисунок 1. Зависимость радиуса R_3 от количества ГВС

Для определения степени вертикальной устойчивости атмосферы (СВУА) можно воспользоваться справочным приложением А методических указаний. При всех видах взрывов образуется поле осколков (части оболочек резервуаров, стен зданий и т.д.).

Дальность полета осколков L_o , (м) определяется по формуле

$$L_o = 238 \times \sqrt[3]{G} , \quad (11)$$

где G - количество ГВС или ВВ, т.

Далее определяют избыточное давление для соответствующих радиусов поражения.

В пределах радиуса детонации R_1 избыточное давление может приниматься постоянным $\Delta P_1 = 1700$ кПа.

Для зоны R_2 избыточное давление ΔP_2 (кПа) определяют по формуле где R_1 - радиус детонационной волны, м;

$$\Delta P_2 = 1300 \times \left(\frac{R_1}{R} \right)^3 + 50 , \quad (12)$$

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

Для определения избыточного давления в пределах радиуса R_3 вначале определяют относительную безразмерную величину Ψ по формуле:

$$\Psi = 0,24 \times \frac{R_3}{R_1} , \quad (13)$$

где R_1 - радиус детонации, м;

R_3 - радиус действия воздушной ударной волны (или расстояние от центра взрыва до точки, в которой требуется определить избыточное давление ВУВ), м.

Если $\Psi < 2$, то избыточное давление ΔP_3 , (кПа) рассчитывают по формуле:

$$\Delta P_3 = \frac{700}{3 \times \left(\sqrt{1 + 29,8 \times \Psi^3} - 1 \right)} . \quad (14)$$

Если $\Psi > 2$, то избыточное давление ΔP_3 , (кПа) определяют из выражения:

$$\Delta P_3 = \frac{22}{\Psi \times \sqrt{\lg \Psi + 0,158}}. \quad (15)$$

Тепловой импульс от взрыва ГВС на расстоянии R (м) от центра взрыва рассчитывают по формуле:

$$U = J \times t_c, \quad (16)$$

где U - тепловой импульс, кДж/м²;

J - интенсивность теплового излучения, кДж/м² X с;

t_c - продолжительность существования огненной сферы при взрыве ГВС, с.

Интенсивность теплового излучения J , кДж/м² X с определяют по формуле:

$$J = Q_0 \times F \times T_A, \quad (17)$$

где Q_0 - удельная теплота пожара, кДж/м² X с, (для бензина -1780-2200 кДж/м² X с, для смеси метана, пропана, бутана -2800 кДж/м² X с);

F -угловой коэффициент взаимного расположения объекта и источника взрыва;

T_A - показатель прозрачности атмосферы, определяемый по формуле

$$T_A = 1 - 0,058 \times \ln R, \quad (18)$$

где R - расстояние (м), от центра взрыва до заданной точки.

Продолжительность существования огненной сферы при взрыве ГВС - t_c , (с) обычно принимают в следующих пределах:

$$t_c = 0,45 \text{ ч} - (0,85 \times V_G), \quad (19)$$

где G - количество ГВС, т.

На практике для расчета безопасного расстояния R_s , (м) от различных очагов пожаров используют выражение

$$R_s = R_0 \times \sqrt{\frac{\alpha \times Q_0}{J_0}}, \quad (20)$$

где R_0 - характерный размер очага пожара, м;

α - коэффициент, учитывающий геометрию очага пожара (0,02 - плоский очаг - разлив горючего; 0,08 - объемный очаг - дом, резервуар);

Q_0 - удельная теплота пожара, кДж/м² X с;

J_0 - предельное значение интенсивности теплового излучения, кДж/м² X с, (справочное приложение Б).

Характерный размер очага пожара R_0 , (м) определяется для объемного объекта соотношениями (21), а для разлитой горючей жидкости выражением (22)

$$R_0 = V S, \quad (21)$$

где S - площадь горящего фронтона здания, м^2 .

$$R_0 = V 25.5 \times V_a, \quad (22)$$

где V_a - объем разлившейся горючей жидкости, м^3 .

Безвозвратные потери людей N_d при взрывах ГВС ориентировочно определяют по формуле

$$N_d = 3 \times P \times G^{0.666}, \quad (23)$$

где P - плотность населения, тыс.чел. / км^2 ;

G - количество ГВС, т.

Сравнивая формулы (6) и (23) можно сделать вывод, что взрывы ГВС в 3 раза опаснее (по радиусу поражения), чем взрывы ВВ.

Особую опасность представляют взрывы ВВ и ВОВ в помещениях, так как в ограниченном пространстве избыточное давление 30-40 кПа приводит к разрушению объекта.

Избыточное давление ΔP_p (кПа) при взрыве ГВС в помещении можно рассчитать по формуле:

$$\Delta P_F = 14 \times \frac{G \times Q_f}{V_F \times T_K}, \quad (24)$$

где G - масса газа, кг.

Q_f - удельная теплота взрыва (50×10^3 кДж/кг);

V_F - свободный объем помещения, м^3 ;

T_K - температура, принимаемая 293°K .

Поражающее действие взрывов ВВ и ВОВ в атмосфере оценивают путем сравнения расчетных значений избыточного давления ΔP и теплового импульса U с данными, представленными в справочном приложении В методических указаний.

3. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

Задача 3.1

На объекте находится емкость со сжиженным пропаном, в которой 90 тонн газа.

Требуется определить:

- 1) в случае взрыва емкости, какое избыточное давление будет на расстоянии 200 м от места взрыва;
- 2) будут ли разрушены здания механического и сборочного цехов при взрыве емкости, если они расположены на расстоянии соответственно 300 и 500 м от места взрыва;
- 3) радиус действия теплового поля при взрыве емкости.

Задача 3.2

Обезвреженные преступники готовили террористический акт - взрыв автомобиля начиненного 1500 кг ВВ (гексоген) в центре города N, с плотностью населения 10000 человек на квадратный километр. Требуется определить:

- 1) ожидаемые безвозвратные потери людей в случае взрыва автомобиля;
- 2) ожидаемый ущерб на расстоянии 50 и 100 м от места взрыва;
- 3) ожидаемую дальность разлета осколков автомобиля;
- 4) насколько изменится ожидаемый ущерб на расстоянии 50 и 100 м от места взрыва, если в качестве ВВ преступники использовали бы тротил.

Задача 3.3

В результате утечки 2 кг природного газа в квартире жилого дома (объем помещения 100 м³) произошел взрыв. Требуется определить ожидаемый ущерб зданию. Как изменится ущерб, если объем помещения увеличить в 5 раз?

Задача 3.4

В зоне ЧС произошло разрушение емкости, из которой вылилось и произошло возгорание 20 м³ бензина.

Требуется определить:

- 1) безопасное для человека расстояние от очага пожара;

- 2) на каком расстоянии от очага пожара возможно возгорание деревянных построек.

4. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На объекте в дневное время произошел взрыв емкости с бутаном. В емкости находилось G тонн газа (смотри таблицу 3). Варианты в таблице выбирать по двум последним цифрам зачетной книжки студента.

Погода - пасмурно. Скорость ветра в момент аварии 2 м/с. Местность открытая. Токсическую дозу вещества в зоне задымления принять равной 2000 мг х мин/л. Угловой коэффициент равен 0,08. Требуется определить:

- 1) все радиусы поражения при взрыве ГВС;
- 2) будет ли разрушено многоэтажное кирпичное здание, находящееся на расстоянии L_j (м) от места взрыва;
- 3) получат ли травмы люди, находящиеся открыто на расстоянии B_2 (м) от места взрыва;
- 4) получат ли ожоги люди находящиеся открыто на расстоянии L_3 , (м) от места взрыва.

Примечание. Значения L_j , L_2 , L_3 приведены в таблице 3.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет о практическом занятии должен содержать:

- 1) Название и цель занятия.
- 2) Краткие теоретические сведения.
- 3) Решение типовых задач с необходимыми пояснениями.
- 4) Выполненное индивидуальное задание, согласно своему варианту.
- 5) Выводы.

Таблица 3 - Исходные данные к расчетно-практическому заданию

Вариант	G, тонн	L ₁ , м	L ₂ , м	L ₃ , м
00-05	20	70	100	200
06-10	25	80	110	210
11-16	30	90	120	220
17-20	35	100	130	230
21-25	40	110	140	240
26-30	45	120	150	250
31-37	50	130	160	260
38-45	55	140	170	270
46-50	60	150	180	280
51-57	65	160	190	290
58-63	70	170	200	300
64-70	75	180	210	310
71-75	80	190	220	320
76-78	85	200	230	330
79-83	90	210	240	340
84-87	95	220	250	350
88-92	100	230	260	360
93-95	105	240	270	370
96-98	110	250	280	380
99	120	260	290	390

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое зона ЧС при взрывах? Что такое взрыв?
2. Что такое зона ЧС при пожарах? Что такое пожар?
3. Каковы особенности взрывов ГВС?
4. Какие радиусы поражения имеют место при взрывах ГВС?
5. Как определяют ожидаемые безвозвратные потери людей при взрывах ВВ и ВОВ?
6. Как оценивают поражающее действие взрывов ВВ и ВОВ?
7. Как оперативно оценивают размер зоны ЧС при взрывах и безопасное расстояние от очагов пожара?
8. Какими параметрами характеризуется ВУВ?
9. Как разделяют пожары по масштабам и интенсивности?
10. Каковы основные действия человека при пожаре?

ПРИЛОЖЕНИЕ А

/справочное/

Диаграмма А.1 - Оценка степени вертикальной устойчивости воздуха по данным прогноза погоды

Ско- рость ветра, м/с	НОЧЬ			ДЕНЬ		
	ясно	ПОЛУ- ясно	ПАС- МУРНО	ясно	ПОЛУ- ясно	ПАС- МУРНО
0,5	Инверсия		Изотер- мия	Конвекция		Изотер- мия
0,6-2,0						
2,1-4,0	Инвер- сия	Изотермия		Кон- векция	Изотермия	
Более 4	Изо- термия			Изо- термия		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

/справочное/

Таблица Б.1- Предельные значения интенсивности теплового излучения J_0

Время воздействия	Степень поражения	J_0 , кДж/м ² × с
Длительное воздействие	Болевые ощущения	1,26
10-20 с	Ожог	10,5
5 мин	Возгорание древесины	17,5
3 мин	Возгорание горючей жидкости (мазут)	35

ПРИЛОЖЕНИЕ В

/справочное/

Таблица В.1- Степени разрушения сооружений, объектов и поражения человека в зависимости от величины избыточного давления ΔP

Наименование объекта	Степень разрушения при избыточном давлении ΔP , кПа		
	Слабое	Среднее	Сильное
Многоэтажное кирпичное здание (более 3-х этажей)	8-12	12-20	20-30
Деревянное здание	6-8	8-12	12-20
Грузовая машина	20-40	40-50	50-60
Резервуар ГСМ	10-30	30-50	50-100
Характер поражения	Степень поражения открыто расположенных людей при избыточном давлении ΔP , кПа		
	Легкие	Средние	Тяжелые
Травмы	20-40	40-60	60-100

Таблица В.2 - Степени возгорания объектов и поражения человека в зависимости от величины теплового импульса U , кДж/м²

Наименование объекта	Тепловой импульс U , кДж/м ² , приводящий к воспламенению		
Кроны деревьев	500-700		
Кровля (рубероид)	530-800		
Характер поражения	Степень поражения открыто расположенных людей при тепловом импульсе U , кДж/м ²		
	Легкие	Средние	Тяжелые
Ожоги	80-100	100-400	400-600