

100-летию Саратовского государственного университета посвящается

САРАТОВСКИЙ ГОСУДРАСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Н.Г. Чернышевского

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ЗАЩИТЕ В ЧС

Саратов
2010

Электронная библиотека Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского

Сборник задач по защите в ЧС: Пособие для студентов / Саратовский ун-т; Сост. С.С. Аркадакский, В.З. Атаян, С.И. Баулин, С.И. Каневец, В.Н. Карцев, А.Ф. Крылов, И.А. Овчинникова, К.Е. Панкин, И.П. Рыжов, О.А. Черкасова А.В. Шантроха // под. ред. Карцева В.Н. – Саратов, 2010. – 67 с. ил.

Сборник задач предназначен для студентов очных и заочных отделений ВУЗов. Пособие содержит задачи по различным разделам дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». В каждом разделе представлены краткие теоретические сведения, а в приложении приведены справочные данные необходимые для решения задач.

Сборник задач составлен коллективом преподавателей кафедры физики катастроф и ЧС Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского.

Содержание

Предисловие	4
Часть 1. Опасные природные процессы	5
Часть 2. Пожары и взрывы	13
Часть 3. Расчеты на основе нормативных документов	18
Часть 4. Оценка радиационной обстановки	20
Часть 5. Оценка химической обстановки.	29
Часть 6. Задачи с нетрадиционными формулировками	37
Приложение 1	41
Приложение 2	58
Приложение 3	61
Список используемой и рекомендуемой литературы	66

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборник задач предназначен для студентов высших учебных заведений, изучающих раздел «Защита населения и территорий в ЧС» курса «Безопасность жизнедеятельности», и студентов, обучающихся по специальностям подготовки дипломированного специалиста 280100 «Безопасность жизнедеятельности». Задачи в пособии распределены по следующим разделам: опасные природные процессы, пожары и взрывы, нормативы безопасности, оценка радиационной и химической обстановки при ЧС мирного и военного времени, а также задачи с оригинальными формулировками. В сборник включены задачи разной степени сложности, что позволяет использовать его в различных вузах и колледжах.

Задачи подобраны коллективом преподавателей кафедры физики катастроф и ЧС Саратовского государственного университета им. Н.Г.Чернышевского (e-mail: emerdept@sgu.ru), все используемые при этом источники процитированы в разделе «Список используемой литературы».

Часть 1. ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

§1.1. Оценка обстановки в случае возникновения оползня

- Закон сухого трения Амонтона-Кулона: $\overline{F_{mp}} = -\mu_c \cdot R_n \cdot \frac{\overline{v}}{v}$, где μ_c – коэффициент трения скольжения; R_n – сила нормального давления, прижимающая трущиеся поверхности друг к другу; \overline{v} – скорость движения оползня.
- Закон вязкого трения (для случая ламинарного течения): $\overline{F_{mp}} = -\mu_v \cdot v$, где μ_v – коэффициент вязкого трения; v – скорость оползания грунта.

ЗАДАЧА 1. Любой склон может явиться причиной ЧС. Под действием силы тяжести при потере устойчивости часть склона может прийти в оползневое движение, вызвав тяжелые последствия.

Самым простым допущением в отношении формы потенциальной поверхности движения скольжения масс горных (или иных) пород является плоскость. В этом случае мы получим геометрическую схему, изображенную на рис. 1.

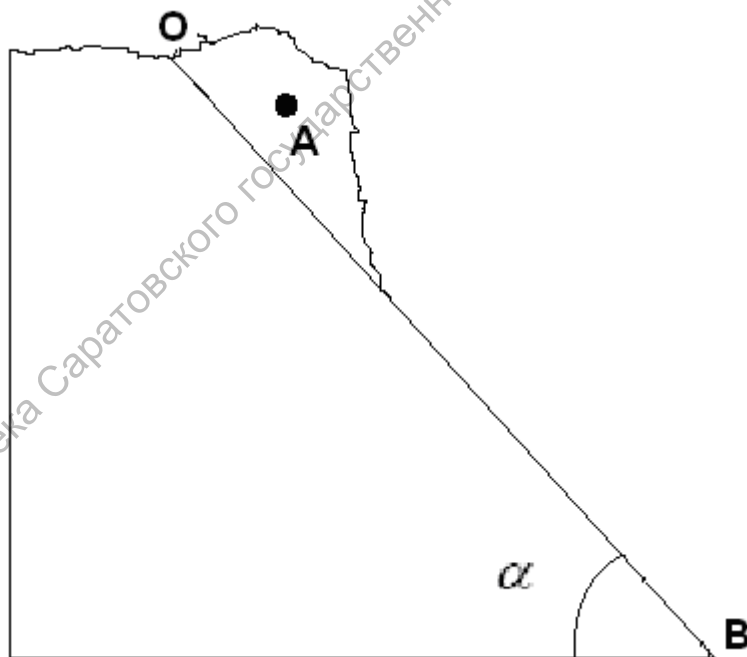


Рис. 1. Графическая схема склона горы с плоской поверхностью скольжения **ОВ**, имеющей угол наклона α ; **А** – скользящая горная порода (оползень).

Пусть сила трения, возникающая при движении массы горных пород (оползня) **А** по склону **ОВ**, следует закону сухого трения Амонтона-Кулона:

$$\overline{F_{mp}} = -\mu_c \cdot R_n \cdot \frac{\overline{v}}{v}, \quad (1)$$

где μ_c – коэффициент трения скольжения; R_n – сила нормального давления, прижимающая трущиеся поверхности друг к другу; \bar{v} – скорость движения оползня.

Найдите условие нарушения устойчивости горной породы **A** и рассчитайте коэффициент трения μ_c для склонов движения горных пород с которых начинается при угле наклона поверхности скольжения равном: 5° , 10° , 20° , 30° , 40° , 45° , 50° . Угол, при котором начинается скольжение называют критическим углом наклона плоскости скольжения или углом трения – $\alpha = \alpha_T$. Постройте график зависимости $\mu_c = \mu_c(\alpha_T)$ и проанализируйте его.

Ответ: 1. Условие нарушения устойчивости горной породы: $\mu_c \leq \operatorname{tg} \alpha$.

2. Коэффициенты трения скольжения для разных значений α_T :

α_T	0°	5°	10°	20°	30°	40°	45°	50°
μ_c	0	0,088	0,176	0,364	0,577	0,839	1,000	1,192

3.

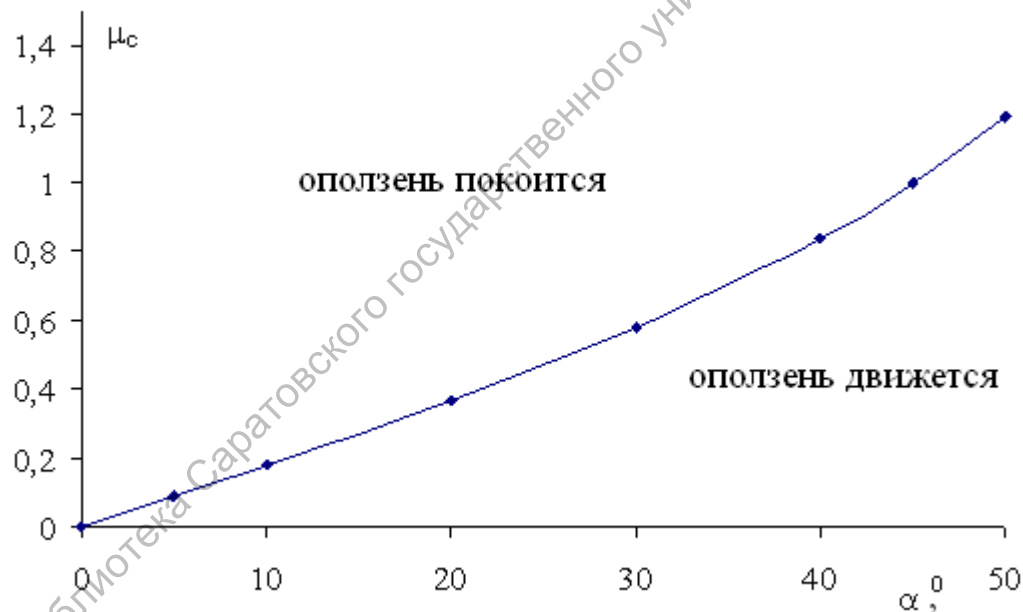


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения μ_c от угла наклона $\alpha = \alpha_T$.

ЗАДАЧА 2. Угол наклона плоскости скольжения оползня (см. задачу №1) равен α . Оползень начинает движение из состояния покоя. В начальный период его скорость возрастает до некоторого максимального значения v_{max} . По скорости максимального движения по склону оползни могут быть исключительно быстрые (3 м/с), очень быстрые (0,3 м/мин = 0,005 м/с), быстрые (1,5 м/сутки = $1,7 \cdot 10^{-5}$ м/с), умеренные (1,5 м/мес = $5,8 \cdot 10^{-7}$ м/с), очень медленные (1,5 м/год = $4,8 \cdot 10^{-8}$ м/с), исключительно медленные (0,06 м/год = $1,9 \cdot 10^{-9}$ м/с). За какое

время скорость оползания грунта достигнет его максимального значения? На какое расстояние сместится при этом грунт? Расчеты выполнить для следующих значений μ_c и α :

а) $\alpha = 5^0$; $\mu_c = 0.15$

б) $\alpha = 10^0$; $\mu_c = 0.16$

в) $\alpha = 20^0$; $\mu_c = 0.35$

г) $\alpha = 30^0$; $\mu_c = 0.57$

д) $\alpha = 45^0$; $\mu_c = 0.98$

е) $\alpha = 50^0$; $\mu_c = 1.18$

Ответ: 1. При $\alpha = 5^0$ и $\mu_c = 0.15$ оползень будет покоиться.

2. Для иных значений α , μ_c и v_{\max} скорость движения грунта достигнет

своего максимума за время $t_1 = \frac{v_{\max}}{g(\sin\alpha - \mu_c \cdot \cos\alpha)}$, при этом грунт

сместится на расстояние $S_1 = \frac{v_{\max} t_1}{2}$.

ЗАДАЧА 3. С максимальной скоростью оползнь движется в начальный период, с течением времени их скорость замедляется. Из анализа решения первых двух задач об оползне ясно, что одной из причин замедления скорости движения оползня является уменьшение крутизны склона возвышенности при приближении оползня к ее основанию. Так как изменение скорости движения характеризует ускорение, то представляет интерес вид зависимости ускорения оползня от угла наклона горы α .

Конкретизируем задачу. Пусть скат профиля возвышенности представляет собой некоторую гладкую кривую (рис. 3). Оползень начал движение при $\alpha > \alpha_T$ и движется при неизменном коэффициенте трения $\mu_c = \text{tg} \alpha_T$. Свою максимальную скорость оползень набрал в точке с координатами $\{0, Y_0\}$. Начиная с этого момента времени движение оползня происходит при монотонном убывании (с уменьшением координаты Y) угла наклона ската горы.

1. Рассчитайте ускорение оползня для разных углов из интервала $0^0 \leq \alpha \leq 50^0$ и μ_c , принимающих значения: 0.16; 0.35; 0.57; 0.98; 1.18.

2. Постройте график зависимости $a = a(\alpha)$ для указанных значений коэффициента трения μ_c .

3. Найдите условие замедления скорости движения (торможения) оползня.

4. Найдите функцию, аппроксимирующую зависимость $a = a(\alpha)$.

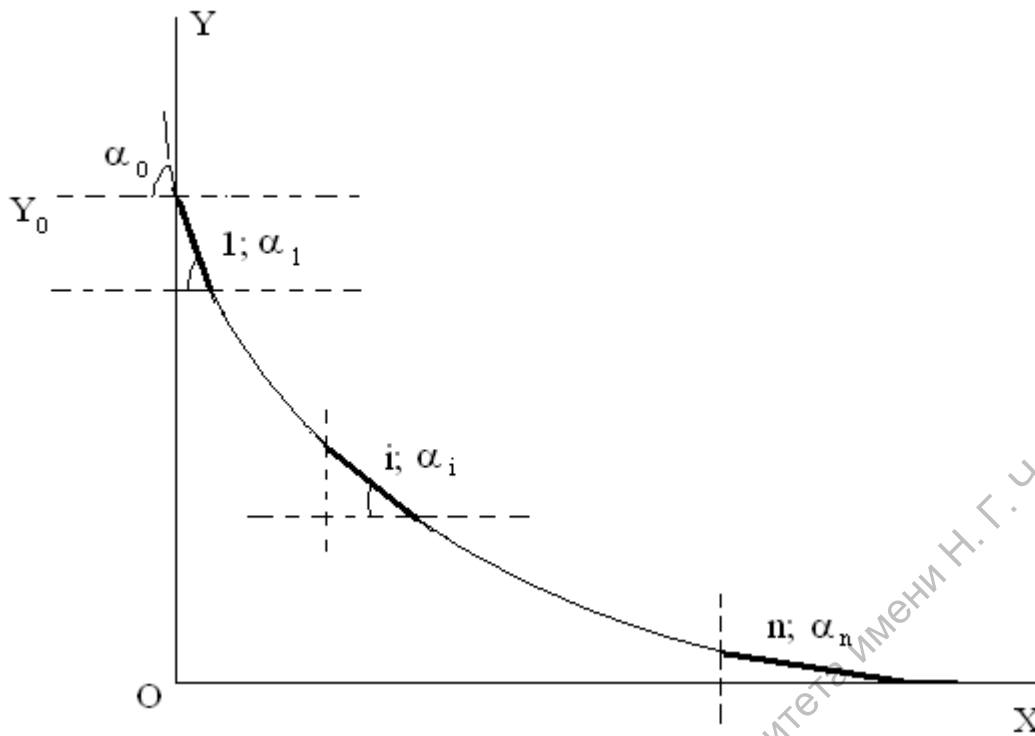


Рис. 3. Профиль горы.

- Ответ:** 1. Ускорение оползня a_i при различных углах наклона ската возвышенности α_i рассчитываются по уравнению:

$$a_i = g(\sin\alpha_i - \mu_c \cdot \cos\alpha_i).$$
2. График $a = a(\alpha)$ близок к линейной зависимости.
3. При $\alpha < \alpha_T$ скорость движения оползня замедляется.
4. Аппроксимирующая функция вычисляется методом наименьших квадратов.

ЗАДАЧА 4. Пусть зависимость величины ускорения оползня от угла наклона ската горы (см. задачу №3) строго следует линейному уравнению:

$$a = A \cdot \alpha + B. \quad (1)$$

1. Покажите, что в этом случае:

$$A = -\frac{B}{\alpha_T}, \quad (2)$$

$$A = \frac{\mu_c \cdot g}{\alpha_T}, \quad (3)$$

$$B = -\mu_c \cdot g. \quad (4)$$

2. Рассчитайте коэффициенты A и B для $\mu_c = 0.16$; $\mu_c = 0.35$; $\mu_c = 0.57$; $\mu_c = 0.98$; $\mu_c = 1.18$.
3. Сравните значения коэффициентов A и B , найденные методом наименьших квадратов (см. задачу 3), со значениями A и B , рассчитанными по уравнениям (3) и (4).

Ответ:

μ_c	0.16	0.35	0.57	0.98	1.18
$\alpha_T, \text{град}$	9.09	19.3	29.7	44.4	49.7
$B, \frac{M}{c^2}$ (по ур.4)	- 1.57	- 3.43	- 5.59	- 9.60	- 11.56
$B, \frac{M}{c^2}$ (аппроксимация)	-1.4576	-3.4062	-5.665	-9.8633	-11.913
$A, \frac{M}{\text{град} \cdot c^2}$ (по ур.2)	0.173	0.178	0.188	0.216	0.233
$A, \frac{M}{\text{град} \cdot c^2}$ (аппроксимация)	0.1624	0.1757	0.1913	0.2200	0.2341

ЗАДАЧА 4. Из решения задачи № 2 и № 3 следует, что рассчитать ускорение оползня можно, используя либо строгое уравнение:

$$a = g \cdot (\sin \alpha - \mu_c \cdot \cos \alpha), \quad (1)$$

либо интерполяционное уравнение:

$$a = A \cdot \alpha + B. \quad (2)$$

Найдем производную ускорения a по аргументу α при фиксированном коэффициенте трения μ_c .

При использовании уравнения (1) получим:

$$\frac{da}{d\alpha} = g \cdot (\cos \alpha + \mu_c \cdot \sin \alpha), \quad (3)$$

а при использовании уравнения (2):

$$\frac{da}{d\alpha} = A = \frac{g \cdot \mu_c}{\alpha_T}. \quad (4)$$

Рассмотрим размерности правых частей уравнений (3) и (4):

$$g \cdot (\cos \alpha + \mu_c \cdot \sin \alpha) = \left[\frac{M}{c^2} \right], \quad (5)$$

$$\frac{g \cdot \mu_c}{\alpha_T} = \left[\frac{M}{\text{град} \cdot c^2} \right]. \quad (6)$$

В чем причина несоответствия размерностей?

Ответ: Причиной несоответствия размерностей является использование в уравнении (4) внесистемной единицы.

ЗАДАЧА 5. Силой, препятствующей движению оползня, является сила трения. Рассмотрим следующую ситуацию. Оползень массы m начал двигаться с горы уклон которой постоянен и равен α . Сила сопротивления движению оползня подчиняется закону вязкого трения:

$$\overline{F_{mp}} = -\mu_v \cdot \overline{v}, \quad (1)$$

где μ_v – коэффициент вязкого трения; v - скорость оползания грунта.

Сможет ли сила вязкого трения остановить оползень?

Сравните размерности коэффициентов трения μ_c и μ_v .

Ответ: 1. Вязкое трение не может остановить оползень.

2. μ_c – безразмерный коэффициент; $\mu_v \overset{-}{=} \frac{кг}{с}$

ЗАДАЧА 6. Пусть оползание горной породы следует модели задачи №1 (оползание по закону вязкого трения). В этом случае скорость движения оползня v стремится к некоторому стационарному значению v_{max} . Наблюдения показывают, что скорости перемещения оползней, находящихся в состоянии стационарного или близкого к нему движения, варьируются от миллиметров до нескольких метров в год. Через какое время после начала движения оползня отношение $\eta = \frac{v}{v_{max}}$, будет равно 0.9999 (движение оползня становится почти стационарным)? Расчеты выполнить для $v_{max} = 3$ м/год, $v_{max} = 3$ мм/год и следующих уклонов горы α : 10^0 , 15^0 , 20^0 , 25^0 .

Ответ: $t = -\frac{v_{max}}{g \cdot \sin \alpha} \cdot \ln(1 - \eta)$.

ЗАДАЧА 7. Вязкое трение не может быть причиной остановки движения оползня. Такой причиной может явиться уменьшение крутизны склона возвышенности при движении оползня. Будем считать, что сила трения, возникающая между оползнем поверхности скольжения, следует закону сухого трения Амонтона-Кулона. Пусть скат профиля возвышенности представляет собой гладкую кривую (см. Задачу №3); при этом угол скольжения оползня убывает как функция времени оползания грунта по линейному закону:

$$\alpha = \alpha_T - \omega \cdot t, \quad (1)$$

где $[\omega] = [\text{град/с}]$ – постоянный коэффициент; t – время оползания грунта, начиная с момента, когда угол уменьшится до величины α_T ($\alpha = \alpha_T$); будем считать, что в начальный момент $t=0$ скорость оползания грунта известна и равна $v = v_{max}$.

1. Найдите закон изменения скорости v и пройденного пути s от времени t .

2. Сколько независимых параметров необходимо контролировать для предвидения характеристик движения оползня?

Ответ: $v = v_{\max} - \frac{\mu_c \cdot g \cdot \omega}{2\alpha_T} \cdot t^2$; $s = v_{\max} \cdot t - \frac{\mu_c \cdot g \cdot \omega}{2\alpha_T} \cdot t^3$; функции $v = v(t)$ и $s = s(t)$

определяют три независимых параметра v_{\max} , μ_c , ω (или v_{\max} , α_T , ω)

ЗАДАЧА 8. Принимая условия задачи №3, найдите время движения оползня и путь, пройденный оползнем от начала движения до остановки.

Расчеты t и s выполнить для исключительно быстрого ($v_{\max}=3$ м/с), очень быстрого ($v_{\max}=0.3$ м/мин) и умеренного ($v_{\max}=1.5$ м/мес) оползней с тремя возможными углами трения: $\alpha_T=10^\circ$; $\alpha_T=30^\circ$; $\alpha_T=50^\circ$. Остановка оползня ожидаема при углах $0 \leq \alpha_0 \leq \alpha_T$

Ответ: Время движения оползня $t_{об} = t_1 + t_2$, где t_1 – время, в течение которого скорость оползня достигает величины v_{\max} (см. Задачу №2); $t_2 = \frac{\alpha_T - \alpha_0}{\omega}$

– время, в течение которого скорость оползня убывает от величины v_{\max} до 0,

$\omega = \frac{\mu_c \cdot g}{2 \cdot v_{\max}} \cdot \frac{\alpha_T - \alpha_0}{\alpha_T} = \frac{\mu_c \cdot g \cdot \alpha_T}{2 \cdot v_{\max}} \cdot \left(1 - \frac{\alpha_0}{\alpha_T}\right)^2$. Путь пройденный оползнем $s = s_1 + s_2$, где

s_1 – путь пройденный оползнем за время t_1 (см. Задачу №2); $s_2 = \frac{2}{3} v_{\max} \cdot t_2$.

ЗАДАЧА 9. Модель изменения во времени угла скольжения оползня (α), принятая в Задаче №3, может отвечать реальности только для исключительно быстрых оползней. Рассмотрим другую модель.

Разумно принять, что скорость изменения угла α тем больше, чем больше угол наклона ската горы:

$$\frac{d\alpha}{dt} = -v \cdot \alpha, \quad (1)$$

где v - коэффициент пропорциональности с размерностью $[v] = c^{-1}$.

Найдите закон изменения угла скольжения оползня со временем, если оползень начал свое движение при $\alpha = \alpha_T$.

Ответ: $\alpha = \alpha_T \cdot \exp(-v \cdot t)$

ЗАДАЧА 10. В модели об оползне, основанной на сухом трении и представленной в задаче №1, коэффициент трения скольжения μ_c определен уравнением:

$$\mu_c = tg\alpha_T, \quad (1)$$

где α_T – угол трения. Пусть оползание грунта начинается из неподвижного состояния с координатами центра масс $\{O;H\}$ (точка А, см. рис. 4).

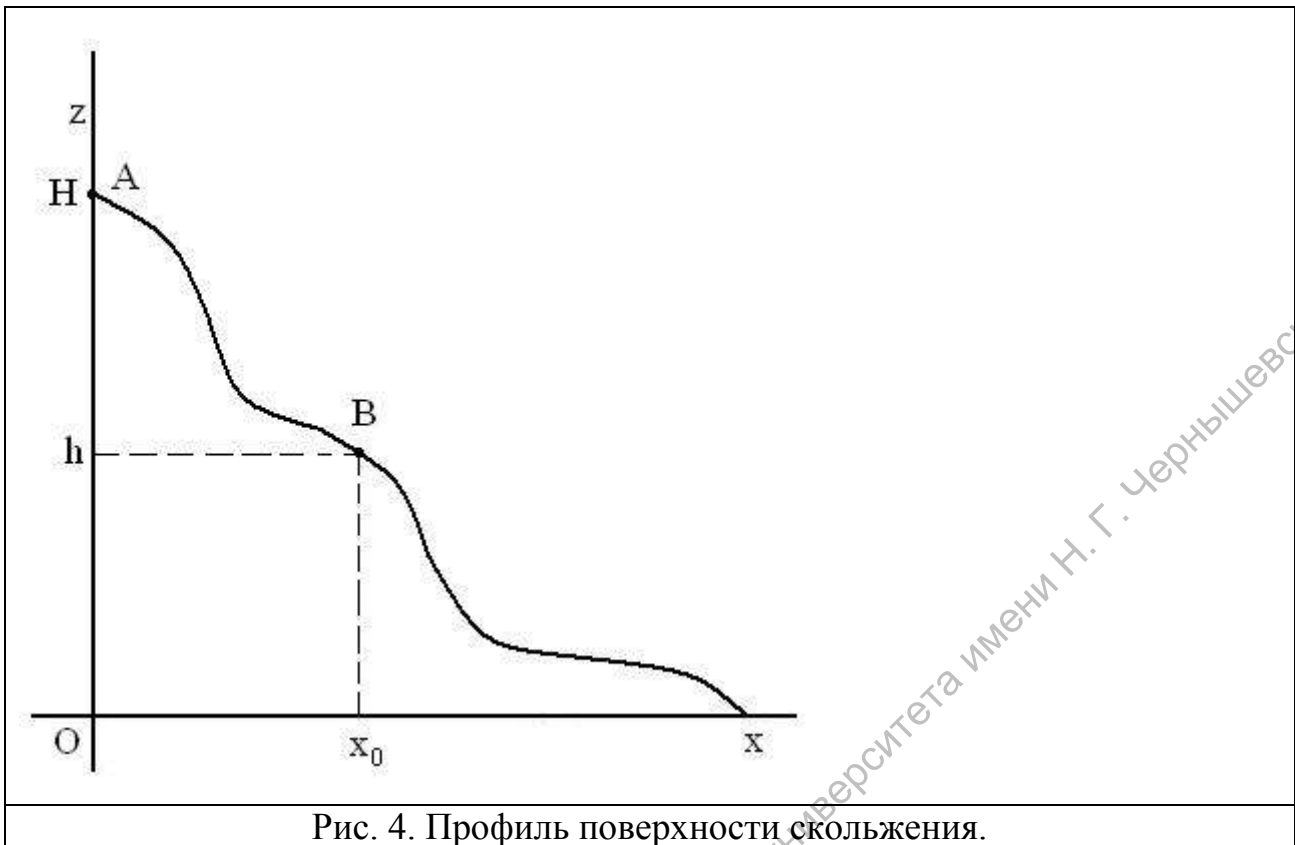


Рис. 4. Профиль поверхности скольжения.

Профиль поверхности скольжения оползня имеет произвольную форму. Оползень останавливается в некоторой точке В; при этом координаты его центра масс принимают значения $\{x_0; h\}$.

Покажите, что коэффициент трения μ_c может быть рассчитан по формуле:

$$\mu_c = \frac{H-h}{x_0}, \quad (2)$$

если оползание грунта по поверхности скольжения (рис. 1) происходит при неизменном коэффициенте μ_c .

Ответ: Для получения уравнения (2) используйте закон изменения механической энергии системы, в которой действуют консервативные и неконсервативные силы.

Часть 2. ПОЖАРЫ И ВЗРЫВЫ

Объём газо-воздушного облака (ГВО), считая, что смесь стехиометрическая (при сгорании смеси ни один из компонентов не остаётся), определяется соотношением:

$$V_{ГВО} = 22.4 \cdot \frac{M_{Г} \cdot x}{\mu} \cdot \frac{100}{c_{СХ}}, \quad (1)$$

где множитель 22.4 – объём одного киломоля газа, м³/кмоль;

x – доля газообразной фазы при мгновенном вскипании части сжиженного газа в случае разгерметизации сосуда, $x = 0.6$;

μ – молярная масса, кг/кмоль;

$c_{СХ}$ – объёмная стехиометрическая концентрация газа в ГВО, проценты объёмные.

Масса ГВО определяется соотношением:

$$M_{ГВО} = \rho_{СТЕХ} \cdot V_{ГВО}, \quad (2)$$

где

$M_{ГВО}$ – масса газо-воздушного облака, кг;

$\rho_{СТЕХ}$ – стехиометрическая плотность газа, кг/м³. Стехиометрическая плотность для различных горючих газов табулирована.

Тропиловый эквивалент взрыва смеси определяется соотношением:

$$G_{Э.ТНТ} = W_{Т.СТЕХ} \cdot M_{ГВО}, \quad (3)$$

где: $G_{Э.ТНТ}$ – эквивалентная масса тротила, кг;

$W_{Т.СТЕХ}$ – тротиловый эквивалент для ГВО, $W_{Т.СТЕХ} = 0,5$.

Определение размеров зон разрушений. Для этого принимают за эталонный заряд взрывчатого вещества тротил массой $G_{ТНТ} = 500$ кг в случае наземного взрыва. Радиусы (внешних границ) зон возможных разрушений для данного эталонного заряда определены:

$\Delta P_{\phi} \geq 0,1$ кг/см² – зона возможных слабых разрушений, $r = 100$ м;

$\Delta P_{\phi} \geq 0,2$ кг/см² – зона возможных средних разрушений, $r = 70$ м;

$\Delta P_{\phi} \geq 0,3$ кг/см² – зона возможных сильных разрушений, $r = 50$ м;

$\Delta P_{\phi} \geq 0,5$ кг/см² – зона возможных полных разрушений, $r = 30$ м.

Радиусы зон возможных разрушений для взрыва расчетного ГВО оценивают:

$$r_{зоны} = r \cdot \sqrt[3]{\frac{G_{Э.ТНТ}}{G_{ТНТ}}}, \quad (4)$$

§3.1. Расчет параметров взрывов

ЗАДАЧА 1. Теплоту сгорания метана, выраженную в кДж/моль и равную 35587 кДж/м³, выразить в кДж/моль, приняв к сведению то, что, «... если не сделано

никаких оговорок, считается, что давление атмосферное и температура комнатная (18 °С)...[Базаров И.П. 1961]».

Расчеты допустимо провести в приближении: при атмосферном давлении и 0°С метан проявляет свойства идеального газа.

Ответ: Теплота сгорания метана, выраженная в кДж/моль, приближенно равна 850 кДж/моль.

ЗАДАЧА 2. Средний расход газа в горелке бытовой газовой плиты - 3 л/мин. Нижний концентрационный предел взрываемости метана – 45 г/м³. Если включить подачу газа и не зажечь горелку плиты, через какое время станет взрывоопасной газовоздушная смесь в кухне объёмом 20 м³?

Считать для простоты, что помещение кухни изолировано герметично. Плотность метана 1.17 кг/м³.

Ответ: 256 мин ≈ 6 часов

ЗАДАЧА 3. На топливозаправочной станции в ёмкости хранится 5 т сжиженного пропана. Определить избыточное давление, ожидаемое в ремонтной мастерской на расстоянии 300 м от заправочной станции, и характер разрушений, если ёмкость с пропаном внезапно разгерметизируется.

Ответ: На расстоянии в 300 метров $\Delta P_{\phi} = 0.16 \text{ кг/см}^2$.

ЗАДАЧА 4. На территории предприятия разгерметизировалась ёмкость, в которой находилось 10 т сжиженного пропана, и произошёл взрыв. Определить избыточное давление, ожидаемое в районе механического цеха, находящегося на расстоянии 300 м от ёмкости, а также характер разрушений здания цеха.

Ответ: Ожидаемое избыточное давление во фронте ударной волны на расстоянии в 300 метров $\Delta P_{\phi} = 0.23 \text{ кг/см}^2$.

ЗАДАЧА 5. Определить характер повреждений, получаемых человеком, находящимся на расстоянии 10, 20 и 40 м от взорвавшегося бытового баллона с пропаном. Масса пропана – 30 кг.

Примечание: легкие повреждения человек получает при избыточном давлении во фронте ударной волны в 20 – 40 КПа, средние – 40 – 60 КПа, тяжелые – 60 – 100 КПа, крайне тяжелые – более 100 КПа.

Ответ: Человек, находящийся на расстоянии 10, 20 и 40 м от эпицентра взрыва получит тяжёлые, средние и лёгкие повреждения соответственно.

ЗАДАЧА 6. Произошла авария на газопроводе. Система автоматики включилась, и газопровод был перекрыт заслонками на аварийном участке,

протяженность отключенного участка 1 км, диаметр трубы 0.7 м. Давление газа в газопроводе в рабочем режиме равно 1300 кПа. Определить размеры зон возможных разрушений.

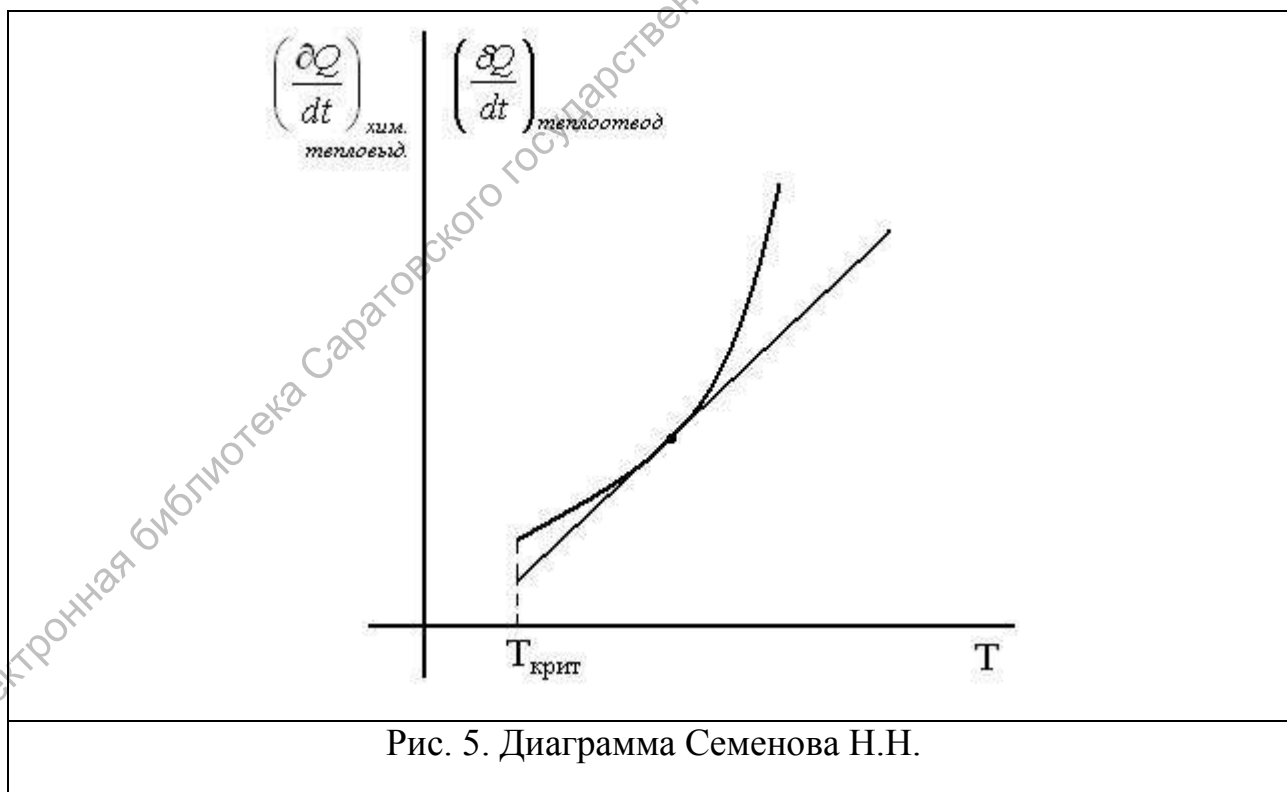
Ответ: Наружные границы зон возможных полных, сильных, средних и слабых разрушений равны соответственно 139 м, 232 м, 326 м, 465 м.

§3.2. Общие вопросы взрывных процессов

ЗАДАЧА 7. К какому типу взрывных процессов (тепловой, цепной, смешанный) относятся, взрывное горение воздушно-водородной смеси, хлороводородной смеси?

Ответ: Взрывное горение воздушно-водородной смеси протекает по механизму смешанного самоускорения процесса. Взрывное горение хлоро-водородной смеси носит характер теплового взрыва.

ЗАДАЧА 8. Изменится ли угол наклона прямой на рис. 5 (диаграмма Семенова Н.Н.), иллюстрирующей графически условие перехода протекания экзотермической реакции во взрывной режим, при изменении температуры окружающей среды в сторону ее увеличения или уменьшения от значения $T_{крит}$.



Ответ. Не изменится

ЗАДАЧА 9. Диаграмма, изображенная на рис. 6 отражает протекание экзотермической реакции без воспламенения горючей смеси. Можно ли без изменения температуры окружающей реактор среды путем воздействия на физические параметры горючей смеси перевести протекание химической реакции во взрывной режим?

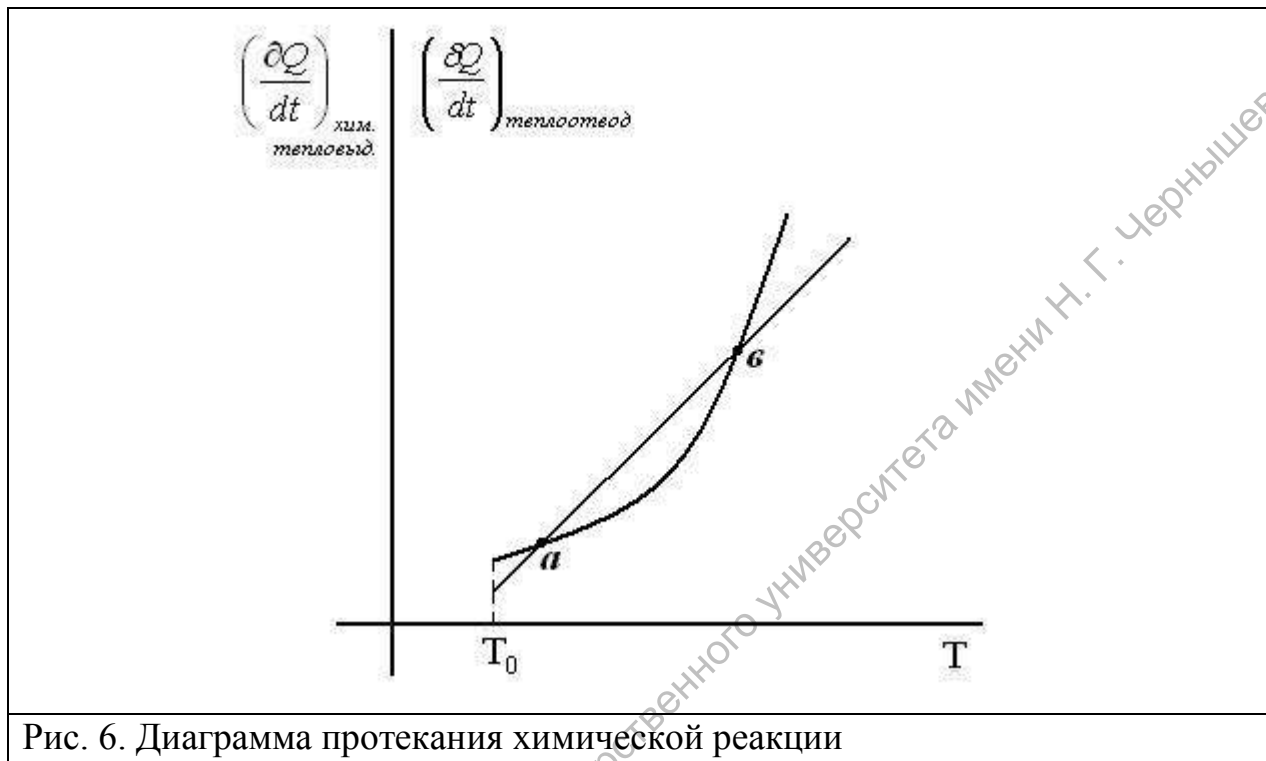
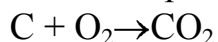


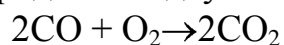
Рис. 6. Диаграмма протекания химической реакции

Ответ. Можно.

ЗАДАЧА 10. Тепловой эффект полного сгорания углерода в двуокись углерода



Составляет 402 кДж/моль (в условиях неизменности объема реактора). При сгорании 2-х молей окиси углерода CO в двуокись углерода



выделяется 577 кДж (в условиях неизменности объема реактора). По приведенным данным определите теоретическим путем тепловой эффект реакции неполного сгорания углеродной массы в количестве одного моля в окись углерода (в условиях неизменности объема реактора) (Рис. 7).

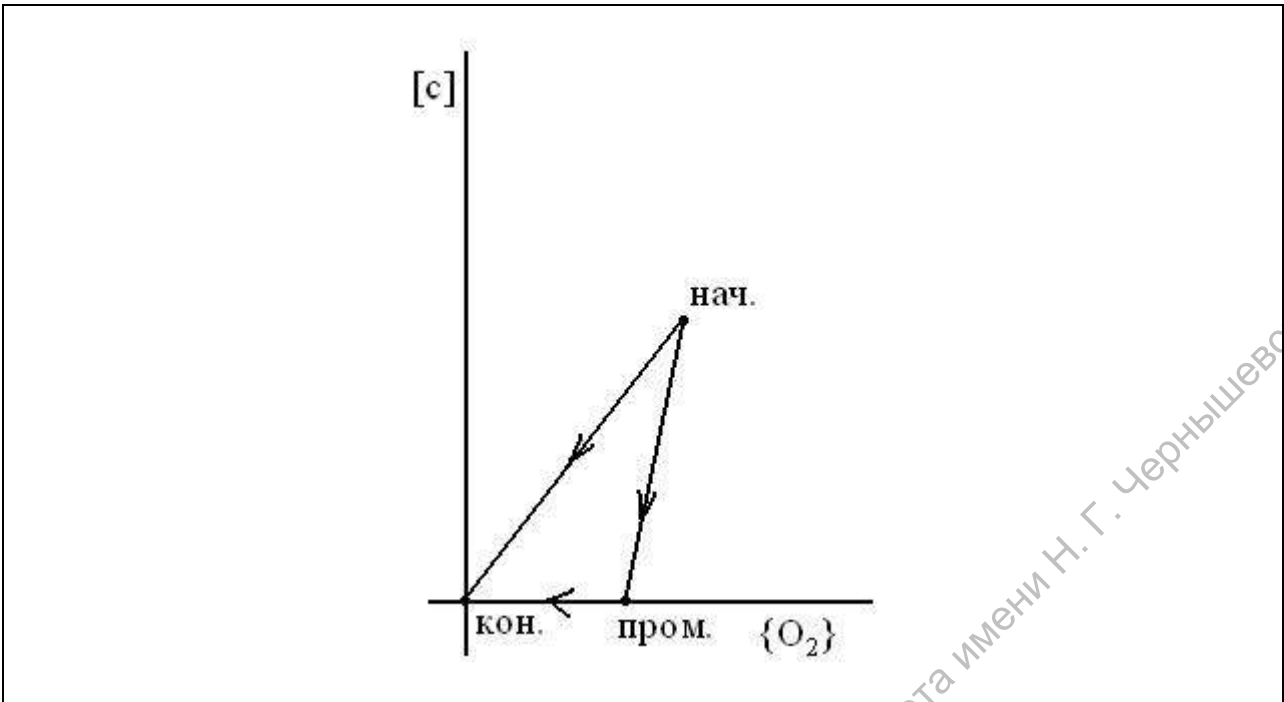


Рис. 7. Диаграмма сгорания углеродной массы.

Ответ: 113.5 кДж/моль.

Электронная библиотека Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского

ЧАСТЬ 3. ЗАДАЧИ НА ОСНОВЕ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

§3.1. Задачи организационного плана на основе регламентирующих документов

ЗАДАЧА 1. Согласно строительным нормам и правилам, при обустройстве двухъярусных убежищ должно приходиться (без учета помещения для дизельной электростанции, тамбуров, расширительных камер) 0.5 м^2 пола, первый ярус нар (четыре места для сидений, размерами $0.45 \times 0.45 \text{ м}$), должен располагаться от пола на расстоянии 1.4 метра, второй ярус (полки для лежания шириной 0.55 и длиной 1.8 м) – на высоте 1.4 м, расстояние от 2-го яруса до выступающих частей перекрытия должно быть не менее 0.75 метров, на одного человека предусматривается не менее 1.5 м^3 внутреннего объема помещения. Помещение обустраивается в виде отсеков вместимостью 50-75 человек.

В данной задаче перекрытие будем считать ровным и считать высоту помещения равной точно 2.15 м, площадь помещения для укрывающихся – 100 м^2 .

Рассчитать число людей, которых комендант Убежища может запустить в помещение, не опасаясь последующих административных взысканий и не вызывая нареканий укрывающихся по поводу удобства, размещенных в спецотсеках, отделенных от основного помещения плотными перегородками.

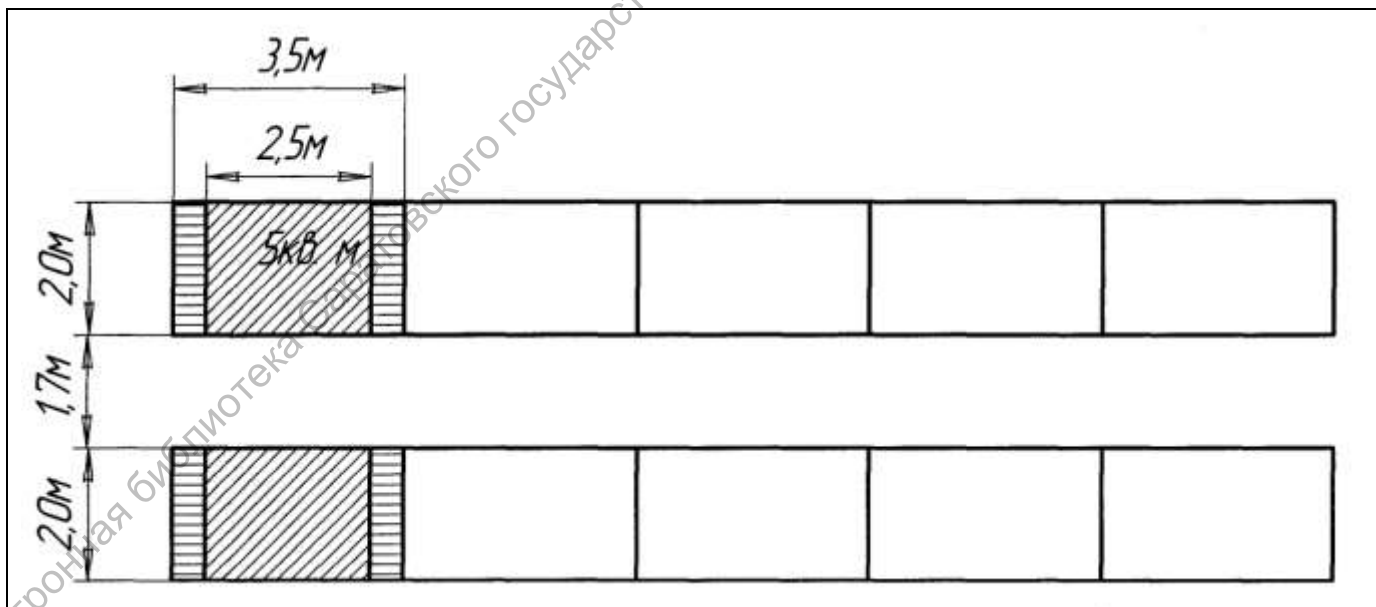


Рис.16. Схема отсека защитного сооружения

Ответ: 130 человек. (В коридоре между отсеками можно размещать 5 дополнительных скамеек по 6 линий каждая)

§3.2. Задачи, связанные с вопросами хранения и транспортировки АХОВ и т.п.

ЗАДАЧА 2. Аварийно химически опасные вещества, находящиеся при атмосферном давлении и температуре окружающей среды в жидком состоянии, хранятся в цилиндрических вертикальных емкостях объемом от 50 до 5000 м³. Исходя из соображений минимальности финансовых затрат на материал, необходимый для сооружения емкости объемом 4578.12 м³, рассчитать ее оптимальную высоту (l_{opt}) и внутренний диаметр (d_{opt}).

Ответ: $l_{opt}=d_{opt}=18\text{ м}$

ЗАДАЧА 3. Для перевозки АХОВ используются как железнодорожные цистерны емкостью 40 и 60 тонн, так и контейнеры емкостью от 0.1 до 0.8 м³. Исходя из соображений экономии материала изготовления контейнера в форме прямоугольного параллелепипеда объема $V=0.512\text{ м}^3$, рассчитать длину ребер a , b в основании и длину вертикального ребра l , обеспечивающие минимальность поверхности контейнера.

Ответ: Объему, равному 0.512 м³, будет соответствовать контейнер в виде куба с длиной ребра 0.8 м.

ЧАСТЬ 4. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧС МИРНОГО И ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ

Закон изменения уровней радиации на радиоактивно зараженной (РЗ) местности:

$$P_t = P_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{-n}$$

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

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

n - показатель степени, характеризующий величину спада радиации во времени и зависящий от изотопного состава радионуклидов (при ядерном взрыве $n = 1.2$; при аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) $n = 0.4$).

Пересчет уровней радиации на различное время осуществляется по формуле:

$$K_{пер} = \left(\frac{t}{t_0} \right)^{-n}$$

Упрощенная формула пересчета уровней радиации на различное время имеет вид:

$$P_t = K_{пер} \cdot P_{изм.}$$

Интегральная доза излучения за время от t_n до t_k составит:

$$D = \int_{t_n}^{t_k} P_t dt = \int_{t_n}^{t_k} P_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{-n} dt$$

Преобразованная форма уравнения для интегральной дозы облучения:

$$D = \frac{1}{1-n} \left(P_k t_k - P_n t_n \right)$$

где P_n, P_k - уровни радиации соответственно в начале и в конце пребывания в зоне РЗ; t_n, t_k - время начала и конца пребывания в зоне РЗ.

Допустимая продолжительность пребывания людей на радиоактивно зараженной местности находится по отношению:

$$t = \frac{P_1}{D_{зад} \cdot K_{осл}}$$

и времени t_n .

Время аварийного выброса РВ определяется по двум измерениям уровня радиации P_1 и P_2 и интервалу времени между ними. При этом из табл.6 по отношению $\frac{P_2}{P_1}$ и интервалу Δt находится время после аварийного выброса РВ до второго измерения уровня радиации (t_2). Время аварийного выброса РВ получается как разность при вычитании из местного времени второго замера (по часам) времени t_2 , определенного по табл.6. Значения t_2 , представленные в табл.6, рассчитаны по формуле

$$t_2 = \frac{\Delta t}{1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{2.5}}$$

Средний уровень радиации рассчитывается по формуле:

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

где P_i – уровень радиации на i -ом участке

Экспозиционная доза получаемая личным составом при движении по зараженной территории рассчитывается по формуле:

$$D_{экс} = P_{cp} \cdot \frac{t}{K_{осл}}$$

где P_{cp} – средний уровень радиации;

t – время движения, ч

$K_{осл}$ – коэффициент ослабления излучения.

Закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{np}}}$$

где T_{np} - период полураспада атомного ядра.

§4.1. Оценка радиационной обстановки

ЗАДАЧА 1. Определить уровень радиации по истечении 7 часов после аварии (взрыва), если в момент аварии уровень ее составлял 20 Р/ч.

Ответ: 1.94 Р/ч.

ЗАДАЧА 2. Экспериментально установлено, что по прошествии 7 часов после ядерного взрыва уровень радиации становится почти в 10 раз меньше уровня, соответствующего обстановке, складывающейся на 1 час после взрыва, а через 49 часов приблизительно – в 100 раз, что соответствует значениям коэффициента пересчета уровней радиации (K), приведенным в «Приложении» для моментов времени 0.5 ч, 1ч, 2ч, и т.д. с интервалами в 1 час.

Построить эмпирическую формулу, позволяющую производить расчеты K для любого момента времени, начиная с момента 1 час после взрыва.

Ответ: $K = 10^{-\log_7 t}$

ЗАДАЧА 3. Приближенной формуле $X^*(t) = X^*(t=1) K(t)$, дающей возможность осуществлять пересчет уровней радиации на местности после ядерного взрыва

(см. задачу 1), придать вид, позволяющий производить минимальное число математических операций с помощью портативного микрокалькулятора.

Ответ: $X^*(t) = X^*(t = 1) t^{-1,2}$

ЗАДАЧА 4. В 11 ч 20 мин уровень радиации на территории объекта составлял 5.3 Р/ч. Определить уровень радиации на 1 ч после взрыва, если ядерный удар нанесен в 8 ч 20 мин.

Ответ: Уровень радиации на 1 час после ядерного взрыва составлял $P_1=19.8$ Р/ч.

ЗАДАЧА 5. На территории объекта в 12 ч. уровень радиации 50 Р/ч. Определить уровень радиации на 1 час после взрыва, если ядерный удар по городу, от которого произошло заражение объекта, нанесен в 8 ч.

Ответ: Уровень радиации на 1 час после ядерного взрыва составлял $P_1=264.5$ Р/ч.

ЗАДАЧА 6. На территории объекта в 12 ч. уровень радиации 50 Р/ч. Определить уровень радиации на 1 час после взрыва, если ядерный удар по городу, от которого произошло заражение объекта, нанесен в 8 ч.

Ответ: Уровень радиации на 1 час после ядерного взрыва составлял $P_1=264.5$ Р/ч.

ЗАДАЧА 7. Определить время аварии на АЭС, если по данным радиационной разведки, проводившей измерение уровней радиации в 14 часов и с интервалом 30 мин., они составили 60 р/ч и 30 Р/ч соответственно.

Ответ: В 12 часов 50 минут.

ЗАДАЧА 8. Определить время ядерного взрыва, если по данным радиационной разведки, проводившей измерение уровней радиации в 12 часов с интервалом в 15 мин., они составили 30 р/ч и 21 р/ч соответственно.

Ответ: В 11 часов.

ЗАДАЧА 9. Определить время аварии на АЭС, если по данным разведки, проводившей измерение уровней радиации в 8 часов с интервалом 1 час, они ставили 20 р/ч и 10 р/ч соответственно.

Ответ: В 5 часов 40 минут.

ЗАДАЧА 10. Определить время ядерного взрыва, если по данным радиационной разведки, проводившей измерение уровней радиации в 13 часов с интервалом 1 час, они составили 80 р/ч и 40 р/ч соответственно.

Ответ: В 10 часов 40 минут

ЗАДАЧА 11. На территории, подвергнувшейся радиоактивному заражению в результате ядерного взрыва, был произведен в некоторой точке замер уровня радиации с результатом $X^* = P_1$. Через интервал времени T в этом же месте был произведен второй замер с результатом $X^* = P_2$.

Получить в рамках приближенных построений формулу для расчета времени, прошедшего с момента взрыва до первого измерения, и аналогичную формулу для расчета времени от момента взрыва до второго измерения.

Ответ: $t_1 = T / [(P_1 / P_2)^{0,83} - 1]$, $t_2 = T / [1 - (P_2 / P_1)^{0,83}]$

ЗАДАЧА 12. В районе нахождения разведывательного звена были измерены уровни радиации в 10 ч 30 мин $P_1 = 50$ Р/ч и в 11 ч 30 мин $P_2 = 30$ Р/ч. Определить время взрыва.

Ответ: Ядерный взрыв был осуществлен в 8 ч 30 мин.

ЗАДАЧА 13. Определить экспозиционную дозу облучения, которую получат работники, находящиеся в двухэтажном деревянном здании в течение 8 часов. Уровень радиации на местности 100 р/ч.

Ответ: 100Р.

ЗАДАЧА 14. Мононаправленное γ -излучение, характеризуемое мощностью экспозиционной дозы в $1P$, направлено по нормали к поверхности объекта, представляющего собой слой сухого воздуха толщиной в 1 см. Площадь поверхности равна 1 м². Давление и температуру воздуха считать соответствующими нормальным условиям. Толщину слоя половинного ослабления гамма-излучения воздуха принять равной 15000 см. Определить поглощенную объектом дозу излучения за 1 час.

Ответ: 0.88 рад

ЗАДАЧА 15. Измеренный разведкой к началу движения военного формирования максимальный уровень радиации на оси радиоактивного следа составил 80 Р/ч. Движение проводится на автотранспорте и продолжается 2 ч. Определить дозу радиации, которую получит личный состав формирования при пересечении радиоактивного следа, если коэффициент ослабления равен 2.

Ответ: Общая экспозиционная доза полученная личным составом за время пребывания в зоне радиоактивного заражения составит 57.4 Р

ЗАДАЧА 16. На зараженной местности за 3 часа произошли изменения мощности эквивалентной дозы $P_1 = 6$ Р/ч; $P_2 = 2.6$ Р/ч; $P_3 = 1.6$ Р/ч. Краткость ослабления дозы излучения 3. Найти дозу излучения, полученную личным составом.

Ответ: Суммарная экспозиционная доза полученная личным составом при нахождении в зоне радиоактивного заражения составит 3.39 Р.

ЗАДАЧА 17. Формирование получило приказ совершить пеший переход со скоростью 5 км/ч из пункта А в пункт В, расстояние между которыми 7,5 км. Уровень радиации в пункте А – 8 Р/ч; в пункте В – 2 Р/ч. Какую дозу радиации получит личный состав?

Ответ: Личный состав получит дозу в 10.5 Р.

ЗАДАЧА 18. Маршрут, по которому подразделение на бронетранспортерах преодолевает зону заражения, имеет протяженность $L = 1800$ м. При преодолении этой зоны были определены следующие уровни радиации: $P_1 = 8$ Р/ч; $P_2 = 30$ Р/ч; $P_3 = 100$ Р/ч; $P_4 = 60$ Р/ч; $P_5 = 7$ Р/ч. Скорость движения колонны $V = 20$ км/ч. Определить дозу облучения, если коэффициент ослабления для брони равен 4.

Ответ: Формирование получит дозу облучения 0.92 Р.

ЗАДАЧА 19. На зараженной местности за 3 часа произошли изменения мощности эквивалентной дозы $P_1 = 6$ Р/час; $P_2 = 2.6$ Р/час; $P_3 = 1.6$ Р/час. Краткость ослабления дозы излучения 3. Найти дозу излучения, полученную личным составом.

Ответ: Суммарная экспозиционная доза полученная личным составом при нахождении в зоне радиоактивного заражения составит 3.39 Р.

ЗАДАЧА 20. Измеренный разведкой к началу движения военного формирования максимальный уровень радиации на оси радиоактивного следа составил 80 Р/ч. Движение проводится на автотранспорте и продолжается 2 ч. Определить дозу радиации, которую получит личный состав формирования при пересечении радиоактивного следа, если коэффициент ослабления равен 2.

Ответ: Общая экспозиционная доза полученная личным составом за время пребывания в зоне радиоактивного заражения составит 57.4 Р

ЗАДАЧА 21. Рабочие прибыли из укрытия в цех, расположенный в одноэтажном производственном здании, через 2 часа после ядерного взрыва на территории объекта. Уровень радиации на территории через 1 час после взрыва составлял 200 Р/ч.

Определить дозу излучения, которую получают рабочие в цехе, если работа продолжается 4 часа, а $K_{осл}$ производственными постройками равен 7 .

Ответ: $D = 23.35$ рад (± 0.8 % в зависимости от выбранного способа приближенных расчетов)

ЗАДАЧА 22. Рабочие прибыли из укрытия в цех, расположенный в одноэтажном производственном здании, через 2 ч после взрыва. Уровень радиации на территории объекта через 1 ч после взрыва составлял $P_1 = 200$ Р/ч. Определить экспозиционную дозу излучения, которую получают рабочие в цехе, если работа продолжается 4 ч.

Ответ: За время пребывания на зараженной территории рабочие получают 29 Р.

ЗАДАЧА 23. Грузчики начали работать на железнодорожных платформах. Уровень радиации на территории составляет 30 Р/ч. Определить допустимую продолжительность пребывания рабочих, если им установлена экспозиционная доза 40 Р. $K_{осл}=1.5$.

Ответ: 2 часа.

ЗАДАЧА 24. Определить продолжительность нахождения личного состава в кирпичном здании. Уровень радиации на территории составляет 45 Р/ч. Установленная экспозиционная доза составляет 40 Р.

Ответ: 9 часов.

ЗАДАЧА 25. Получить в рамках приближенных построений формулу для расчета поглощенной дозы (D), измеряемой в радах, при выполнении работ на зараженной территории с момента времени t_1 , отсчитанного от момента взрыва, до момента t_2 .

Ответ: $D = 4,75 X^*(t = 1) [t_1^{-0,2} - t_2^{-0,2}]$, где $X^*(t = 1)$ есть мощность экспозиционной дозы на 1ч после взрыва.

ЗАДАЧА 26. Разведгруппе предстоит преодолеть зараженный участок местности. Известно, что уровни радиации на 1 час после взрыва составили: в точке №1 – 40 Р/ч, № 2 – 90 Р/ч, № 3 – 160 Р/ч, № 4 – 100 Р/ч, № 5 – 50 Р/ч.

Определить допустимое время начала преодоления зараженного участка при условии, доза излучения за время преодоления не превысит 6 рад.

Преодоление участка будет осуществляться на автомашине ($K_{осл} = 2$) со скоростью 30 км/ч, длина маршрута 15 км .

Ответ: Допустимое время начала движения по зараженному участку местности – 3 часа после взрыва.

ЗАДАЧА 27. Разведгруппе предстоит преодолеть зараженный участок местности протяженностью 15 км на автомобиле. Уровни радиации по маршруту следования составили: 50 р/ч; 50 р/ч; 40 р/ч; 30 р/ч. Определить минимальную скорость движения, если экспозиционная доза установлена в 30 Р.

Ответ: Минимальная скорость должна быть 21.5 км/ч.

ЗАДАЧА 28. Маршрут, по которому подразделение на бронетранспортерах преодолевает зону заражения, имеет протяженность $s = 1.8$ км. При преодолении этой зоны были определены следующие уровни радиации: $P_1 = 8$ Р/ч; $P_2 = 30$ Р/ч; $P_3 = 100$ Р/ч; $P_4 = 60$ Р/ч; $P_5 = 7$ Р/ч. Скорость движения колонны $v = 20$ км/ч. Определить дозу облучения, если коэффициент ослабления для брони равен 4.

Ответ: Формирование получит дозу облучения 0.92 Р.

ЗАДАЧА 29. Разведгруппе предстоит преодоление зараженного участка местности. Известно, что уровни радиации по маршруту составили: 40 Р/ч; 90р/ч; 160 р/ч; 100 р/ч. Определить экспозиционную дозу, если время в пути составит 0.5 часа и $K_{осл} = 2$.

Ответ: 24.3 Р.

§ 4.2. Общие вопросы, связанные с явлением радиоактивности

ЗАДАЧА 30. Приняв во внимание, что экспозиционной дозе 1Р соответствует поглощенная доза, равная 0.95 рад, рассчитать примерную толщину слоя половинного ослабления γ -излучения, положив, что плотность биологической ткани мало отличается от плотности воды, а толщина слоя половинного ослабления γ -излучения воздухом составляет 15000 см.

Ответ: 18 см

ЗАДАЧА 31. На образование $2.08 \cdot 10^9$ пар ионов в сухом воздухе требуется затратить энергию, равную $0.114 \cdot 10^{-7}$ Дж.

Определите в радах численное значение энергетического эквивалента $1P$, приняв к сведению, что масса 1 м^3 сухого воздуха при температуре 0°C и давлении 760 мм рт. ст. составляет 1.3 кг .

Ответ: 0.88 рад

ЗАДАЧА 32. Экспозиционная доза рентгеновского излучения равна $1P$, если в 1 см^3 сухого воздуха при температуре 0°C и давлении 760 мм рт. ст. образуется столько ионов, что их суммарный заряд каждого знака в отдельности равен $3.333(3) \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$. При этом получается $2.08 \cdot 10^9$ ионов.

Дайте обоснованный расчетами ответ на вопрос: какими конкретно частицами являются в данном случае отрицательные ионы?

Ответ: электронами.

ЗАДАЧА 33. При инвентаризации оборудования и материалов лаборатории, проведенной в 2009 году, обнаружился баллон с надписью

Г А 3

Тритий

Объем – $0,1 \text{ куб м}$

Масса - $13.5(10^{-3}) \text{ кг}$

Давление – 101325 Па (при 0°)

Однокомпонентный

Дата изготовления: июль, 1985

Ответьте на вопрос: Соответствует ли надпись содержимому баллона на 2009 год?

Ответ: Не соответствует.

ЗАДАЧА 34. Среднее время жизни ядра трития составляет 17.3 лет . Часть ядер трития, произведенного в 2000 году, к 2009 году распалась.

К какому результату приведет расчет среднего времени последующей жизни ядер трития, первоначально произведенного в 2000 году?

Ответ: 17.3 лет

ЗАДАЧА 35. Определить численное значение коэффициента пропорциональности между средним временем жизни радионуклида и периодом его полураспада. Рассчитать среднее время жизни ядра трития.

Ответ: Коэффициент пропорциональности между средним временем жизни радионуклида и периодом его полураспада 1.443 .

Среднее время жизни ядра трития 17.3 лет .

ЗАДАЧА 36. Период полураспада изотопа водорода – трития составляет 12 лет. 1 кг трития, выработанного из лития в 2000 году, был смешан с 1 кг трития, выработанного в 1970 году. Через сколько лет в этой смеси останется трития в количестве 0.5 кг?

Ответ: через 24 года.

ЧАСТЬ 5. ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧС МИРНОГО И ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ

Для решения задач по оценке химической обстановки необходимо принять следующие допущения:

1) Емкости, содержащие АХОВ, при авариях разрушаются полностью.

2) Толщина h слоя жидкости для АХОВ, разлившихся свободно на подстилающей поверхности, принимается равной 0.05 м по всей площади разлива; для АХОВ, разлившихся в поддон или обваловку, толщина слоя определяется следующим образом:

а) при разливах из емкостей, имеющих собственный поддон (обваловку):

$$h = H - 0.2,$$

где H - высота поддона (обваловки), м;

б) при разливах из емкостей, расположенных группой, имеющих общий поддон (обваловку):

$$h = \frac{Q_0}{F_d},$$

где Q_0 - количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т;

d - плотность АХОВ, т/м³;

F - реальная площадь разлива в поддон (обваловку), м².

3) Предельное время пребывания людей в зоне заражения и продолжительность сохранения неизменными метеорологических условий (степени вертикальной устойчивости атмосферы, направления и скорости ветра) составляет 4 ч. По истечении указанного времени прогноз обстановки должен уточняться.

4) При авариях на газо- и продуктопроводах выброс АХОВ принимается равным максимальному количеству АХОВ, содержащемуся в трубопроводе между автоматическими отсекающими, например, для аммиакопроводов - 275-500 т.

Эквивалентное количество $Q_{Э1}$ (т) вещества в первичном облаке определяется по формуле:

$$Q_{Э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 \quad (1)$$

где K_1 - коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ;

K_3 - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ;

K_5 - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы; для инверсии принимается равным 1, для изотермии 0.23, для конвекции 0.08;

K_7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха;

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

При авариях на хранилищах сжатого газа Q_0 рассчитывается по формуле:

$$Q_0 = d \cdot V_x, \quad (2)$$

где d - плотность АХОВ, т/м³;

V_x - объем хранилища, м³.

При авариях на газопроводе Q_0 рассчитывается по формуле:

$$Q_0 = \frac{ndV_z}{100}, \quad (3)$$

где n - содержание АХОВ в природном газе, %;

d - плотность АХОВ, т/м³;

V_z - объем секции газопровода между автоматическими отсекающими, м³.

При определении величины $Q_{Э1}$ для сжиженных газов, отсутствующих в справочнике, значение коэффициента K_7 принимается равным 1, а коэффициент K_1 рассчитывается по соотношению

$$K_1 = \frac{c_p \Delta T}{\Delta H_{исп}}, \quad (4)$$

где c_p - удельная теплоемкость жидкого АХОВ, кДж/(кг·°С);

ΔT - разность температур жидкого АХОВ до и после разрушения емкости, °С;

$\Delta H_{исп}$ - удельная теплота испарения жидкого АХОВ при температуре испарения, кДж/кг.

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке рассчитывается по формуле:

$$Q_{Э2} = (1 - K_1) K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{hd}, \quad (5)$$

где K_2 - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ;

K_4 - коэффициент, учитывающий скорость ветра;

K_6 - коэффициент, зависящий от времени N , прошедшего после начала аварии значение коэффициента K_6 определяется после расчета продолжительности T (ч) испарения вещества:

$$K_6 = \begin{cases} N^{0.8} \text{ при } N < T \\ T^{0.8} \text{ при } N \geq T \end{cases}$$

при $T < 1$ ч K_6 принимается для 1 ч;

d - плотность АХОВ, т/м³;

h - толщина слоя АХОВ, м.

При определении $Q_{Э2}$ для веществ, отсутствующих в справочнике, значение коэффициента K_7 принимается равным 1, а коэффициент K_2 определяется по формуле:

$$K_2 = 8.10 \cdot 10^{-6} P \sqrt{M}, \quad (6)$$

где P - давление насыщенного пара вещества при заданной температуре воздуха, мм рт. ст.;

M - молекулярная масса вещества.

Глубина зоны заражения при аварии на химически опасном объекте рассчитывается:

$$\Gamma_n = N \cdot v, \quad (7)$$

где N - время от начала аварии, ч;

v - скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данной

скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч.

Площадь зоны возможного заражения для первичного (вторичного) облака АХОВ определяется по формуле:

$$S_B = 8.72 \cdot 10^{-3} \Gamma^2, \quad (9)$$

где S_B - площадь зоны возможного заражения АХОВ, км²;

Γ - глубина зоны заражения, км;

φ - угловые размеры зоны возможного заражения, градусы.

Площадь зоны фактического заражения S_ϕ (км²) рассчитывается по формуле:

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0.2}, \quad (10)$$

где K_8 - коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха, принимается равным: 0.081 при инверсии; 0.133 при изотермии; 0.235 при конвекции;

N - время, прошедшее после начала аварии, ч.

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

$$t = \frac{x}{v}, \quad (11)$$

где x - расстояние от источника заражения до заданного объекта, км;

v - скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч.

Продолжительность поражающего действия АХОВ определяется временем его испарения с площади разлива.

Время испарения T (ч) АХОВ с площади разлива определяется по формуле:

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7}, \quad (12)$$

где h - толщина слоя АХОВ, м;

d - плотность АХОВ, т/м³;

K_2, K_4, K_7 - коэффициенты в формулах (1), (5).

Число пострадавших в результате аварии на ХОО рассчитываем по формуле:

$$П = L \cdot (1 - K_{защ}), \quad (15)$$

где $П$ — число пораженных на предприятии (в городе, сельской местности и т.п.), чел.;

L — количество производственного персонала (населения), оказавшегося в очаге поражения, чел.;

$K_{защ}$ — коэффициент защищенности производственного персонала (населения) от поражения ядовитым веществом;

Площадь разлива будет определяться процессами растекания и просачивания жидкости по формуле:

$$S = \frac{m_0}{h_m \cdot \rho_l},$$

где m_0 — масса пролива, S — площадь пролива, а параметр h_m представляет собой минимальную толщину пленки жидкости с учетом растекания и просачивания, ρ - плотность жидкой фазы АХОВ.

ЗАДАЧА 1. На химически опасном объекте произошла авария на технологическом трубопроводе с жидким хлором, находящимся под давлением. Количество вытекающей жидкости не установлено, всего содержалось 40 т сжиженного хлора. Метеоусловия: $v = 5$ м/с; $t = 0^\circ\text{C}$; изотермия. Определить глубину возможного заражения хлором через 1 час после начала аварии и продолжительность действия источника заражения.

Ответ: Глубина ЗХЗ через 1 час после аварии – 6.8 км.

ЗАДАЧА 2. Оценить опасность возможного очага химического поражения через 1 час после аварии. На объекте в южной части в газгольдере хранится аммиак объемом 2000 м^3 . Температура воздуха $t = + 40^\circ\text{C}$. Граница объекта проходит в северной части на удалении 200 м от возможного места аварии, далее на расстоянии 200 м проходит санитарно-защитная зона, за которой расположены жилые кварталы. Давление в газгольдере – атмосферное.

Ответ: Облако зараженного воздуха через 1 час после аварии может представлять опасность в радиусе 100 м.

ЗАДАЧА 3. Оценить, на каком удалении через 4 часа после аварии будет сохраняться опасность поражения в ЗХЗ при разрушении изотермического хранилища аммиака емкостью 30000 т. Высота обваловки 3.5 м, температура воздуха $t = 20^\circ\text{C}$. Разлив произошел в поддон.

Ответ: Через 4 часа после аварии облако зараженного воздуха может представлять опасность для населения, проживающего на удалении до 20 км.

ЗАДАЧА 4. На участке аммиакопровода произошла авария. Величина выброса не установлена. Требуется определить глубину возможного заражения через 2 часа после аварии. Произошел свободный разлив. Температура воздуха $t = 20^\circ\text{C}$.

Ответ: Глубина ЗХЗ через 2 часа после аварии равна 10 км.

ЗАДАЧА 5. На ХОО сосредоточены запасы АХОВ: хлора – 30 т, аммиака – 150 т, нитрил акриловой кислоты – 200 т. Определить глубину зоны заражения

в случае разрушения объекта. Время, прошедшее с начала аварии, – 3 часа, инверсия, $V_{\text{ветра}} = 1$ м/с, температура воздуха $t = 0$ °С.

Ответ: Глубина ЗХЗ через 3 часа после аварии равна 15 км.

ЗАДАЧА 6. На хладокомбинате произошла авария с выбросом из технологической системы сжиженного аммиака. Количество вытекшей из системы жидкости не установлено. Известно, что аммиак в системе находился под избыточным давлением и содержалось его в технологической системе 20 т.

Требуется определить глубину зоны возможного заражения для условий: авария произошла в 10.00 в летний период, скорость ветра по данным прогноза 3 м/с, температура воздуха +20 °С, сплошная облачность.

Ответ: Глубины зон заражения первичным и вторичным облаками составляет 0.37 и 1.0 км, соответственно.

Задача 7. На хладокомбинате произошла авария с выбросом из технологической системы сжиженного аммиака. Количество вытекшей из системы жидкости не установлено. Известно, что аммиак в системе находился под избыточным давлением и содержалось его в технологической системе 20 т.

Требуется определить площади зон заражения первичным и вторичным облаками для условий: авария произошла в 10.00 в летний период, скорость ветра по данным прогноза — 3 м/с, температура воздуха — +20 °С, сплошная облачность.

Ответ: Площадь заражения первичным облаком составит 0.007 км², а вторичным – 1.0 км².

ЗАДАЧА 8. Технологическая система со сжиженным аммиаком, на которой произошла авария (см. Задачу 1), находится по направлению ветра на удалении 0.3 км (L_{np}) от внешней границы предприятия. Требуется определить площадь заражения, приходящуюся на территорию предприятия. Количество вытекшей из системы жидкости не установлено. Известно, что аммиак в системе находился под избыточным давлением и содержалось его в технологической системе 20 т.

Ответ: Площади зараженных территорий на предприятии составят: от первичного облака - 0.0056 км², а от вторичного облака - 0.028 км².

ЗАДАЧА 9. Определить продолжительность действия облака зараженного воздуха, образовавшегося в результате разрушения технологической емкости с 50 т сжиженного аммиака.

Аммиак содержался в емкости, под которой был оборудован поддон высотой 0.8 м. Скорость ветра на момент аварии по данным прогноза составляла 4 м/с.

Ответ: Продолжительность действия вторичного облака зараженного воздуха — 7.8 ч.

ЗАДАЧА 10. В результате аварии на объекте, расположенном на удалении 5 км от города, произошло разрушение емкости с аммиаком. Метеоусловия на момент аварии: инверсия, скорость ветра — 2 м/с. Требуется определить время подхода облака зараженного воздуха к жилым кварталам города.

Ответ: Время подхода облака зараженного воздуха к городу составит 0.5 часа.

ЗАДАЧА 11. В результате аварии, произошедшей на мясокомбинате в момент перекачки сжиженного аммиака из железнодорожной цистерны в складской резервуар, произошел выброс 10 т ядовитой жидкости.

В очаге поражения оказались мясоразделочный и колбасный цеха. Определить возможный ущерб через 15 минут после аварии, если известно, что рабочая смена в мясоразделочном цехе составляет 80 чел., а в колбасном — 60 чел. Коэффициенты воздухообмена зданий соответственно равны 1.0 и 0.5. Производственный персонал противогазами не обеспечен.

Ответ: Возможный ущерб в результате химической аварии составит: смертельных исходов — 5, пораженных тяжелой и средней степени — 3, пораженных легкой степени — 8, пороговых пораженных — 15.

ЗАДАЧА 12. Определить площадь разлива и концентрацию паров АХОВ на заданном расстоянии от необвалованной аварийной емкости. Разлиты акролеин ($\rho=0.681$ г/см³); метилмеркаптан ($\rho=0.867$ г/см³); нитрил акриловой кислоты ($\rho=0.806$ г/см³); сероуглерод ($\rho=1.263$ г/см³);

Исходные данные:

- масса ($Q_{\text{общ.}}$) разлившегося АХОВ – 10, 20, 30, 50 т;
- толщина слоя разлившегося АХОВ – 0.05 м;
- коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха инверсия – 2, изотермия – 3, конвекция -4;
- скорость (V) ветра - 10, 20, 30, 40 м/с;
- расстояние (X) от очага разлива АХОВ – 100, 500, 1000, 1500 м;
- скорость истечения ($Q_{\text{ист.}}$) АХОВ из аварийной емкости 10, 50, 100, 500 кг/мин.

Ответ:

$S(\text{акролеин; } \rho=0.681 \text{ г/см}^3; \text{ инверсия; } V_{\text{ветра}}=10 \text{ м/с; } Q_{\text{ист}}=10 \text{ кг/мин; } X=100)=293.7 \text{ м}^2;$

$S(\text{метилмеркаптан; } \rho=0.867 \text{ г/см}^3; \text{ изотермия; } V_{\text{ветра}}=20 \text{ м/с; } Q_{\text{ист}}=50 \text{ кг/мин; } X=500)=1153.4 \text{ м}^2;$

$S(\text{нитрил акриловой кислоты; } \rho=0.806 \text{ г/см}^3; \text{ конвекция; } V_{\text{ветра}}=30 \text{ м/с; } Q_{\text{ист}}=100$

кг/мин; $X=1000$)= 2481.4 м²;

S(сероуглерод; $\rho=1.263$ г/см³; конвекция; $V_{\text{ветра}}=40$ м/с; $Q_{\text{ист}}=500$ кг/мин; $X=1500$)= 7917 м;

C(акролеин; $\rho=0.681$ г/см³; инверсия; $V_{\text{ветра}}=10$ м/с; $Q_{\text{ист}}=10$ кг/мин; $X=100$)= 43.2 мг/л;

C(метилмеркаптан; $\rho=0.867$ г/см³; изотермия; $V_{\text{ветра}}=20$ м/с; $Q_{\text{ист}}=50$ кг/мин; $X=500$)= 42.1 мг/л;

C(нитрил акриловой кислоты; $\rho=0.806$ г/см³ конвекция; $V_{\text{ветра}}=30$ м/с; $Q_{\text{ист}}=100$ кг/мин; $X=1000$)= 33.4 мг/л;

C(сероуглерод; $\rho=1.263$ г/см³; конвекция; $V_{\text{ветра}}=40$ м/с; $Q_{\text{ист}}=500$ кг/мин; $X=1500$)= 109.5 мг/л;

ЗАДАЧА 13. Определить расстояния, на которых будет ощущаться запах дурнопахнущих АХОВ, вытекаемых из необвалованных аварийных емкостей.

Исходные данные:

- коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха инверсия – 2, изотермия – 3, конвекция - 4;

- скорость V ветра - 10, 20, 30, 40 м/с;

- скорость истечения ($Q_{\text{ист.}}$) АХОВ из аварийной емкости 10, 50, 100, 500 кг/мин;

- пороговая концентрация дурнопахнущих АХОВ, мг/м³: акролеин – 0.49, аммиак – 33.0, бензол – 15, метилмеркаптан – 0.0042 (по данным, приведенным в [Майоров В.А. 2006]).

Ответ: X (акролеин; инверсия; $V_{\text{ветра}}=10$ м/с; $Q_{\text{ист}}=10$ кг/мин; $D=0.49$)= 52.9 м;

X (аммиак; изотермия; $V_{\text{ветра}}=20$ м/с; $Q_{\text{ист}}=50$ кг/мин; $D=33.0$)= 4.5 м;

X (бензол; конвекция; $V_{\text{ветра}}=30$ м/с; $Q_{\text{ист}}=100$ кг/мин; $D=15$)= 7.6 м;

X (метилмеркаптан; конвекция; $V_{\text{ветра}}=40$ м/с; $Q_{\text{ист}}=500$ кг/мин; $D=0.0042$)= 4284 м;

ЗАДАЧА 14. Определить расстояния, на которых будет ощущаться запах АХОВ, вытекаемых из необвалованных аварийных емкостей. Скорость истечения АХОВ из емкости неизвестна.

Исходные данные:

- коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха инверсия – 2, изотермия – 3, конвекция -4;

- скорость (V) ветра - 5, 15, 25, 40 м/с;

- скорость истечения ($Q_{\text{ист.}}$) АХОВ из аварийной емкости 1, 5, 10, 50 кг/мин;

- пороговой токсодозы (D) дурнопахнущих АХОВ, (мг·мин)/л: акролеин – 0.2, аммиак – 15, нитрил акриловой кислоты – 0.75, сероводород – 16.1.

Ответ: X (акролеин; инверсия; $V_{\text{ветра}}=5$ м/с; $Q_{\text{ист}}=1$ кг/мин; $D=0.2$)= 32.9 м;

X (аммиак; изотермия; $V_{\text{ветра}}=15$ м/с; $Q_{\text{ист}}=5$ кг/мин; $D=15$)= 2 м;

X (нитрил акриловой кислоты; конвекция; $V_{\text{ветра}}=25$ м/с; $Q_{\text{ист}}=10$ кг/мин;

$D=0.75)= 13.6$ м;

X(сероводород; конвекция; $V_{\text{ветра}}=40$ м/с; $Q_{\text{ист}}=50$ кг/мин; $D=16.1)= 3.8$
м;

Электронная библиотека Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского

ЧАСТЬ 6. ЗАДАЧИ С НЕТРАДИЦИОННЫМИ ФОРМУЛИРОВКАМИ

ЗАДАЧА 1. - А можно спросить, - обращается студент к преподавателю, - можно ли использовать закон Бугера-Ламберта $I = I_0 e^{-\mu x}$ (1) (где μ - показатель поглощения) в курсах по «Безопасности жизнедеятельности» наряду с законом ослабления γ -излучения: $K_{осл} = 2^{\frac{x}{d}}$ (2) (d - толщина слоя половинного ослабления)?

Ответ: Закон Бугера-Ламберта и закон ослабления излучения представляют собой различные формы записи одного и того же физического явления, но расчеты по закону ослабления проводить без использования вычислительной техники проще.

ЗАДАЧА 2. - А можно, извините, еще спросить Вас по поводу поглощения света, - обращается студент к преподавателю. В «Физическом энциклопедическом словаре» (с.555) написано, что закон $I = I_0 e^{-K_\lambda l}$, связывающий интенсивность пучка света, прошедшего через слой поглощающей среды толщиной l , с интенсивностью падающего пучка I_0 «... был экспериментально установлен в 1729 году французским физиком П. Бугером и в последствии теоретически выведен немецким ученым И. Ламбертом (1760) при очень простых предположениях, которые сводятся к тому, что при прохождении любого слоя вещества интенсивность светового потока уменьшается на определенную долю, зависящую только от толщины слоя, т.е. $\frac{dI}{I} = -K_\lambda dl$. Решением этого уравнения и является закон Бугера ...». Может быть, я не прав, - смущенно продолжал студент, - но не является ли уравнение $\frac{dI}{I} = -K_\lambda dl$ просто математическим эквивалентом в виде дифференциальной формы (не раскрывающей физического смысла) экспериментально установленного закона?

Ответ: По поводу закона Бугера в любой форме записи в «Физическом энциклопедическом словаре» написано: «С современной точки зрения физический смысл его состоит в том, что сам процесс потери фотонов, характеризуемый K_λ , не зависит от их плотности в световом пучке, т.е. от интенсивности света, и от толщины поглощающего слоя l .

ЗАДАЧА 3. Преподаватель БЖД внимательно посмотрел на студента как будущего солдата Вооруженных сил и сказал: «Процесс потери бойцов колонны военизированных формирований, передвигающихся без средств защиты по зараженной территории, аналогичен процессу потери фотонов в световом потоке, проходящем через слой поглощающей среды, т.е. не зависит от плотности колонны и одинаков в любом месте зараженной территории».

Выведите закон потери численности личного состава при перемещении колонны через зону заражения; получите закон ослабления ионизирующего излучения различными материалами.

Рекомендации. Для решения задачи запишите различными способами выражения для вероятности смертельного поражения и приравняйте их друг к другу.

Ответ: $n = n_0 \cdot \exp(-K_\lambda \cdot x)$; $I = I_0 \cdot \exp(-K_\lambda \cdot x)$.

ЗАДАЧА 4 «Мошенничество»

При расследовании дела о «хищении» хлора было установлено, что житель города NN одолжил 15 января 2007 года на некоторое время у директора водоочистительных сооружений оставшихся неиспользованными с 1960 года 15 тонн хлора, соответствующих сохранившимся документам вполне определенному количеству молей. В конце года такое же количество молей хлора было возвращено. Сколько килограммов хлора было «невозвращено» жителем города NN.

Ответ: «Невозвращено» 6 кг хлора.

ЗАДАЧА 5. «Злоумышленники»

Злоумышленники, незаконно завладев железнодорожной дрезиной, перемещали по железнодорожному пути ВВ общей массы m . В точке А остановились отдохнуть. Неожиданно из-за поворота в L метрах (100 м) показался поезд, двигавшийся со скоростью $V = \text{const}$. Злоумышленники не растерялись и в целях сохранения груза стали толкать дрезину с повышенным усердием. С какой постоянной силой F они должны были толкать дрезину, чтобы локомотив поезда слегка коснулся ее, но не более.

Ответ: $F = \frac{mV^2}{2L}$

ЗАДАЧА 6. «Опасные гипотезы»

Получаемое с помощью канонического распределения Гиббса [Спаский Б.И. 1964].

$$d\omega_{p,q} = \left(\exp\left(\frac{\psi - H(p,q)}{\theta}\right) \right) dqdp$$

уравнение

$$d\langle H \rangle = \frac{\partial \psi}{\partial V} dV + \theta \cdot d\left(-\frac{\partial \psi}{\partial \theta}\right) \quad (1)$$

в котором $\langle H \rangle$ есть среднее значение гамильтониана по совокупности систем, образующих статистический ансамбль, представляет собой аналог термодинамического уравнения

$$dU = \frac{\partial F}{\partial V} dV + T \cdot \left(-\frac{\partial F}{\partial T} \right) \quad (2)$$

записываемого с помощью функции состояния F , получившей название свободной энергии Гиббса-Гельмгольца. Соотношение $\langle H \rangle = U$ является исходным постулатом при согласовании статистического и термодинамического подходов в теории макроскопических систем, при этом параметр θ канонического распределения связан с абсолютной температурой T через постоянную Больцмана, и эта связь имеет вид $\theta = kT$. Сделанное Гиббсом предположение

$$\psi = F \quad (3)$$

приводит к формуле

$$F = -kT \ln \int \left(\exp \left(-\frac{H(q, p)}{kT} \right) \right) dq dp \quad (4)$$

не соответствующей опытным данным. Опасность предположения (3) реализовалась впоследствии утверждением: «Применение законов статистической физики к реальным системам фактически невозможно, если попытаться ограничиться классическими представлениями о движении атомных частиц» [Левич В.Г. 1962].

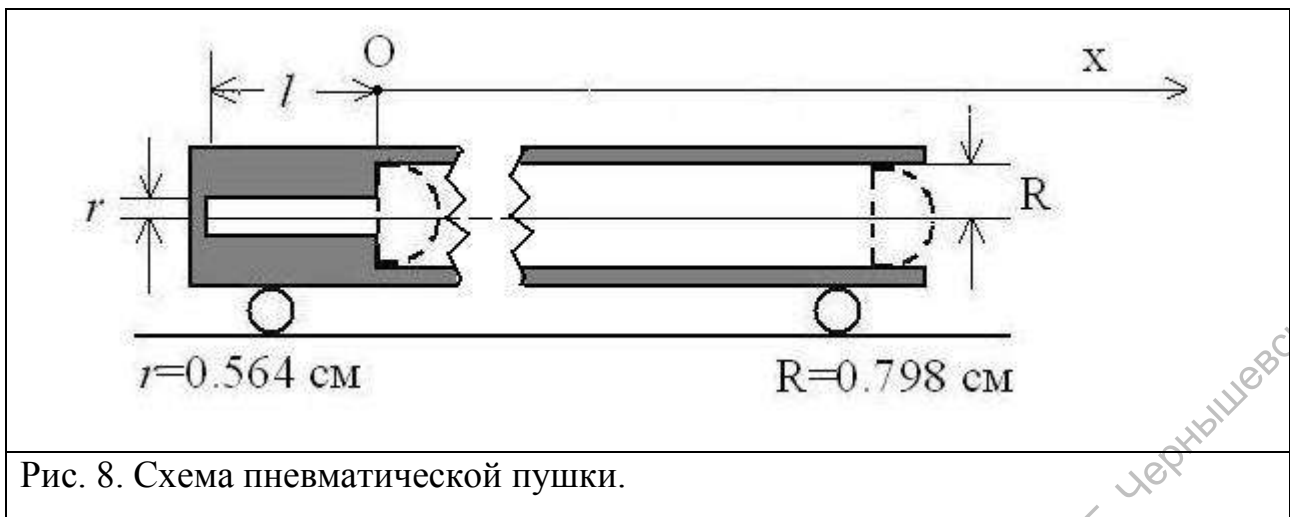
Ответьте на вопрос: Является ли в рамках классической статистической механики Гиббса предположение (3) единственно возможным?

Ответ: $F = \psi + \theta \cdot B$, где B величина не зависящая от температуры и объема, но может содержать в своей структуре число частиц N , образующих макросистему.

ЗАДАЧА 7. «Пневматическая пушка»

Движение снаряда при выстреле происходит под действием силы давления предварительно сжатого снарядом атмосферного воздуха. Схема пневматической пушки представлена на рис.8. Снаряд (поршень) перемещается без трения из крайнего правого положения в крайнее левое положение под действием приложенной к нему внешней силы \vec{F} , изменяющей свое значение при вдавливании снаряда в ствол пушки от значения, равного нулю, до значения, равного $F_0 = 1 \text{ кГ} = 9.8 \text{ Н}$. Как далеко полетит снаряд из крайнего левого положения после мгновенного устранения действующей на него внешней силы \vec{F} ? Радиусы участков ствола известны.

Запишите соотношение между l и длиной широкой части ствола L , при котором снаряд обязательно вылетит из орудия.



Ответ: В условиях данной задачи снаряд останется в крайне левом положении; условием вылета снаряда из крайне левого положения является $\frac{L}{l} > \frac{1}{2}$, т.е. широкая часть ствола должна быть более в 2 раза короче узкой части ствола.

ЗАДАЧА 8. С целью предупреждения массовых кишечных заболеваний в летнее время сотрудники санэпидемстанции провели с 15-го июня по 14 августа включительно плановое мероприятие по уничтожению переносчиков дизентерии. Общее число мух, насчитывающееся в городе в количестве N_0 на 15-е июля уменьшилось с течением времени по закону $N = N_0 \cdot e^{-a \cdot t}$ до тех пор, пока мухи не исчезли полностью. Определите среднее время жизни одной мухи в период их массового уничтожения с середины июля до середины августа.

Ответ: 15 суток.

Электронная библиотека Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского

Приложение 1

Таблица 1. Краткая характеристика возможной интенсивности землетрясений по 12-балльной шкале Меркалли (MSK-64)

Баллы	Краткая характеристика землетрясений
I	Отмечается только сейсмическими приборами
II	Ощущается отдельными людьми, находящимися в полном покое
III	Ощущается небольшой частью населения
IV	Легкое дребезжание и колебания предметов, посуды и оконных стекол
V	Общее сотрясение зданий, колебание мебели, трещины в оконных стеклах и штукатурке
VI	Пробуждение спящих, падение со стен картин, откалываются отдельные куски штукатурки
VII	Трещины в стенах каменных домов, антисейсмические и деревянные постройки остаются невредимыми
VIII	Трещины на почве, сдвиг или опрокидывание памятников, сильное повреждение домов
IX	Сильное разрушение каменных домов, перекосы деревянных домов
X	Трещины в почве, иногда до метра шириной, оползни, обвалы со склонов, разрушение каменных построек, искривление железнодорожных рельсов
XI	Более широкие трещины в поверхностных слоях земли, многочисленные обвалы, каменные дома совершенно разрушаются, выпячивание железнодорожных рельсов
XII	Большие изменения ландшафта, многочисленные трещины, обвалы, оползни, возникновение водопадов, подпруд на озерах, изменение течения рек, ни одно сооружение не выдерживает

Таблица 2. Соотношение между шкалой Рихтера и MSK-64

Магнитуда по Рихтеру	Интенсивность по шкале MSK-64
4.0-4.9	IV-V
5.0-5.9	VI-VII
6.0-6.9	VIII-IX
7.0-7.9	IX-X
8.0-8.9	XI-XII

Таблица 3. Степень разрушения зданий, сооружений при землетрясении по шкале MSK-64

№	Характеристика зданий и сооружений	Разрушение, баллы			
		слабое	среднее	сильное	полное
1	2	3	4	5	6
1	Массивные промышленные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25-50 т	VII-VIII	VII-IX	IX-X	X-XII
2	Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкции	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-XII
3	Промышленные здания с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления 30%	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-X
4	Промышленные здания с металлическим каркасом и сплошным хрупким заполнением стен и крыши	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-XI
5	Здания из сборного железобетона	VI-VII	VII-VIII	-	VIII-XI
6	Кирпичные бескаркасные производственно - вспомогательные одно- и многоэтажные здания с перекрытием (покрытием) из железобетонных сборных элементов	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-XI
7	То же, с перекрытием (покрытием) из деревянных элементов одно- и многоэтажные	VI	VI-VII	VII-VIII	более VIII
8	Административные многоэтажные здания с металлическим или	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	X-XI

1	2	3	4	5	6
	железобетонным каркасом				
9	Кирпичные малоэтажные здания (один-два этажа)	VI	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX
10	Кирпичные многоэтажные здания (три и более этажей)	VI	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX
11	Складские кирпичные здания	V-VI	VI-VIII	VIII-IX	IX-X
12	Трубопроводы на металлических или ж/б эстакадах	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	-

Таблица 4. Скорость распространения поверхностных сейсмических волн.

№	Тип грунта	Скорость поверхностных сейсмических волн V_p , км/с
1	2	3
<i>Скальные грунты</i>		
1	Граниты	5.60
2	Известняки, сланцы, гнейсы плотные	4.00
3	Песчаники плотные	2.60
4	Известняки, сланцы, песчаники нарушенные	1.90
<i>Полускальные грунты</i>		
5	Гнейсы	2.70
6	Мергели	2.30
7	Цементированные пески	1.65
<i>Крупнообломочные грунты</i>		
8	Щебнистые и галечниковые	1.70
9	Гравийные из кристаллических пород	1.55
10	Гравийные из осадочных пород	1.40
<i>Песчаные грунты</i>		
11	Пески гравелистые	1.35
12	Пески средней крупности	1.20
13	Пески мелкие и пылевые	0.95
<i>Глинистые грунты</i>		
14	Глины	1.20
15	Суглинки	1.10

1	2	3
16	Супеси	0.95
17	Суглинки и супеси рыхлые	0.65
18	Насыпные и почвенные грунты	0.35
19	Водонасыщенный грунт (пески со степенью влажности более 0.8; супеси, суглинки и глины с консистенцией менее 1.0)	0.60
20	Водонасыщенный грунт (пески со степенью влажность менее 0.8; супеси, суглинки и глины с консистенцией менее 1.0)	0.60

Таблица 5. Строение земного шара

Элемент структуры земного шара	№п/п	Тип слоя	Мощность слоя (h_1), км			Скорость распространения гипоцентральных сейсмических волн	
			Материк		Океан	Продольных	Поперечных
			горы	Равнина			
Кора	1	Осадочные	-	5.0	1.0	6.1	3.5
	2	породы	40.0	10.0	-	6.9	3.9
	3	Гранит Базальт	20.0	25.0	6.0	8.0	4.5
Мантия	4	Верхняя мантия	400			8.1	4.6
	5	Средняя мантия	560			9.8	5.6
	6	Нижняя мантия	1700			12.5	7.0
Ядро	7	Верхняя оболочка ядра	2200			9.3	-
		Субядро	1250			11.2	-

Таблица 6. Справочные данные по степеням разрушения зданий и сооружений при землетрясениях по шкале Рихтера.

№	Конструктивное решение здания или сооружения	Интенсивность землетрясения в баллах, приводящего к различным степеням разрушения зданий или сооружений			
		Слабые разрушения	Средние разрушения	Сильные разрушения	Полные разрушения
1	2	3	4	5	6
ЖИЛЫЕ, ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ					
1	Кирпичные и каменные несущими наружными и внутренними продольными стенами и железобетонными перекрытиями: Малоэтажные Многоэтажные	6.0... 7.0 5.0... 6.0	7.0... 7.5 6.0... 7.0	7.5 ... 8.0 7.0 ... 7.5	> 8.0 > 7.5
2	То же с антисейсмической защитой: Малоэтажные Многоэтажные	6.5 ... 7.5 6.0... 7.0	7.5... 8.0 7.0... 8.0	8.0 ... 8.5 8.0 ... 8.5	> 8.5 > 8.5
3	Малоэтажные здания со стенами из туфа	5.0... 5.5	5.5... 6.0	6.5 ... 7.0	> 7.0
4	Каркасно-кирпичные (каменные) железобетонными перекрытиями: Малоэтажные Многоэтажные	6.5 ... 7.5 5.5... 6.5	7.5... 8.0 6.5... 7.5	8.0 ... 8.5 7.5 ... 8.0	> 8.5 > 8.0
5	То же с антисейсмической защитой: Малоэтажные Многоэтажные	7.0... 8.0 6.0... 7.0	8.0... 8.5 7.0... 8.0	8.5 ... 9.0 8.0 ... 8.5	> 9.0 > 8.5
6	Бетонные или железобетонные крупноблочные: малоэтажные	6.5... 7.0	7.0... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0

1	2	3	4	5	6
	многоэтажные	6.0... 6.5	6.5... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
7	То же с антисейсмической защитой: Малоэтажные Многоэтажные	7.0... 7.5 6.5... 7.0	7.5... 8.0 7.0... 8.0	8.0 ... 8.5 8.0 ... 8.5	> 8.5 > 8.5
8	Железобетонные крупнопанельные: Малоэтажные Многоэтажные Повышенной этажности	6.0... 7.0 5.0... 6.0 5.5... 6.0	7.0... 7.5 6.0... 7.5 6.0... 7.0	7.5 ... 8.0 7.5 ... 8.0 7.0 ... 7.5	> 8.0 > 8.0 > 7.5
9	То же с антисейсмической защитой: Малоэтажные Многоэтажные Повышенной этажности	6.5... 7.5 5.5... 7.0 6.0... 6.5	7.5... 8.0 7.0... 7.5 6.5... 7.5	8.0 ... 8.5 7.5 ... 8.5 7.5 ... 8.0	> 8.5 > 8.5 > 8.0
10	Железобетонные крупнопанельные с несущими наружными стенами и внутренним продольным каркасом: Малоэтажные Многоэтажные Повышенной этажности	6.0... 6.5 5.5... 6.0 5.0... 6.0	6.5... 7.5 6.0... 7.5 6.0... 7.0	7.5 ... 8.5 7.5 ... 8.0 7.0 ... 8.0	> 8.5 > 8.0 > 8.0
11	То же с антисейсмической защитой: малоэтажные многоэтажные повышенной этажности	6.5... 7.0 6.0... 6.5 5.5... 6.5	7.0... 8.0 6.5... 8.0 6.5... 8.0	8.0 ... 9.0 8.0 ... 8.5 8.0 ... 8.5	> 9.0 > 8.5 > 8.5
12	Железобетонные крупнопанельные с полным продольным каркасом: многоэтажные	7.0... 7.5	7.5... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5

1	2	3	4	5	6
	повышенной этажности высотные	6.5... 7.5 6.5... 7.5	7.5... 8.5 7.5... 8.5	8.5 ... 9.0 8.5 ... 9.0	> 9.0 > 9.0
13	То же с антисейсмической защитой: многоэтажные повышенной этажности высотные	6.5... 7.5 7.0... 8.0 7.0... 7.5	7.5... 8.5 8.0... 8.5 7.5... 8.5	8.5 ... 9.0 8.5 ... 9.0 8.5 ... 9.0	> 9.0 > 9.0 > 9.0
14	Железобетонные объемно-блочные: Малоэтажные многоэтажные	6.0 ... 6.5 5.5... 6.0	6.5... 7.0 6.0... 7.5	7.0 ... 8.5 7.5 ... 8.0	> 8.5 > 8.0
15	То же с антисейсмической защитой: Малоэтажные многоэтажные	6.0 ... 7.0 5.5... 6.5	7.0... 8.0 6.5... 8.0	8.0 ... 9.0 8.0 ... 9.0	> 9.0 > 9.0
16	Железобетонные монолитные бескаркасные: Многоэтажные Повышенной этажности Высотные	7.5... 8.0 7.0... 8.0 7.0... 7.5	8.0... 9.0 8.0... 8.5 7.5... 8.5	9.0 ... 10 8.5 ... 9.5 8.5 ... 9.5	> 10 > 9.5 > 9.5
17	То же с антисейсмической защитой: Многоэтажные Повышенной этажности Высотные	7.5... 8.5 7.0... 8.0 7.0... 8.0	8.5... 9.5 8.0... 9.0 8.0... 9.5	9.5 ... 10 9.0 ... 10 9.5 ... 10	> 10 > 10 > 10
18	Железобетонные каркасные зального типа (здания с большими пролетами и шагами опор, образующими помещения большой площади)	7.0... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
19	То же с антисейсмической				

1	2	3	4	5	6
	защитой	7.0... 8.0	8.0... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
20	Железобетонные большепролетные	7.0... 7.5	7.5... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
21	То же с антисейсмической защитой	7.5... 8.0	8.0... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
22	Железобетонные каркасные зального типа с покрытием в виде железобетонных оболочек и складок	6.0... 7.0	7.0 ...8.0	8.0 ...9.0	> 9.0
23	То же с антисейсмической защитой	6.0... 7.5	7.5... 8.5	8.5 ... 9.5	> 9.5
24	Железобетонные каркасные купольные	6.0... 7.0	7.0 ...8.0	8.0 ...9.0	> 9.0
25	То же с антисейсмической защитой	7.0... 8.0	8.0... 9.0	9.0 ... 10	> 10
26	Железобетонные зального типа с покрытием в виде висячих конструкций	6.5... 7.0	7.0... 8.5	8.5 ... 9.5	> 9.5
27	То же с антисейсмической защитой	7.0... 7.5	7.5... 9.0	9.0 ... 10	> 10
28	Железобетонные крупнопанельные с железобетонным и металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью в тоннах:				
	до 50	6.0 ...7.5	7.5... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
	от 50 до 100	6.0 ...7.5	7.5... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
29	То же с антисейсмической защитой:				
	до 50	6.5 ...7.5	7.5... 8.5	8.5 ... 9.5	> 9.5
	от 50 до 100	6.5 ...8.0	8.0... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0

1	2	3	4	5	6
30	С металлическими стойками и легким покрытием из монопанелей по металлическим структурным или пространственным решетчатым конструкциям со стенами из панелей типа “сэндвич” и крановым оборудованием грузоподъемностью до 20 тонн (панель типа “сэндвич” – трехслойная панель с обшивками из стальных профилированных листов с расположенным между ними слоем утеплителя из пенополиуритана)	6.0 ... 6.5	6.5... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
31	То же с антисейсмической защитой	6.0 ... 7.0	7.0... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
32	Малоэтажные с металлическим каркасом, покрытием и стенами из листового металла	5.0 ... 6.0	6.0... 7.0	7.0 ... 8.0	> 8.0
33	То же с антисейсмической защитой	5.0 ... 6.5	6.5... 7.5	7.5 ... 8.5	> 8.5
34	Малоэтажные с деревянным каркасом и трехслойным клефа-нерным каркасом, панелями покрытия и стен	5.0 ... 6.0	6.0... 7.0	7.0 ... 8.5	> 8.5

1	2	3	4	5	6
35	То же с антисейсмической защитой	5.5 ... 6.5	6.5... 7.5	7.5 ... 9.0	> 9.0
36	Здания атомных, тепловых и гидроэлектростанций обычной конструкции	7.0 ... 7.5	7.5... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0
37	То же с антисейсмической защитой	7.5 ... 8.0	8.0... 8.5	9.5 ... 9.5	> 9.5

Таблица 7. Наиболее часто употребляемые производные и интегралы

Функция	Производная	Функция	Производная	Функция	Производная
1			2		
x^n	nx^{n-1}	$\sin x$	$\cos x$	$\arcsin x$	$\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
$\frac{1}{x}$	$-\frac{1}{x^2}$	$\cos x$	$-\sin x$	$\arccos x$	$-\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
$\frac{1}{x^n}$	$-\frac{1}{x^{n+1}}$	tgx	$\frac{1}{\cos^2 x}$	\arctgx	$\frac{1}{1+x^2}$
\sqrt{x}	$\frac{1}{2\sqrt{x}}$	$ctgx$	$-\frac{1}{\sin^2 x}$	$arcctgx$	$-\frac{1}{1+x^2}$
e^x	e^x	\sqrt{u}	$\frac{u'}{2\sqrt{u}}$	shx	chx
e^{nx}	ne^{nx}	$\ln u$	$\frac{u'}{u}$	chx	shx
a^x	$a^x \ln a$	$\frac{u}{v}$	$\frac{vu' - v'u}{v^2}$	thx	$\frac{1}{ch^2 x}$
$\ln x$	$\frac{1}{x}$			$cthx$	$-\frac{1}{sh^2 x}$
$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}, n \neq -1$ $\int \frac{dx}{x} = \ln x$ $\int \sin x dx = -\cos x$ $\int \cos x dx = \sin x$ $\int tgx dx = -\ln \cos x$			$\int \frac{dx}{\cos^2 x} = tgx$ $\int \frac{dx}{\sin^2 x} = -ctgx$ $\int \frac{dx}{1+x^2} = -arctgx$ $\int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = -\arcsin x$ $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2-1}} = \ln \left x + \sqrt{x^2-1} \right $		

1	2
$\int_0^{\infty} x^n e^{-x} dx = \begin{cases} 1, n=0 \\ \sqrt{\frac{\pi}{2}}, n=\frac{1}{2} \\ 1, n=1 \\ 2, n=2 \end{cases}$	$\int_0^{\infty} x^n e^{-x^2} dx = \begin{cases} \sqrt{\frac{\pi}{2}}, n=0 \\ \frac{1}{2}, n=1 \\ \sqrt{\frac{\pi}{4}}, n=2 \\ \frac{1}{2}, n=3 \end{cases}$
$\int_0^{\infty} \frac{x^n}{e^x - 1} dx = \begin{cases} 2.31, n=\frac{1}{2} \\ \frac{\pi^2}{6}, n=1 \\ 2.405, n=2 \\ \frac{\pi^4}{15}, n=3 \\ 24.9, n=4 \end{cases}$	$\int_0^{\infty} \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \begin{cases} 0.225, \alpha=1 \\ 1.18, \alpha=2 \\ 2.56, n=3 \\ 4.91, \alpha=5 \\ 6.43, \alpha=10 \end{cases}$

Таблица 8. Обозначения и названия некоторых единиц

А – ампер А° - ангстрем А.е.м. – атомная единица массы Б – бел б– барн Бк – беккерель В – вольт Вб – вебер Вт – ватт Гн – генри г – грамм Гс - гаусс	Гц – герц дин - дина Дж – джоуль дптр - диоптрия К – кельвин кал - калория кд – кандела Кл – кулон л – литр лк – люкс лм – люмен м – метр мин - минута	Мкс – максвелл Н - ньютон П –пуаз Па – паскаль рад – радиан с – секунда См – сименс ср – стерадиан Тл – тесла Ф – фарад ч - час Э – эрстед эВ – электрон-вольт
---	--	--

Таблица 9. Десятичные приставки к названиям единиц

Э – экса, 10^{18}	к – кило, 10^3	мк – микро, 10^{-6}
П – пета, 10^{15}	г- гекто, 10^2	н – нано, 10^{-9}
Т – тера, 10^{12}	д – деци, 10^{-1}	п – пико, 10^{-12}
Г – гига, 10^9	с - санти, 10^{-2}	ф – фемто, 10^{-15}
М – мега, 10^6	м – милли, 10^{-3}	а – атто, 10^{-18}

Таблица 10. Единицы величин СИ

Величина	СИ
1	2
Длина	м
Время	с
Скорость	м/с
Ускорение	м/с ²
Частота колебаний	Гц
Круговая частота	с ⁻¹
Угловая частота	рад/с
Угловое ускорение	рад/с ²
Масса	кг
Плотность	кг/м ³
Сила	Н
Давление, напряжение	Па
Импульс	кг·м/с
Момент силы	Н·м
Энергия, работа	Дж
Мощность	Вт
Плотность потока энергии	Вт/м ²
Момент импульса	кг·м ² /с
Момент инерции	кг·м ²
Вязкость	Па·с
Температура	К
Теплоемкость, энтропия	Дж/К
Количество электричества	Кл
Потенциал	В
Напряженность электрического поля	В/м
Электрическое смещение	Кл/м ²
Электрический момент диполя	Кл·м

1	2
Поляризованность	Кл/м ²
Емкость	Ф
Сила тока	А
Плотность тока	А/м ²
Сопротивление	Ом
Удельное сопротивление	Ом·м
Проводимость	См
Магнитная индукция	Тл
Магнитный поток	Вб
Напряженность магнитного поля	А/м
Магнитный момент	А·м ²
Намагниченность	А/м
Индуктивность	Гн
Сила света	кд
Световой поток	лм
Освещенность	лк
Светимость	лм/м ²
Яркость	кд/м ²

Таблица 11. Коэффициенты относительного влияния переменных факторов на скорость распространения низового лесного пожара

Крутизна ската		Относительная влажность воздуха		Запас горючих материалов		Влажность горючих материалов		Скорость* ветра	
α , градусы	K_{α}	φ , %	K_{φ}	Z , т/га	K_z	ω , %	K_{ω}	V_B , м/с	K_{XB}
-40	1,0	20	3,8	0,5	1	10	1,0	-2,0**	1,05
-20	1,0	30	2,9	1,0	2	15	0,95	-0,8	1,0
0	1,0	40	2,2	2,0	4	20	0,50	0,5	1,0
10	1,2	50	1,7	3,0	6	25	0,23	0,5	2,4
20	2,0	60	1,4	4,0	8	30	0,19	1,0	4,2
30	4,9	70	1,25	5,0	10	40	0,17	2,0	11,2
35	9,5	80	1,15			50	0,14	3,0	21,0

Примечание: * Скорость ветра на высоте 0,2 - 2,5 м.

** Минусовая скорость означает, что пожар распространяется против ветра

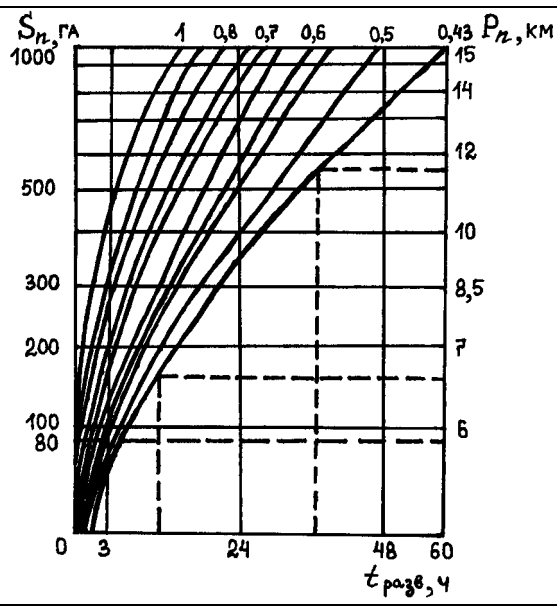


Рис.1. Номограмма прогнозирования лесного пожара

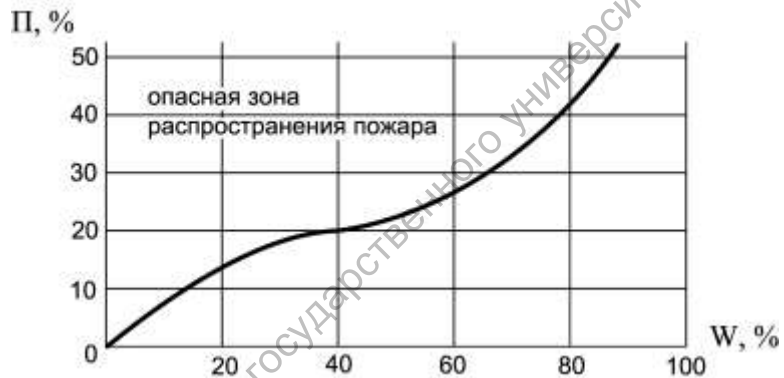


Рис. 2. Зависимость вероятности распространения пожара от плотности застройки: Π – плотность застройки; W – вероятность распространения пожара

Электронная библиотека Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского

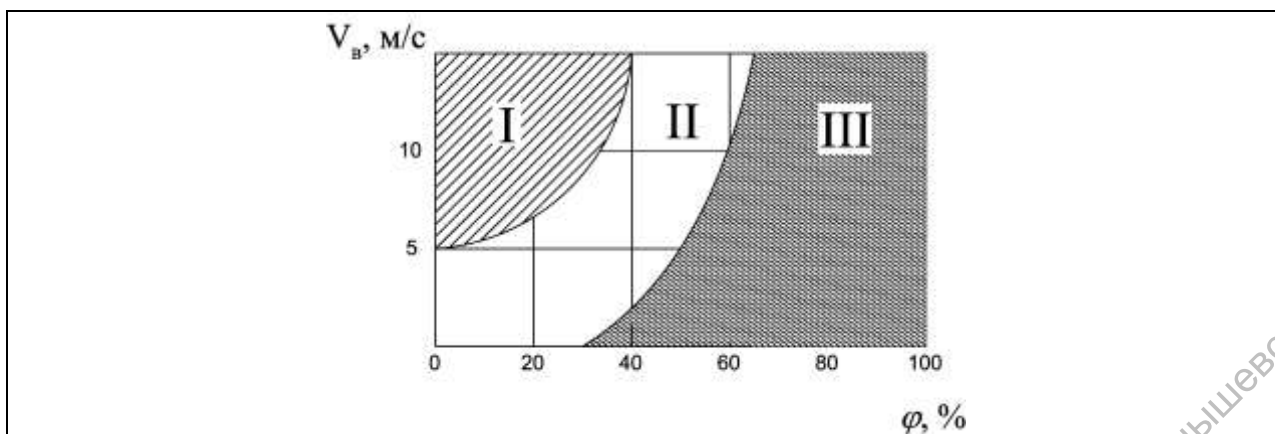


Рис. 3. Зависимость распространения пожаров в засушливое время года от скорости ветра и влажности воздуха в населенном пункте: I – пожар распространяется очень быстро, требуется эвакуация населения; II – пожар распространяется быстро, необходимы эвакуация или проведение мероприятий по локализации пожара; III – пожар распространяется медленно

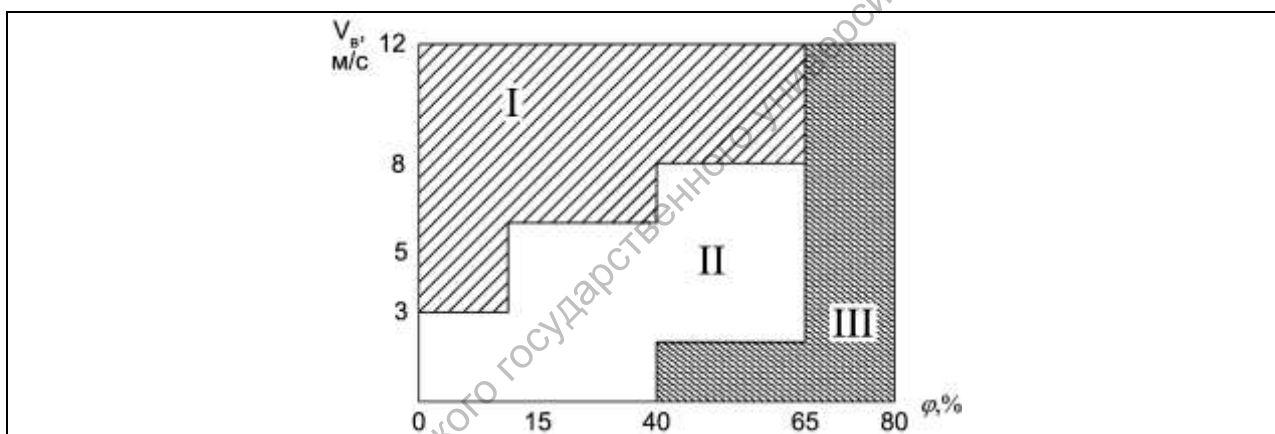


Рис. 4. Зависимость скорости распространения пожара в лесу в зависимости от влажности воздуха и скорости ветра

Таблица 12. Проходимость улиц в населенном пункте

Степень огнестойкости зданий	Общая продолжительность пожара, ч		Время наступления максимальной скорости горения, ч	Безопасные расстояния от горящих зданий, м
	зона слабых разрушений	зона сильных разрушений		
I, II	2 - 3	1 - 2	0,1 - 0,5	50 - 20
III	5 - 6	7 - 8	0,2 - 1,2	50 - 20
IV, V	2 - 3	8 - 10	0,3 - 1,5	50 - 20

Таблица 13. Проходимость дорог в зонах лесных пожаров (площадь лесного массива не менее 3 га, протяженность дороги в лесу не менее 100м, ширина просеки, по которой проходит дорога, 20 м)

Вид пожара	Глубина опасной зоны перед фронтом пожара, м	Возможность прохождения людей, условия
Почвенный	-	Возможно
Низовой слабый	До 7,5 - 10	Возможно, сильное задымление
Низовой сильный	До 10 - 20	Затруднено, сильное задымление
Верховой распространяющийся	До 100 - 200	Невозможно в течение 0,5 ч, затруднено в течение 1,5 ч
Верховой не распространяющийся (на площади ≥ 30 га)	Вся зона пожара	Невозможно в течение 1,5 - 2 ч
Сплошной в завалах, не распространяющийся	Вся зона пожара	Невозможно в течение 3-4 ч

Таблица 14. Характер воздействия пожаров на людей, находящихся в убежищах

Вид пожара	Тип убежища	Характер воздействия за время, ч				
		0,25	0,5	1,0	3,0	6,0
1	2	3	4	5	6	7
Почвенный	Все типы	-	-	-	-	-
Низовой слабый	Все типы при герметизации	-	ЛО	ЛО	-	-
Низовой сильный	То же	-	-	ЛО	-	-
Верховой	То же	-	-	ВТ	ВТ,СО	-
Сплошной в завалах	Отдельно стоящие с полной изоляцией	-	-	-	-	СО,ВТ
Сплошной верховой на площади более 30 га	Встроенное с подпором более 3 кг/м^2 с нарушенной герметизацией	ЛО	ЛО	СО,ВТ	СО,ВТ	ТО,ВТ

1	2	3	4	5	6	7
Сплошной в населенных пунктах	Встроенные Отдельно стоящие С нарушенной герметизацией	- - -	- - -	- - ЛО,ВТ	ВТ,ЛО ЛО СО,ВТ	СО,ВТ СО ТО,ВТ

Примечание: Симптомы отравления окисью углерода:

ЛО - легкое отравление; СО - средней тяжести;

ТО - тяжелое отравление.

ВТ - воздействие высокой температуры.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1. Коэффициенты пересчета уровней радиации от времени прошедшего с момента аварии на АЭС или ядерного взрыва

<i>t, час</i>	<i>K</i>	<i>t, час</i>	<i>K</i>	<i>t, час</i>	<i>K</i>
0.5	2.3	9	0.072	18	0.031
1	1	10	0.063	20	0.027
2	0.435	11	0.056	22	0.024
3	0.267	12	0.051	24	0.022
4	0.189	13	0.046	26	0.020
5	0.145	14	0.042	28	0.018
6	0.116	15	0.039	32	0.015
7	0.097	16	0.036	36	0.013
8	0.082	17	0.033	48	0.01

Таблица 2. Определение времени прошедшего с момента ядерного взрыва или аварии на АЭС

Соотношение уровней радиации P_2/P_1	Время между измерениями, мин		
	15	30	60
	Время, прошедшее после взрыва (аварии) до второго измерения уровня радиации (... ч ... мин)		
0.9	3.00	6.00	12.00
0.8	1.30	3.00	6.00
0.7	1.00	2.00	4.00
0.6	0.45	1.30	3.00
0.5	0.35	1.10	2.20
0.4	-	0.55	1.50
0.3	-	-	1.35
0.2	-	-	1.20

Таблица 3. Средние значения коэффициента ослабления $K_{осл}$

Наименование укрытий и транспортных средств или условия расположения (действия) формирования ГО (населения)	$K_{осл}$
Открытое расположение на местности	1
ЗАЩИТНЫЕ СОРУЖЕНИЯ	
Зараженные отрытые окопы, щели	3
Дезактивированные или отрытые на зараженной местности окопы	20
Перекрытые щели	50
Противорадиационные укрытия (ПРУ)	100 и более
Убежища	1000 и более
ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА	
Автомобили и автобусы	2
Железнодорожные платформы	1.5
Крытые вагоны	2
Пассажирские вагоны (локомотивы)	3
ПРОМЫШЛЕННЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ЗДАНИЯ	
Промышленные одноэтажные здания (цеха)	6
Производственные и административные трехэтажные здания	7
ЖИЛЫЕ КАМЕННЫЕ ДОМА	
Одноэтажные	10
Подвал	40
Двухэтажные	15
Подвал	100
Трехэтажные	20
Подвал	400
Пятиэтажные	27
Подвал	400
ЖИЛЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ ДОМА	
Одноэтажные	2
Подвал	7
Двухэтажные	8
Подвал	12
РАЙОН РАСПОЛОЖЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЙ	
Район, оборудованный в течение 12-24 ч.	3
24 ч. и более	50
В СРЕДНЕМ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ	
Городского	8
Сельского	4

Таблица 4. Толщина слоя половинного ослабления радиации для различных материалов при радиоактивном заражении

Материал	Плотность, г/см ³	Толщина, см
Вода	1	13
Древесина	0.7	18.5
Грунт	1.6	8.1
Кирпич	1.6	8.1
Железобетон	2.3	5.7
Кладка буртовая	2.4	5.4
Глина утрамбованная	2.06	6.3
Известняк	2.7	4.8
Сталь (броня)	7.8	1.7
Свинец	11.3	1.2

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1. Характеристики АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубины зоны заражения

N п/ п	АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза мг·мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
		газ	жидкость			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температуры воздуха (°С)				
									-40	-20	0	20	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Акролеин	-	0,839	52,7	0,2*	0	0,013	3,0	0,1	0,2	0,4	1	2,2
2	Аммиак												
	хранение под давлением	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0	0,3	0,6	1	1,4
	изотермическое хранение	-	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	0	1	1	1	1
3	Ацетонитрил	-	0,786	81,6	21,6**	0	0,004	0,028	0,02	0,3	1	1	2,6
4	Ацетонциангидрин	-	0,932	120	1,9*	0	0,002	0,316	0	0	0,3	1	1,5
5	Водород мышьяковистый	0,0035	1,64	-62,47	0,2*	0,17	0,054	3,0	0,3	0,5	0,8	1	1,2
6	Водород фтористый	-	0,989	19,52	4	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1
7	Водород хлористый	0,0016	1,191	-85,10	2	0,28	0,037	0,30	0,4	0,6	0,8	1	1,2
8	Водород бромистый	0,0036	1,490	-66,77	2,4*	0,13	0,055	0,25	0,3	0,5	0,8	1	1,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	Водород цианистый	-	0,687	25,7	0,2	0	0,02 6	3,0	0	0	0,4	1	1,3
10	Диметилами н	0,00 20	0,680	6,9	1,2*	0,06	0,04 1	0,5	0 ----- 0,1	0 ----- 0,3	0 ----- 0,8	1 ----- 1	2,5 ----- 1
11	Метиламин	0,00 14	0,699	-6,5	1,2*	0,13	0,03 4	0,5	0 ----- 0,3	0 ----- 0,7	0,3 ----- 1	1 ----- 1	1,8 ----- 1
12	Метил бромистый	-	1,732	3,6	1,2*	0,04	0,03 9	0,5	0 ----- 0,2	0 ----- 0,4	0 ----- 0,9	1 ----- 1	2,3 ----- 1
13	Метил хлористый	0,00 23	0,983	- 23,7 6	10,8 **	0,12 5	0,04 4	0,056	0 ----- 0,5	0,1 ----- 1	0,6 ----- 1	1 ----- 1	1,5 ----- 1
14	Метилакрил ат	-	0,953	80,2	6*	0	0,00 5	0,1	0,1	0,2	0,4	1	3,1
15	Метилмерка птан	-	0,867	5,95	1,7* *	0,06	0,04 3	0,353	0 ----- 0,1	0 ----- 0,3	0 ----- 0,8	1 ----- 1	2,4 ----- 1
16	Нитрил акриловой кислоты	-	0,806	77,3	0,75	0	0,00 7	0,80	0,04	0,1	0,4	1	2,4
17	Окислы азота	-	1,491	21,0	1,5	0	0,04 0	0,40	0	0	0,4	1	1
18	Окись этилена	-	0,882	10,7	2,2* *	0,05	0,04 1	0,27	0 ----- 0,1	0 ----- 0,3	0 ----- 0,7	1 ----- 1	3,2 ----- 1
19	Сернистый ангидрид	0,00 29	1,462	- 10,1	1,8	0,11	0,04 9	0,333	0 ----- 0,2	0 ----- 0,5	0,3 ----- 1	1 ----- 1	1,7 ----- 1
20	Сероводоро д	0,00 15	0,964	- 60,3 5	16,1	0,27	0,04 2	0,036	0,3 ----- 1	0,5 ----- - 1	0,8 ----- 1	1 ----- 1	1,2 ----- 1
21	Сероуглеро д	-	1,263	46,2	45	0	0,02 1	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1
22	Соляная кислота (концентри- рованная)	-	1,198	-	2	0	0,02 1	0,30	0	0,1	0,3	1	1,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
23	Триметиламин	-	0,671	2,9	6*	0,07	0,047	0,1	0 --- 0,1	0 ----- 0,4	0 ----- 0,9	1 --- 1	2,2 ----- 1
24	Формальдегид	-	0,815	- 19,0	0,6*	0,19	0,034	1,0	0 ----- 0,4	0 --- 1	0,5 ----- 1	1 ----- 1	1,5 ----- 1
25	Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0 --- 0,1	0 --- 0,3	0 --- 0,7	1 --- 1	2,7 --- 1
26	Фтор	0,0017	1,512	- 188,2	0,2*	0,95	0,038	3,0	0,7 --- 1	0,8 ----- 1	0,9 ----- 1	1 --- 1	1,1 ----- 1
27	Фосфор треххлористый	-	1,570	75,3	3	0	0,010	0,2	0,1	0,2	0,4	1	2,3
28	Фосфора хлорокись	-	1,675	107,2	0,06*	0	0,003	10,0	0,05	0,1	0,3	1	2,6
29	Хлор	0,0032	1,553	- 34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0 ----- 0,9	0,3 --- 1	0,6 --- 1	1 --- 1	1,4 --- 1
30	Хлорпикрин	-	1,658	112,3	0,02	0	0,002	30,0	0,03	0,1	0,3	1	2,9
31	Хлорциан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,04	0,048	0,80	0 ----- 0	0 ----- 0	0 ----- 0,6	1 --- 1	3,9 ----- 1
32	Этиленимин	-	0,838	55,0	4,8	0	0,009	0,125	0,05	0,1	0,4	1	2,2
33	Этиленсульфид	-	1,005	55,0	0,1*	0	0,013	6,0	0,05	0,1	0,4	1	2,2
34	Этилмеркаптан	-	0,839	35	2,2*	0	0,028	0,27	0,1	0,2	0,5	1	1,7

Примечания:

1. Плотности газообразных АХОВ в графе 3 приведены для атмосферного давления; при давлении в емкости, отличном от атмосферного, плотности определяются путем умножения данных графы 3 на значение давления в атмосферах (1 атм = 760 мм рт. ст.).

2. Значения K_7 в графах 10-14 в числителе приведены для первичного, в знаменателе - для вторичного облака.

3. В графе 6 численные значения токсодоз, помеченные звездочками, определены ориентировочно по соотношению:

$$D = 240 \cdot K \cdot ПДК_{р.з.},$$

Где D - токсодоза, мг·мин/л; $ПДК_{р.з.}$ - ПДК рабочей зоны (мг/л) по ГОСТ 12.1.005-88; $K=5$ для раздражающих ядов (помечены одной звездочкой); $K=9$ для всех прочих ядов (помечены

двумя звездочками).

4. Значения K_I для изотермического хранения аммиака приведены для случая разлива (выброса) в поддон.

Таблица 2. Значение коэффициента K_4 в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K_4	1	1.33	1.67	2.0	2.34	2.67	3.0	3.34	3.67	4.0	5.68

Таблица 3. Глубина (км) зоны заражения

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менее	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49
15 и более	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	30	50	70	100	300	500	700	1000	2000
1 и менее	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	288	363	572
2	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	150	189	295
3	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	104	130	202
4	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	81,17	101	157
5	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	67,15	83,60	129
6	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	56,72	71,70	110
7	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	50,93	63,16	96,30
8	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	45,79	56,70	86,20
9	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	41,76	51,60	78,30
10	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	38,50	47,53	71,90
11	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	35,81	44,15	66,62
12	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58	27,61	35,55	41,30	62,20
13	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	31,62	38,90	58,44
14	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	29,95	36,81	55,20
15 и более	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60	23,50	28,48	34,98	52,37

Таблица 4. Скорость (км/ч) переноса переднего фронта облака зараженного воздуха в зависимости от скорости ветра

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

Таблица 5. Определение степени вертикальной устойчивости атмосферы по прогнозу погоды

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность
<2	ин	из	из (ин)	из	к (из)	из	ин	из
2-3,9	ин	из	из (ин)	из	из	из	из (ин)	из
>4	из	из	из	из	из	из	из	из

Примечания: 1. Обозначения: ин - инверсия; из - изотермия; к - конвекция; буквы в скобках - при снежном покрове.

2. Под термином "утро" понимается период времени в течение 2 ч после восхода солнца; под термином "вечер" - в течение 2 ч после захода солнца. Период от восхода до захода солнца за вычетом двух утренних часов - день, а период от захода до восхода солнца за вычетом двух вечерних часов - ночь.

3. Скорость ветра и степень вертикальной устойчивости воздуха принимаются в расчетах на момент аварии.

Список используемой и рекомендуемой литературы

1. Атаманюк В.Г. и др. Гражданская оборона. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Аствацатуров А.Е., Булыгин Ю.И, Щекина Е.В. Коханов Ю.Б. Обеспечение безопасности при техногенных и природных чрезвычайных ситуациях: Учеб. пособие. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2004. – 65 с.
3. Базаров И.П. Термодинамика М:1961, с.45
4. Безопасность жизнедеятельности/ Н.Г. Занько, Г.А. Корсаков, К.Р. Малаян и др. / Под ред. О.Н. Русака. – СПб.: Изд-во Петербургской лесотехнической академии, 1996.
5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях/ Б.С. Мاستрюков - М.: Изд. Центр "Академия", 2003.-340 с.
6. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий при ЧС: учеб. пособие/ В.В. Денисов, И.А. Денисова. - М.:ИКЦ "Март", Ростов н/д: Издательский центр "Март", 2003.- 608 с.
7. Безопасность в чрезвычайных ситуациях /под ред. Н. К. Шишкина. -М.:ГУУ, 2000.
8. Бесчастнов М. В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. – М.: Химия, 1991.
9. Гражданская защита: учеб. пособие/ П.П. Титоренко. - М.: МГТУ,1997.
10. Гражданская оборона / Под ред. Е. П. Шубина. - М.: Просвещение, 1991.
11. Гринин А.С., Новиков В.Н. Экологическая безопасность. Защита территорий и населения при чрезвычайных ситуациях: Учеб. пособие. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2000. – 336 с.: ил.
12. ГОСТ Р.22.1.11-2002. БЧС Мониторинг состояния водоподпорных гидротехнических сооружений (плотин) и прогнозирование возможных последствий гидродинамических аварий на них. Общие требования.
13. Демиденко Г.П. и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения. Справочник. – Киев: Вища школа, 1989.
14. Защита населения и территории от чрезвычайных ситуаций / С.А. Буланенков, С.И. Воронов, П.П. Чубченко и др.; Под общ. ред. М.И. Фалеева. – Калуга: ГУП «Облиздат», 2001. – 480 с.
15. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: Учеб. пособие / В.П. Журавлев и др. – Изд-во АСВ, 1999. – 376 с.
16. Как бы с водой не выплеснуть ребенка. Гражданская защита. 2005, №1, с. 13-19.
17. Краткие справочные данные о ЧС техногенного, антропогенного и природного происхождения. - М.:Штаб ГО РФ, 1990.
18. Кузнецов Б.Г. Этюды об Эйнштейне, 1970, с.229
19. Левич В.Г. Курс теоретической физики. Т.1. – М.: Физматгиз, 1962, с.304
20. Майоров В.А. Запахи: их восприятие, воздействие и устранение. М.: Мир, 2006.

21. Машкович В.П., Панченко А.М. Основы радиационной безопасности: Учебное пособие для вузов.- М.:Энергоатомиздат, 1990.- 176с., ил.
22. Мэлвин-Хьюз Э.А. Физическая химия, 1962г. с.28,187
23. Озеров А. Метод оперативного оповещения о землетрясениях на Камчатке. Гражданская защита. 2003, №11, с. 53-56.
24. Основы защиты населения и территорий в ЧС / под ред. В. В. Тарасова. - М.:МГУ,1998.
25. Пчёлкин В. И. Безопасность зданий и сооружений в зоне гидродинамических аварий на гидротехнических сооружениях. Технологии гражданской безопасности. Вестник ФЦ "ВНИИ ГОЧС", 2004, №2(4), с. 66-69.
26. РД 52.04.253-90 Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. Дата введения 1990-07-02
27. Слишком велика вероятность. Военные знания, 1998, февраль, с. 32-33.
28. Состояние защиты населения и территорий России от чрезвычайных ситуаций в 2003 году (Государственный доклад). Гражданская защита, 2004 г., №7, с.18-23.
29. Спасский Б.И. История физики кн.2 1964 г М.: Изд-во МГУ
30. Справочные данные по расчету ЧС техногенного и экологического происхождения. - М.: Штаб ГО СССР, 1990.
31. Стихийные бедствия, аварии, катастрофы. Вып.1//Библиотечка журнала "Военные знания".- М., 1998.
32. Тяжлова Е.Г., Рыжов И.П. Средства коллективной защиты.- Саратов:2003.- 42 с.
33. Устойчивость объектов экономики в ЧС.: учеб. пособие/ В.И. Васильев. - СПб: СПб ГПУ, 2002.
34. Федеральный закон РФ «О безопасности гидротехнических сооружений» от 16 октября 1997 г., №132-ФЗ.
35. Физический энциклопедический словарь.- М.:«Большая Российская Энциклопедия» Т.1-5
36. Франке З. Химия отравляющих веществ. Т. 1. - М.: Химия, 1972. - 437 с.
37. Цивилёв М. Размеры зон разрушений при детонационных взрывах газо- и паровоздушных смесей углеводородных веществ. Гражданская защита, 1995, №11, с. 57-60.
38. Чрезвычайные ситуации (источники, прогноз, защита): учеб. Пособие / М.П. Пьянзин, А.Ф. Борисов. НГАСУ, Вента, Н.Новгород, 2004.
39. Шангареев С. Инженерная защита гидротехнических сооружений. Гражданская защита , 2003, №5, с. 25-26.