



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология»

О. Ю. Морозова, Н. М. Кидун

**ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ
ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**ПРАКТИКУМ
для студентов технических специальностей
дневной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2019

УДК 614.8(075.8)
ББК 68.9я73
М80

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 9 от 29.05.2018 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *О. Г. Широков*

Морозова, О. Ю.

М80 Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : практикум для студентов техн. специальностей днев. формы обучения / О. Ю. Морозова, Н. М. Кидун. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – 43 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-535-403-2.

Изложен учебно-методический материал, необходимый для получения навыков оценки обстановки при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также выработки мер реагирования и применения защитных мероприятий.

Для студентов технических специальностей дневной формы обучения.

**УДК 614.8(075.8)
ББК 68.9я73**

ISBN 978-985-535-403-2

© Морозова О. Ю., Кидун Н. М., 2019
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2019

Содержание

Введение.....	4
Задание 1. Прогнозирование и оценка обстановки при авариях на химически опасных объектах.....	5
Задание 2. Прогнозирование и оценка обстановки при аварии на пожаровзрывоопасном объекте.....	21
Задание 3. Расчет инженерной защиты рабочих и служащих объекта хозяйствования и населения.....	36
Литература	43

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Республике Беларусь продолжает оставаться высоким риск возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) различного характера. Причем тяжесть ежегодно имеющих место аварий, катастроф и стихийных бедствий имеет тенденцию к возрастанию: растет экономический ущерб, остаются значительными последствия для здоровья людей и человеческие потери, наносится непоправимый вред окружающей среде. Проблема предупреждения и ликвидации ЧС остается весьма актуальной.

Наибольшую опасность в природной среде представляют возникающие ЧС, обусловленные наводнениями, ураганами, лесными пожарами, в техногенной сфере – радиационными и транспортными авариями, авариями, связанными с выбросом химически и биологически опасных веществ, взрывами, пожарами, гидродинамическими авариями, авариями на системах коммунально-энергетического хозяйства.

Имеющиеся недостатки в практике реагирования на возникающие ЧС, принятия решений по защите населения и территорий, организации аварийно-спасательных и других неотложных работ при ликвидации ЧС в большинстве случаев имеют в своей основе такие причины, как отсутствие опыта, а зачастую и необходимых знаний.

В настоящем практикуме рассматриваются наиболее распространенные для нашей республики виды ЧС техногенного характера, приведены методики их прогнозирования и методы реагирования, а также рекомендуемые защитные мероприятия для работников объектов и населения. Данный материал может быть использован в дальнейшей практической деятельности при планировании и осуществлении мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС на производственных объектах и в других сферах деятельности.

ЗАДАНИЕ 1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

Цель работы: научить студентов прогнозировать масштабы заражения химически опасными веществами при авариях на химически опасных объектах и транспорте, а также принимать решение о способах защиты и действиях при возникновении техногенной ЧС на объекте данного вида опасности.

Основные понятия и определения

Химически опасное вещество (ХОВ) – это химическое вещество, применяемое в народном хозяйстве, вылив или выброс которого может приводить к загрязнению воздуха на уровне поражающей концентрации. ХОВ, указанные в задаче, активно применяются в различных сферах деятельности (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Применение некоторых видов ХОВ

Наименование	Сфера применения
Акролеин	Для синтеза различных синтетических веществ и в производстве лекарственных препаратов
Аммиак	Производство азотной и синильной кислот, взрывчатых веществ, акрилонитрила, синтетических волокон, удобрений, хладагентов
Водород хлористый	Для получения хлоридов, травления металлов, очистки поверхности от карбонатов, при производстве каучуков, в органическом синтезе, производстве бетонных и гипсовых изделий
Диметиламин	В производстве резины, служит сырьем для производства ракетного топлива
Метил хлористый	При производстве силиконов, гербицидов, в промышленности органического синтеза, для анестезии, в качестве инсектицида
Окись этилена	При синтезе этиленгликоля, производстве органических пигментов, полистирольной резины и искусственных волокон
Сероводород	Для осаждения тяжелых металлов, в составе сероводородных ванн, для получения серной кислоты, элементарной серы, сульфидов, меркаптанов

Наименование	Сфера применения
Сероуглерод	Производство вискозы, целлофана, растворителей, дезинфицирующих средств, при вулканизации каучука
Фосген	При производстве пластмасс, синтетического каучука и волокон, красителей
Формальдегид	В качестве антисептика и средства фумигации, в кожевенном производстве, деревообрабатывающей и мебельной промышленности в составе антислеживателя
Хлор	Производство пластмасс, глицерина, инсектицидов, растворителей, моющих и отбеливающих средств, в металлургической промышленности

Поведение ХОВ на местности, в воздухе и их воздействие на организм человека определяется физико-химическими и токсическими свойствами веществ, краткие характеристики которых приведены в табл. 1.2.

Оценка химической обстановки – это выявление масштабов и степени химического заражения местности в результате аварии на химически опасном объекте, а также степени воздействия химически опасных веществ на население, и выбор различных вариантов защиты, исключающих поражение людей.

Химически опасный объект (ХОО) – объект, при аварии или разрушении которого могут произойти массовые поражения людей, животных и растений химически опасными веществами.

Под **аварией на химически опасном объекте** понимают нарушение технологических процессов на производстве, повреждение трубопроводов, емкостей, хранилищ, транспортных средств, приводящие к выбросу ХОВ в атмосферу в количествах, которые могут вызвать массовые поражения людей и животных.

Масштабы заражения ХОВ, в зависимости от их физико-химических свойств и агрегатного состояния, рассчитываются по первичному и вторичному облакам.

Первичное облако – облако ХОВ, образующееся в результате мгновенного (1–3 мин) перехода в атмосферу части ХОВ из емкости при ее разрушении.

Вторичное облако – облако ХОВ, образующееся в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

В результате распространения облака ХОВ по направлению ветра образуются одна или несколько зон химического заражения.

Таблица 1.2

Основные свойства наиболее распространенных химически опасных веществ

Направленность действия	Тип ХОВ	Плотность, г/см ³	Температура кипения, °С	Поражающая концентрация, мг/м ³	Экспозиция, мин	ПДК в рабочем помещении, мг/м ³
Удушающие	Хлор	1,56	-34,6	0,01	60	1
	Фосген	1,43	8,2	0,02	30	0,5
	Хлорпикрин	1,66	112	0,2	60	0,7
Общеядовитые	Синильная кислота	0,7	25,6	0,02	60	0,3
	Окись углерода	0,97	-190	0,2	150	20
Удушающе-общееядовитые	Сернистый ангидрид	1,46	-10	0,4	60	10
	Окислы азота	1,5	21	0,05	60	2
	Сероводород	1,5	-60	0,4	60	10
Удушающе-нейротропные	Аммиак	0,68	-33,4	1	60	20
Нейротропные	Сероуглерод	1,26	46	1,5	60	1

Зона химического заражения – это территория, на которой концентрация ХОВ в воздухе представляет опасность для жизни людей, животных и растений.

В зависимости от условий распространения ХОВ в зоне заражения может возникнуть один или несколько очагов поражения.

Очаг химического поражения – это территория, на которой произошло массовое поражение людей, животных, растений. Число таких очагов обычно равно числу населенных пунктов, попавших в зону заражения.

Эквивалентное количество ХОВ – такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения при данной степени вертикальной устойчивости атмосферы количеством ХОВ, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

Площадь зоны возможного заражения – площадь территории, в пределах которой под воздействием изменения направления ветра может перемещаться облако ХОВ.

Площадь зоны фактического заражения ХОВ – площадь территории, зараженной ХОВ в опасных для жизни концентрациях.

Исходные данные и определяемые параметры

На химически опасном объекте произошла авария с выбросом (разливом) ХОВ. Исходные данные для прогнозирования масштабов заражения приведены в таблице вариантов (табл. 1.3). Все вещества находятся в сжиженном состоянии. Емкости, содержащие ХОВ, при авариях разрушаются полностью. Рабочие и служащие объекта обеспечены на 100 % средствами индивидуальной защиты (СИЗ) от ХОВ, население жилой зоны – на 20 %.

Исходными данными для выполнения задачи являются следующие параметры:

- тип и количество выброшенного на объекте ХОВ;
- характер разлива ХОВ (свободно, в поддон или в обваловку);
- время аварии (время разлива вещества);
- время, прошедшее после аварии;
- погодные условия на момент аварии (температура воздуха, состояние облачности, скорость ветра);
- вид и особенности объекта, располагающегося вблизи места аварии, и расстояние до него.

Таблица 1.3

Исходные данные

Номер варианта	Тип ХОВ	Количество ХОВ, т	Характер разлива	Высота поддона или обваловки, м	Время разлива, ч:мин	Время, прошедшее после аварии, ч	Облачность	Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С	Расстояние до объекта, км	Характер местности и расположение объектов
1	Хлор	50	Поддон	1	19:00	1	Переменная	2	20	10	Открытая
2	Аммиак	30	Обваловка	1	15:00	2	Сплошная, дождь	3	15	1,5	Открытая
3	Фосген	45	Поддон	1	07:30	3	Ясно	1	10	3	Поселок в 1 км
4	Сероводород	9	Свободный	–	08:00	4	Ясно	4	–20	4	Открытая
5	Акролеин	50	Свободный	–	12:30	5	Сплошная, дождь	7	10	5	Лес в 2 км
6	Метил хлористый	70	Поддон	1	22:20	4	Ясно	5	7	1	Открытая
7	Диметиламин	55	Поддон	1,5	06:00	3	Переменная	8	0	2	Лес в 5 км
8	Хлор	47	Обваловка	2	23:00	2	Переменная	2	20	5	Открытая
9	Аммиак	45	Поддон	2	11:00	1	Сплошная	9	0	0,4	Открытая
10	Фосген	30	Поддон	2	12:20	1	Ясно	3	22	5	Котловина
11	Сероводород	25	Свободный	–	03:30	2	Сплошная	2	–5	1	Открытая
12	Диметиламин	20	Свободный	–	18:30	5	Переменная	6	20	2	Котловина
13	Метил хлористый	59	Поддон	1,5	23:00	2	Переменная	2	–20	4	Открытая
14	Окись этилена	55	Поддон	2	9:00	3	Сплошная	6	0	0,5	Открытая
15	Водород хлористый	40	Обваловка	1,5	2:30	4	Ясно	4	–20	5	Поселок в 2 км

Окончание табл. 1.3

Номер варианта	Тип ХОВ	Количество ХОВ, т	Характер разлива	Высота поддона или обваловки, м	Время разлива, ч. мин	Время, прошедшее после аварии, ч	Облачность	Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С	Расстояние до объекта, км	Характер местности и расположение объектов
16	Хлор	57	Обваловка	1	01:00	0,5	сплошная	8	-10	7	Лес в 5 км
17	Аммиак	59	Поддон	2	14:40	1	переменная	2	10	6	Открытая
18	Фосген	25	Поддон	1,5	15:30	2	ясно	1	24	2	Открытая
19	Сероводород	18	Фосген	1	19:00	1,5	переменная	7	12	1,3	Открытая
20	Диметиламин	35	Поддон	2	17:50	3	сплошная	5	30	5	Лес в 2 км
21	Окись этилена	120	Свободный	–	22:00	1,5	ясно	2	21	1,8	Открытая
22	Водород фтористый	120	Поддон	2	05:00	2	ясно	4	22	5	Лес в 2 км
23	Аммиак	7	Свободный	–	16:00	3	сплошная	5	30	2	Открытая
24	Хлор	55	Обваловка	1,5	03:50	2,5	сплошная, дождь	4	1	5	Поселок в 3 км
25	Окись этилена	55	Поддон	1	24:00	1	переменная	2	30	7	Открытая
26	Сероуглерод	59	Свободный	–	12:30	0,5	сплошная	2	10	5	Поселок в 5 км
27	Формальдегид	47	Поддон	1,5	04:30	2	ясно	1	20	8	Открытая
28	Акролеин	47	Свободный	–	15:50	2	ясно	3	20	3	Открытая
29	Формальдегид	59	Свободный	–	01:30	1	переменная	4	20	2	Открытая
30	Сероуглерод	120	Поддон	1	11:25	2	переменная	6	0	5	Котловина

Примечание. В условии задачи принято, что объекты, леса, котловины, населенные пункты располагаются на векторе скорости ветра.

В ходе выполнения задачи, необходимо оценить возможную химическую обстановку, для чего требуется определить:

- 1) степень вертикальной устойчивости атмосферы на момент аварии;
- 2) эквивалентное количество химически опасного вещества в первичном и вторичном облаках (т);
- 3) глубину зоны заражения первичным и вторичным облаком (км);
- 4) полную и предельно возможную глубину зоны заражения (км);
- 5) площадь зон возможного и фактического заражения (км²);
- 6) время подхода зараженного воздуха к заданному объекту (ч);
- 7) продолжительность поражающего действия ХОВ (ч);
- 8) процент пострадавших рабочих и служащих объекта, а также населения от воздействия ХОВ (%);
- 9) составить схему зоны заражения ХОВ с указанием местоположения близлежащего объекта;
- 10) подготовить предложения по действиям и основным способам защиты в условиях заражения воздуха ХОВ.

Порядок выполнения

1. От степени вертикальной устойчивости воздуха зависят масштаб и продолжительность заражения. Во многом это происходит из-за характерных для каждого состояния данной характеристики температурных режимов в приземном слое воздуха.

Возможны три варианта степени вертикальной устойчивости атмосферы:

инверсия – состояние приземного слоя атмосферы, при котором нижние слои воздуха холоднее и тяжелее верхних слоев. Вертикальное перемещение воздуха происходит в летнее или зимнее время ночью или рано утром в ясные малооблачные дни в нисходящем направлении. Зараженное облако распространяется на большую глубину (десятки километров);

изотермия – состояние приземного слоя атмосферы, при котором температура воздуха примерно одинакова по высоте 20–30 м от поверхности почвы. Вертикального перемещения воздуха почти не наблюдается;

конвекция – состояние атмосферы, когда верхние слои воздуха имеют более низкую температуру, чем приземные. Приземный воздух, как более теплый и легкий, поднимается вверх, вызывая сильное рассеивание паров и аэрозолей ХОВ.

Степень вертикальной устойчивости атмосферы определяется по состоянию облачности, времени суток, скорости ветра и наличию или отсутствию снежного покрова на момент аварии (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Степень вертикальной устойчивости атмосферы

Ско- рость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	ясно, пе- ременная облач- ность	сплош- ная облач- ность						
< 2	ин	из	из (ин)	из	к (из)	из	ин	из
2–4	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 с 6 до 12 часов; «день» – с 12 до 18, «вечер» – с 18 до 22, «ночь» – с 22 до 6 часов.

2. Количественные характеристики выброса ХОВ для расчета масштабов заражения определяются по их эквивалентным значениям.

Эквивалентное количество вещества в первичном облаке $Q_{\text{э1}}$, т, определяется по формуле

$$Q_{\text{э1}} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0, \quad (1.1)$$

где $Q_{\text{э1}}$ – эквивалентное количество вещества в первичном облаке, т; K_1 – коэффициент, который зависит от условий хранения ХОВ; K_3 – коэффициент, равный отношению токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого ХОВ (табл. 1.5). Коэффициент K_3 принят для пороговой токсодозы взрослого человека, для детей токсодоза в 4–10 раз меньше и в данной методике не рассматривается, но при организации защиты необходимо это учитывать; K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы. В расчетах принимается равным: для инверсии – 1; для изотермии – 0,23; для конвекции – 0,08; K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (см. табл. 1.5). При этом для расчета первичного облака берется числитель K_7 , для вторичного – знаменатель дроби; Q_0 – количество выброшенного при аварии вещества, т.

Таблица 1.5

Вспомогательные коэффициенты для ХОВ

Наименование ХОВ	K_1	K_2	K_3	K_7 для температуры воздуха, °С				
				-40	-20	0	20	40
Аммиак	0,18	0,022	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4
Хлор	0,18	0,052	1	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
Фосген	0,05	0,061	1	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1
Сероводород	0,27	0,042	0,03	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Диметиламин	0,06	0,041	0,5	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,5/1
Акролеин	0	0,013	3,0	0,1	0,2	0,4	1	2,2
Водород хлористый	0,28	0,037	0,30	0,4/1	0,6/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Метил хлористый	0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1	0,6/1	1/1	1,5/1
Окись этилена	0,05	0,041	0,27	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	3,2/1
Водород фтористый	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1
Формальдегид	0,19	0,034	1	0/0,4	0/1	0,5/1	1/1	1,5/1
Сероуглерод	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	0

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке Q_{32} , т, рассчитывается по формуле

$$Q_{32} = (1 - K_1)K_2K_3K_4K_5K_6K_7 \frac{Q_0}{hd}, \quad (1.2)$$

где K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств ХОВ (табл. 1.5); K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 1.6); K_6 – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии N ; d – плотность ХОВ для жидкости (табл. 1.7), т/м³; h – толщина слоя ХОВ, м.

Таблица 1.6

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	5,67

Значение коэффициента K_6 определяется после расчета продолжительности испарения вещества T , ч:

$$T = \frac{hd}{K_2K_4K_7}, \quad (1.3)$$

где h – толщина слоя ХОВ, м; d – плотность ХОВ для жидкости, т/м³; K_2, K_4, K_7 – ранее выбранные коэффициенты (K_7 – для вторичного облака).

При этом:

$$K_6 = 1 \text{ при } T < 1 \text{ ч;}$$

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

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

Толщина слоя ХОВ h зависит от характера разлива и определяется следующим образом:

– принимается равной 0,05 м по всей площади разлива для ХОВ, разлившихся свободно на подстилающей поверхности;

– для ХОВ, разлившихся в поддон или обваловку, рассчитывается по формуле

$$h = H - 0,2, \quad (1.4)$$

где h – толщина слоя ХОВ, м; H – высота поддона (обваловки), м.

Таблица 1.7

Основные характеристики ХОВ

Наименование ХОВ	Плотность ХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза, мг · мин/л
	газ	жидкость		
Аммиак	0,0008	0,681	-33,42	15
Хлор	0,0032	1,555	-34,1	0,6
Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6
Водород хлористый	0,0016	1,191	-85,10	2
Диметиламин	0,0020	0,680	6,9	1,2
Метил хлористый	0,0023	0,983	-23,76	10,08
Акролеин	–	0,839	52,7	0,2
Сероводород	0,0015	0,964	-60,35	16,1
Окись этилена	–	0,882	10,7	2,2
Водород фтористый	–	0,989	19,52	4
Формальдегид	–	0,815	-19	0,6
Сероуглерод	–	1,263	46,2	45

3. Глубина зоны заражения ХОВ определяется с помощью табл. 1.8. Для эквивалентного количества вещества в первичном облаке $Q_{\text{э1}}$ и заданной скорости ветра определяется глубина зоны заражения первичным облаком Γ_1 . Для $Q_{\text{э2}}$ и исходной скорости ветра – Γ_2 .

В случае, если значения $Q_{\text{э}1}$ и $Q_{\text{э}2}$ не совпадают с табличными, для расчета Γ_1 и Γ_2 используется формула линейной интерполяции.

Например, $Q_{\text{э}1} = 0,224$ т, скорость ветра – 2 м/с. По табл. 1.8 определяем, что значение $Q_{\text{э}1} = 0,224$ т находится в промежутке между $Q_{\text{м.т}} = 0,1$ т и $Q_{\text{б.т}} = 0,5$ т. Для этих значений при скорости ветра 2 м/с находим, что $\Gamma_{\text{м.т}} = 0,84$ км, $\Gamma_{\text{б.т}} = 1,92$ км.

Значение глубины зоны заражения первичным облаком Γ_1 :

$$\Gamma_1 = \Gamma_{\text{м.т}} + \left(\frac{\Gamma_{\text{б.т}} - \Gamma_{\text{м.т}}}{Q_{\text{б.т}} - Q_{\text{м.т}}} \right) (Q_{\text{э}1} - Q_{\text{м.т}}). \quad (1.5)$$

Таким образом, $\Gamma_1 = 0,84 + \left(\frac{1,92 - 0,84}{0,5 - 0,1} \right) (0,224 - 0,1) = 1,175$ км.

Аналогично рассчитываем значение глубины зоны заражения вторичным облаком Γ_2 в зависимости от величины эквивалентного количества вещества во вторичном облаке $Q_{\text{э}2}$ и заданной скорости ветра.

Факторы, влияющие на глубину распространения и продолжительность действия зараженного воздуха

Если местность открытая, инверсия, температура кипения ХОВ до 20 °С, то глубина распространения испарений ХОВ увеличивается в 3 раза.

Если на пути распространения облака ХОВ населенный пункт, здания которого расположены перпендикулярно вектору скорости ветра, то наблюдается рассеивание облака, глубина распространения ХОВ уменьшается в 1,5 раза, но в зонах застоя (за домами, в парках) продолжительность заражения увеличивается.

Если направление ветра совпадает с направлением улицы, тоннеля в городе, то глубина распространения ХОВ увеличивается в 2 раза при скорости ветра до 4 м/с и в 4 раза при скорости ветра от 4 до 8 м/с.

Если на пути распространения облака ХОВ встречается лесной массив, то глубина распространения ХОВ уменьшается в 2 раза, а в начале леса образуются участки застоя зараженного воздуха.

Котловина ослабляет ветер и уменьшает глубину распространения ХОВ в 1,5 раза.

При изотермии сохраняются высокие концентрации ХОВ.

Дождь уменьшает длительность и глубину заражения в 1,5 раза.

Таблица 1.8

Глубина зоны заражения, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество ХОВ, т											
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	100
≤1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	81,91
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	44,09
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	31,30
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	24,80
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	20,82
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14	18,13
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	16,17
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	14,68
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	13,50
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,01	12,54
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	11,06
14	0,10	0,23	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	10,04
≥15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	9,70

Таблица 1.9

Скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха v, км/ч

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

4. Полная глубина зоны заражения $\Gamma_{\text{п}}$, км, обусловленная воздействием первичного и вторичного облаков ХОВ, определяется по следующей формуле:

$$\Gamma_{\text{п}} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'', \quad (1.6)$$

где Γ' – наибольший; Γ'' – наименьший из рассчитанных ранее значений Γ_1 и Γ_2 .

Полученное значение полной глубины зоны заражения $\Gamma_{\text{п}}$ сравнивается с предельно возможной глубиной переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{пр}}$, определяемой по формуле

$$\Gamma_{\text{пр}} = Nv, \quad (1.7)$$

где N – время, прошедшее после аварии, ч; v – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха, км/ч (табл. 1.9).

Меньшее из значений $\Gamma_{\text{п}}$ и $\Gamma_{\text{пр}}$ будем использовать в дальнейших расчетах. Обозначим его $\Gamma_{\text{р}}$ – расчетная глубина зоны заражения.

Эта глубина уточняется с учетом факторов, влияющих на глубину распространения и продолжительность действия зараженного воздуха, в связи с чем вносятся поправки. В дальнейшем эта глубина используется при расчете площадей зон возможного и фактического заражения.

5. Площадь зоны возможного заражения облака ХОВ определяется по формуле

$$S_{\text{в}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma_{\text{р}}^2 \varphi, \quad (1.8)$$

где $S_{\text{в}}$ – площадь зоны возможного заражения ХОВ, км²; $\Gamma_{\text{р}}$ – расчетная глубина зоны заражения, км; φ – угловые размеры зоны возможного заражения, град (табл. 1.10).

Таблица 1.10

Угловые размеры зон возможного заражения

Скорость ветра, м/с	<0,5	0,6–1	1,1–2	>2
Угловые размеры зоны возможного заражения, град	360	180	90	45

Площадь зоны фактического заражения $S_{\text{ф}}$, км², рассчитывается по формуле

$$S_{\text{ф}} = K_8 \Gamma_{\text{р}}^2 N^{0,2}, \quad (1.9)$$

где K_8 – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха; N – время, прошедшее после аварии, ч.

Коэффициент K_8 принимается равным: 0,081 – при инверсии; 0,133 – при изотермии; 0,235 – при конвекции.

6. Время подхода облака ХОВ к заданному объекту зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле

$$t = \frac{x}{v}, \quad (1.10)$$

где x – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км; v – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч (см. табл. 1.9).

Время подхода зараженного воздуха к объекту записать в часах и минутах.

7. Продолжительность поражающего действия ХОВ определяется временем его испарения с поверхности разлива. Расчет данного параметра был выполнен ранее (см. п. 2).

8. Процент пострадавших от воздействия ХОВ рабочих и служащих объекта, а также населения зависит от их обеспеченности средствами индивидуальной защиты.

Таблица 1.11

Процент пораженных в зависимости от обеспеченности средствами защиты

Условия защиты	Обеспеченность людей СИЗ, %						
	0	20	40	50	70	90	100
Открытая местность	>90	75	50	50	35	18	5–10
Укрытия, здания	50	40	30	27	18	9	4

Примечание. Степень поражения следующая: в легкой степени поражены 25 % пострадавших; средней тяжести поражения у 40 %; смертельно поражены 35 %.

9. В данном пункте необходимо отобразить топографическую схему в соответствующем масштабе, на которой необходимо показать местоположение объекта, расстояние до которого указано в исходных данных по отношению к зоне заражения.

На топографических картах и схемах зона возможного заражения в зависимости от заданной скорости ветра имеет вид окружности, полуокружности, сектора или эллипса.

При скорости ветра по прогнозу меньше 0,5 м/с зона заражения имеет вид окружности, радиус которой равен глубине зоны заражения. Источник заражения расположен в центре окружности.

При скорости ветра по прогнозу 0,6–1 м/с зона заражения имеет вид полуокружности, радиус которой равен глубине зоны заражения; биссектриса угла совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра. Источник заражения расположен в центре диаметра полуокружности.

При скорости ветра от 1 до 2 м/с зона заражения имеет вид сектора с $\varphi = 90\text{--}45^\circ$; биссектриса сектора совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра.

При скорости ветра от 2 до 4 м/с зона заражения имеет вид сектора с $\varphi = 45\text{--}18^\circ$.

При скорости ветра от 4 до 8 м/с величина сектора $\varphi = 18\text{--}15^\circ$, а форма близка к форме эллипса.

При скорости ветра более 8 м/с φ принимается равным 10° , а форма зоны заражения становится близкой к эллипсу.

10. Действия и способы защиты при выбросе ХОВ зависят от типа вещества и времени подхода зараженного воздуха к объекту.

Если время подхода зараженного воздуха к объекту не превышает 30 мин, то население должно оставаться в помещениях, проведя их герметизацию. Если время подхода зараженного воздуха превышает 30 мин, то с учетом других факторов может быть проведена эвакуация в безопасные районы.

После получения сигнала оповещения, находясь дома, включить радиоточку (радиоприемник на местную ретрансляционную волну, телевизор на канал местного вещания) и выслушать рекомендации по защите. При организации эвакуации строго выполнять требования властей.

При отсутствии эвакуации:

– на предприятиях – действовать строго по указанию администрации (укрыться в убежище, использовать средства индивидуальной защиты и др.);

– в жилых домах – провести герметизацию помещений, использовать для защиты органов дыхания ватно-марлевые или тканевые повязки, смоченные в воде или растворами веществ, нейтрализующими выброшенный вид ХОВ, которые приведены ниже.

При оценке степени опасности заражения воздуха химически опасным веществом и принятии мер по защите от него необходимо учитывать, что хлор, фосген, окись этилена, акролеин, водород фтористый, водород хлористый, метил хлористый, сероводород, диметиламин, формальдегид тяжелее воздуха, за счет чего будет скапливаться на низких участках местности, в подвалах, тоннелях, в парках, садах. Люди в этом случае должны укрываться на верхних этажах зданий и избегать низменных мест.

При заражении воздуха аммиаком, который легче воздуха и при выбросе поднимается вверх, люди должны укрываться на нижних этажах зданий, подвалах и в других низменностях.

При отравлении ХОВ в зависимости от его разновидности оказать первую помощь:

- при отравлении хлором, фосгеном – при отсутствии дыхания сделать искусственное дыхание, провести обильное промывание глаз водой с 2%-ным раствором пищевой соды в течение 15 мин, обеспечить дыхание пострадавшего через ткань, смоченную в 2%-ном растворе пищевой соды, обеспечить покой;

- при отравлении аммиаком – промыть водой или 2%-ным раствором борной кислоты не менее 15 мин, обеспечить дыхание пострадавшего через ткань, смоченную в 5%-ном растворе уксуса или лимонной кислоты;

- при отравлении сероводородом – обеспечить тепло и покой, дать теплое молоко с содой, поместить в темное помещение, на глаза делать примочки 3%-ным раствором борной кислоты;

- при отравлении метилом хлористым, сероуглеродом – обеспечить тепло и покой, обеспечить дыхание через ткань, смоченную водой, при сохранении сознания – обильное питье;

- при отравлении водородом хлористым и фтористым – глаза промыть водой не менее 15 мин;

- при отравлении формальдегидом – вдыхание паров нашатырного спирта;

- при отравлении акролеином или окисью этилена – дать теплое питье, промыть глаза 2%-ным раствором борной кислоты, слизистые промыть водой не менее 15 мин.

ЗАДАНИЕ 2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИИ НА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОМ ОБЪЕКТЕ

Цель работы: научить студентов прогнозировать и оценивать устойчивость зданий, транспортных и других средств в зонах разрушений и пожаров, вызванных возможными взрывами емкостей с газоздушными смесями, а также возможные поражения людей, оказавшихся на открытой местности. На основе прогнозирования и оценки предложить основные мероприятия по повышению устойчивости рассматриваемых объектов и мероприятия по обеспечению безопасности людей.

Основные понятия и определения

Пожар – неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей и опасность для природной среды.

Взрыв – быстропротекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся освобождением значительного количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной ЧС.

Пожаровзрывоопасный объект (ПВОО) – это объект, на котором производят, используют, перерабатывают, хранят или транспортируют легковоспламеняющиеся и пожаровзрывоопасные вещества.

Все ПВОО подразделяются на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е. Наиболее опасны объекты, относящиеся к категориям: А, Б, В и Е.

Категория А – взрывопожароопасные объекты (химические предприятия, нефтеперерабатывающие заводы, трубопроводы, склады нефтепродуктов).

Категория Б – взрывопожароопасные объекты (цеха приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, выбойные и размольные отделения мельниц).

Категория В – пожароопасные объекты (деревообрабатывающие, столярные, модельные, лесопильные производства).

Категория Е – взрывоопасные объекты (некоторые вещества, способные взрываться, но не способные гореть).

Поражающие факторы пожара: открытый огонь, искры; повышенная температура воздуха и окружающих предметов; токсичные продукты горения; пониженная концентрация кислорода; повреждение, разрушение зданий, сооружений, установок; возможность взрыва.

Поражающие факторы взрыва: ударная волна; пламя и пожар; разрушение оборудования, конструкций зданий, коммуникаций; образование при взрыве и (или) утечка из поврежденных аппаратов вредных веществ, содержание их в воздухе в количествах, превышающих предельно допустимые; осколочное поле.

При пожарах и взрывах человек может получить ожоги различной степени тяжести, травмы, ранения, отравление продуктами горения, поражения электрическим током.

Исходные данные и определяемые параметры

На пожаровзрывоопасном объекте произошел взрыв емкости определенной формы с органическим веществом массой Q , коэффициент взрывоопасности которого равен $K_{эв}$. На заданном расстоянии R_j от ПВОО находятся объекты поражения № 1, 2, 3 с возгораемыми и другими элементами. Все параметры для выполнения задачи указаны в таблицах исходных данных (табл. 2.1 и 2.2).

В ходе выполнения задачи требуется оценить степень устойчивости объектов к возникшим поражающим факторам взрыва, для чего следует определить:

1. Эквивалентную массу органического вещества до аварии, т.
2. Величину избыточного давления во фронте ударной волны для объектов, кПа.
3. Степень разрушений объектов № 1 и 2.
4. Степень поражения людей (объект № 3).
5. Радиус огненного шара взрыва, м.
6. Время свечения огненного шара, с.
7. Плотность потока излучения и значение теплового импульса для объектов № 1, 2, 3.
8. Устойчивость элементов объектов № 1, 2 к воздействию теплового излучения.
9. Воздействие теплового импульса на тело человека.
10. Подготовить предложения по повышению устойчивости объектов № 1 и 2 и обеспечению безопасности людей.

Исходные данные

Номер варианта	Наименование органического вещества	Коэффициент взрывоопасности $K_{зв}$	Масса органического вещества Q , т	Тип емкости
1	Ацетон	1,0	40	Шарообразная
2	Ацетилен	1,2	35	Сигарообразная
3	Бензол	1,0	46	Шарообразная
4	Бутан	1,0	55	Сигарообразная
5	Бутилен	1,0	60	Сигарообразная
6	Водород	0,85	50	Шарообразная
7	Водород цианистый	0,85	60	Сигарообразная
8	Гептан	1,0	50	Сигарообразная
9	Дихлорпропан	1,15	45	Сигарообразная
10	Дихлорэтан	1,15	60	Шарообразная
11	Диметилпропан	1,0	70	Шарообразная
12	Дихлорэтилен	1,05	75	Сигарообразная
13	Изобутиловый спирт	1,0	78	Шарообразная
14	Кокосовый газ	0,9	85	Сигарообразная
15	Метан	1,0	40	Сигарообразная
16	Метиламин	1,1	42	Сигарообразная
17	Нитрорастворитель	0,5	80	Сигарообразная
18	Пропан	1,0	50	Сигарообразная
19	Природный газ	1,0	80	Шарообразная
20	Сероуглерод	0,4	50	Шарообразная
21	Сероводород	0,8	30	Сигарообразная
22	Этилен	1,0	95	Сигарообразная
23	Сернистый ангидрид	1,0	95	Сигарообразная
24	Этан	1,0	75	Сигарообразная
25	Бутан	1,0	85	Сигарообразная
26	Бутилен	1,0	80	Сигарообразная
26	Водород	0,85	80	Шарообразная
28	Водород цианистый	0,85	80	Сигарообразная
29	Гептан	1,0	50	Сигарообразная
30	Дихлорпропан	1,15	45	Сигарообразная

Таблица 2.2

Вариант	Номер и тип объекта	Возгораемые и другие элементы объекта	R_j , м
1	№ 1. Здание с легким металлическим каркасом	Кровля из рубероида, деревянные двери и окна окрашены в белый цвет	600
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная, бак с бензином	600
	№ 3. Работающие люди	Темная хлопчатобумажная одежда	800
2	№ 1. Промышленное здание с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления 30 %	Кровля из рубероида, деревянные окна и двери окрашены в белый цвет, остекление обычное	500
	№ 2. Грузовой автомобиль	Резина автомобильная, брезент	750
	№ 3. Работающие люди на открытой местности	Белая хлопчатобумажная одежда	500
3	№ 1. Котельная в кирпичном здании	Кровля из толя, двери и окна деревянные, окрашенные в темный цвет	500
	№ 2. Воздушная телефонная линия связи	Столбы из неокрашенного дерева	1000
	№ 3. Работающие люди на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	500
4	№ 1. Здание бескаркасной конструкции	Кровля из красной черепицы, двери обиты черным дерматином, окна деревянные неокрашенные	400
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная	500
	№ 3. Работающие люди на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	800
5	№ 1. Здание с легким металлическим каркасом	Кровля из рубероида, неокрашенные деревянные окна и двери	800
	№ 2. Грузовой автомобиль	Резина автомобильная, брезент палаточный	600
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	1000
6	№ 1. Кирпичные многоэтажные здания	Кровля из рубероида, двери металлические, окна деревянные, окрашенные в белый цвет	350
	№ 2. Автобус	Резина автомобильная, шторы светлые	700
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Светлая хлопчатобумажная одежда	300

Вариант	Номер и тип объекта	Возгораемые и другие элементы объекта	R_j , м
7	№ 1. Массивное промышленное здание с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25–50 т	Кровля из рубероида, двери металлические, окна деревянные, окрашенные в темный цвет	800
	№ 2. Подвижной железнодорожный состав	Вагоны из дерева, покрашенные в коричневый цвет	800
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Светлая хлопчатобумажная одежда	1000
8	№ 1. Здания из сборного железобетона	Кровля из красной черепицы	400
	№ 2. Цистерна на грузовом автомобиле	Покрашена в белый цвет	1000
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	1000
9	№ 1. Кирпичные многоэтажные здания	Кровля из рубероида, двери и окна деревянные, неокрашенные	900
	№ 2. Грузовой автомобиль	Резина автомобильная, брезент	500
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	1000
10	№ 1. Промышленное здание бескаркасной конструкции	Кровля из толя, металлические окна и двери	800
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная	500
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	800
11	№ 1. Здание бескаркасной конструкции	Кровля из рубероида, окна и двери металлические	500
	№ 2. Антенное устройство	–	900
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Светлая хлопчатобумажная одежда	1000
12	№ 1. Здание бескаркасной конструкции	Кровля из черепицы, окна и двери металлические	300
	№ 2. Грузовой автомобиль	Резина автомобильная, кузов деревянный	300
	№ 3. Люди, проходящие по территории	Хлопчатобумажная одежда	450

Вариант	Номер и тип объекта	Возгораемые и другие элементы объекта	R_j , м
13	№ 1. Здание с легким металлическим каркасом	Кровля из рубероида, деревянные двери и окна окрашены в белый цвет	500
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная, бак с бензином	1000
	№ 3. Работающие люди	Темная хлопчатобумажная одежда	1000
14	№ 1. Промышленное здание с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления 30 %	Кровля из рубероида, деревянные окна и двери окрашены в белый цвет, остекление обычное	600
	№ 2. Грузовой автомобиль	Резина автомобильная, брезент	1000
	№ 3. Работающие люди на открытой местности	Белая хлопчатобумажная одежда	1000
15	№ 1. Котельная в кирпичном здании	Кровля из толя, двери и окна деревянные, окрашенные в темный цвет	400
	№ 2. Воздушная телефонная линия связи	Столбы из неокрашенного дерева	800
	№ 3. Работающие люди на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	800
16	№ 1. Здание бескаркасной конструкции	Кровля из красной черепицы, двери обиты черным дерматином, окна деревянные неокрашенные	400
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная	800
	№ 3. Работающие люди на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	1000
17	№ 1. Здание с легким металлическим каркасом	Кровля из рубероида, неокрашенные деревянные окна и двери	300
	№ 2. Грузовой автомобиль	Резина автомобильная, брезент палаточный	600
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	800
18	№ 1. Кирпичные многоэтажные здания	Кровля из рубероида, двери металлические, окна деревянные, окрашенные в белый цвет	550
	№ 2. Автобус	Резина автомобильная, шторы светлые	700
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Светлая хлопчатобумажная одежда	1000

Вариант	Номер и тип объекта	Возгораемые и другие элементы объекта	R_j , м
19	№ 1. Массивное промышленное здание с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25–50 т	Кровля из рубероида, двери металлические, окна деревянные, окрашенные в темный цвет	330
	№ 2. Подвижной железнодорожный состав	Вагоны из дерева, покрашенные в коричневый цвет	1000
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Светлая хлопчатобумажная одежда	400
20	№ 1. Здания из сборного железобетона	Кровля из красной черепицы	500
	№ 2. Цистерна на грузовом автомобиле	Покрашена в белый цвет	700
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	700
21	№ 1. Массивные промышленные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25–50 т	Кровля из рубероида, двери и окна деревянные, неокрашенные	300
	№ 2. Грузовой автомобиль	Резина автомобильная, брезент	700
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	700
22	№ 1. Промышленное здание бескаркасной конструкции	Кровля из толя, металлические окна и двери	900
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная	1000
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	1000
23	№ 1. Промышленное здание бескаркасной конструкции	Кровля из толя, металлические окна и двери	1000
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная	1000
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	500

Вариант	Номер и тип объекта	Возгораемые и другие элементы объекта	R_j , м
24	№ 1. Здание бескаркасной конструкции	Кровля из черепицы, окна и двери металлические	300
	№ 2. Грузовой автомобиль	Резина автомобильная, кузов деревянный	300
	№ 3. Люди, проходящие по территории	Хлопчатобумажная одежда	450
25	№ 1. Здание бескаркасной конструкции	Кровля из рубероида, окна и двери металлические	500
	№ 2. Автобус	Синего цвета	900
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Светлая хлопчатобумажная одежда	900
26	№ 1. Здание с легким металлическим каркасом	Кровля из рубероида, двери металлические	500
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная, бак с бензином	1000
	№ 3. Работающие люди	Темная хлопчатобумажная одежда	1000
27	№ 1. Здание с легким металлическим каркасом	Кровля из рубероида, деревянные двери и окна окрашены в белый цвет	500
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная, бак с бензином	1000
	№ 3. Работающие люди	Темная хлопчатобумажная одежда	500
28	№ 1. Здание бескаркасной конструкции	Кровля из красной черепицы, двери обиты черным дерматином	400
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная	1000
	№ 3. Работающие люди на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	1000
29	№ 1. Массивные промышленные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25–50 т	Кровля из красной черепицы, двери обиты черным дерматином, окна деревянные неокрашенные	500
	№ 2. Легковой автомобиль	Резина автомобильная, бак с бензином	800
	№ 3. Работающие люди	Темная хлопчатобумажная одежда	500

Вариант	Номер и тип объекта	Возгораемые и другие элементы объекта	R_j , м
30	№ 1. Кирпичные многоэтажные здания (в три и более этажа)	Кровля из рубероида, деревянные двери и окна окрашены в белый цвет	500
	№ 2. Грузовой автомобиль	Резина автомобильная, брезент	700
	№ 3. Люди, работающие на открытой местности	Темная хлопчатобумажная одежда	800

Порядок выполнения

1. Эквивалентную массу органического вещества (по пропану) Q_3 , кг, до взрыва (аварии) определяют по формуле

$$Q_3 = 640K_{эв}Q, \quad (2.1)$$

где $K_{эв}$ – коэффициент взрывоопасности, учитывающий эквивалентность органического вещества пропану; Q – масса органического вещества до аварии, т.

2. Величину избыточного давления во фронте ударной волны $\Delta P_{jГВС}$, кПа, от взрыва емкости с ГВС на расстоянии R_j для каждого объекта определяют по формуле

$$\Delta P_{jГВС} = \frac{848Q_3^{1/3}}{R_j} + \frac{3440Q_3^{2/3}}{R_j^2} + \frac{11200Q_3^{2/3}}{R_j^3}, \quad (2.2)$$

где R_j – расстояние от ПВОО, м; Q_3 – эквивалентная масса органического вещества, кг.

3. Степень разрушений определяется по табл. 2.3, исходя из величины избыточного давления, а также учитывая тип объекта, попавшего под воздействие ударной волны. В качестве критерия устойчивости элемента объекта принимают верхнее значение слабых разрушений, полагая, что во время аварии гарантировать полное сохранение объекта нельзя.

В результате сравнения избыточного давления, рассчитанного по формуле (2.2) с данными из табл. 2.3, возможно четыре варианта разрушений и рекомендуемые при них действия таковы:

а) объект не разрушается или получает слабые повреждения – рекомендуется текущий ремонт;

б) объект получает средние разрушения – рекомендуется капитальный ремонт и мероприятия по повышению устойчивости объекта, приведенные ниже;

в) объект получает сильные или полные разрушения – восстановление объекта не планируется.

Предложения по повышению устойчивости при слабых и средних разрушениях: устройство металлических и железобетонных поясов; усиление прочности зданий и сооружений за счет введения дополнительных колонн; увеличение площади световых проемов и остекление их армированным стеклом; реконструкция сооружений с применением сейсмостойких конструкций и др.

Таблица 2.3

Степени разрушения объектов и их элементов

Объект, элемент объекта	Разрушение			
	слабое	среднее	сильное	полное
1. Производственные, административные здания и сооружения				
1. Массивные промышленные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25–50 т	20–30	30–40	40–50	50–70
2. То же, с крановым оборудованием 60–100 т	20–40	40–50	50–60	60–80
3. Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкцией	10–20	20–30	30–50	50–70
4. Промышленные здания с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления около 30 %	10–20	20–30	30–40	40–50
5. Здания из сборного железобетона	10–20	20–30	–	30–60
6. Кирпичные многоэтажные здания (в три и более этажа)	8–12	12–20	20–30	30–40
7. Деревянные дома	6–8	8–12	12–20	20–30
8. Остекление зданий обычное	0,5–1	1–1,5	1,5–3	–
2. Коммунально-энергетические сети				
1. Наземные металлические резервуары и емкости	30–40	40–70	70–90	90
2. Водонапорные башни	10–20	20–40	40–60	60
3. Котельные в кирпичных зданиях	7–13	13–25	25–35	35–45
4. Трансформаторные подстанции	30–40	40–60	60–70	70–80

№ п/п	Объект, элемент объекта	Разрушение			
		слабое	среднее	сильное	полное
5.	Воздушные линии высокого напряжения	25–30	30–50	50–70	70
6.	Воздушные линии низкого напряжения	20–60	60–100	100–160	160
3. Средства связи					
1.	Воздушные линии телефонно-телеграфной связи	20–40	40–60	60–100	100
2.	Антенные устройства	10–20	20–30	30–40	40
4. Транспортные средства					
1.	Грузовые автомобили и цистерны	20–30	30–55	55–65	90–130
2.	Легковые автомобили	10–20	20–30	30–50	50
3.	Автобусы	15–20	20–45	45–55	60–80
4.	Подвижной ж/д состав	30–40	40–80	80–100	100–200

4. Степень поражения незащищенного человека, расположенного на расстоянии R_j от источника взрыва, оценивают путем сравнения $\Delta P_{\text{ГВС}}$ объекта № 3 с данными табл. 2.4.

Таблица 2.4

Степень поражения незащищенных людей

ΔP , кПа	Поражения	Характер поражения
20–40	Легкие	Легкая общая контузия организма, временное повреждение слуха, ушибы и вывихи конечностей, возможен обморок
40–60	Средние	Повреждение органов слуха, кровотечение из носа и ушей, сильные вывихи и переломы конечностей, возможны кома или шок
60–100	Тяжелые	Сильная контузия всего организма, повреждение внутренних органов и мозга, переломы конечностей. Возможна кома, шок или клиническая смерть. Могут быть смертельные исходы
Более 100	Крайне тяжелые	Травмы приводят к смерти

5. Радиус огненного шара взрыва, m , определяют по формуле

$$r = 2,9Q_3^{1/3}, \quad (2.3)$$

где Q_3 – эквивалентное масса органического вещества, кг.

6. Время свечения огненного шара, с, определяют по формуле

$$t = 4,5Q_3^{1/3}. \quad (2.4)$$

7. Плотность потока излучения $q_{п.и}$, кДж/с · м², определяют следующим образом:

$$q_{п.и} = P_{п.и} K_{у.п} K_{прj}, \quad (2.5)$$

где $P_{п.и}$ – удельная плотность потока излучения, которая зависит от типа резервуара и принимается равной 200 кДж/с · м² для резервуаров шарообразной формы и 270 кДж/с · м² для резервуаров сигарообразной формы; $K_{у.п}$ – коэффициент, учитывающий фактор угла падения теплового излучения [определяется по формуле (2.6)]; $K_{прj}$ – коэффициент, учитывающий проводимость воздуха на расстоянии R_j до j -го объекта, определяемый по формуле (2.7).

$$K_{у.п} = r^2 R_j / (r^2 + R_j^2)^{3/2}; \quad (2.6)$$

$$K_{прj} = (1 - 0,058 \ln R_j), \quad (2.7)$$

где R_j – расстояние от резервуара с ГВС до объекта.

Значение теплового импульса объекта j -го V_j , кДж/м², определяют следующим образом:

$$V_j = q_{п.и} t, \quad (2.8)$$

где $q_{п.и}$ – плотность потока излучения, кДж/с · м²; t – время свечения огненного шара, с.

8. Сравнив значение полученного теплового импульса V_j со значениями тепловых импульсов для заданных материалов, при которых происходит воспламенение и устойчивое горение из табл. 2.5, делаем вывод об устойчивости элементов объекта к воздействию теплового излучения.

Таблица 2.5

**Максимальные значения теплового импульса, не вызывающие
воспламенения и устойчивого горения различных материалов**

Наименование материалов	Воспламенение (обугливание), тепловой импульс, кДж/м ²	Устойчивое горение, тепловой импульс, кДж/м ²
Бумага газетная	40–80	130–170
Стружка (ДСП), солома	340–500	710–840
Хлопчатобумажная ткань темная	250–420	590–670
Хлопчатобумажная ткань светлая	500–750	840–1500
Резина автомобильная	250–420	630–840
Брезент палаточный	420–500	630–800
Дерматин	200–340	420–690
Доски сухие неокрашенные	500–670	1700–2500
Доски, окрашенные в белый цвет	1700–1900	4200–6300
Доски темного цвета	250–420	540–1200
Кровля (толь, рубероид)	590–840	1000–1700
Черепица красная (плавление)	840–1500	–

9. Оцениваем воздействие теплового импульса на тело человека на расстоянии R_j от источника излучения, для чего сравниваем $q_{п.и}$ с величинами теплового импульса, указанными в табл. 2.6.

Таблица 2.6

**Характеристика ожогов открытых участков тела человека
в зависимости от теплового импульса**

Степень ожога	Тепловой импульс, кДж/м ²	Характер поражения
Первая	100–200	Покраснение и припухлость кожи
Вторая	200–400	Образование на коже пузырей, наполненных жидкостью
Третья	400–600	Полное разрушение кожного покрова по всей толщине, образование язв
Четвертая	Более 600	Омертвление подкожных тканей, обугливание

10. Основные способы повышения устойчивости работы пожаровзрывоопасного объекта и обеспечение безопасности людей.

10.1. *Повышение устойчивости зданий и сооружений*

Повышение устойчивости достигается за счет устройства дополнительных каркасов, рам, подкосов, промежуточных опор для уменьшения пролета несущих конструкций. Невысокие сооружения для повышения их прочности частично обсыпается грунтом. Высокие сооружения для повышения их прочности (трубы, вышки, башни, колонны) закрепляются оттяжками, рассчитанными на воздействие скоростного напора ударной волны.

Защита емкостей с ХОВ и легковоспламеняющимися жидкостями осуществляется за счет их обваловывания – устройства земляного вала вокруг емкости, рассчитанного на удержание полного объема жидкости.

10.2. *Повышение устойчивости технологического оборудования*

Основные мероприятия заключаются в сооружении над оборудованием специальных покрытий в виде кожухов, шатров, зонтов и т. п. элементов, защищающих его от повреждения обломками разрушающихся зданий.

При недостаточной устойчивости самого оборудования от действия скоростного напора ударной волны оно должно быть прочно закреплено на фундаментах анкерными болтами.

10.3. *Дополнительно проводятся следующие мероприятия:*

- максимально сокращаются запасы взрывоопасных, горючих и сильнодействующих веществ непосредственно на территории объекта, сверхнормативные запасы вывозятся на безопасное расстояние;
- в хранилищах взрывоопасных веществ устанавливают устройства, локализирующие разрушительный эффект взрыва, а именно: вышибные панели, самооткрывающиеся окна и фрамуги, различного рода клапаны-отсекатели.

10.4. *Противопожарные мероприятия*

Используются **технические способы защиты:**

- окраска сгораемых элементов огнезащитной краской серебристого цвета (марки ХЗМ), перхлорвиниловыми (типа ПХВО), силикатными и др.;
- покрытие известковой смесью (62 % гашеной извести, 32 % воды и 6 % поваренной соли), суперфосфатной смесью (35 % воды и 65 % суперфосфата) или обмазка глиной в 1–2,5 мм.

Защита от проникновения светового излучения внутрь помещений:

- окраска стекол известковой или меловой побелкой (350–500 г/м²), закрашенное одинарное стекло может отразить до 80 % падающих на него световых лучей;

– закрытие окон ставнями, щитами или наружными козырьками под углом 45°;

– применение жалюзи, теплоотражающих штор, шерстяных занавесей, пропитанных огнезащитными составами и т. п.

Пиломатериалы на территории предприятия необходимо размещать под навесами, другие горючие изделия накрывают огнестойкими и окрашенными в светлые тона материалами.

При строительстве производственных зданий необходимо предусмотреть противопожарные разрывы и наличие специальных резервуаров с водой и искусственных водоемов.

Для предотвращения пожаров в зданиях и сооружениях применяются огнестойкие конструкции, огнезащитная обработка сгораемых элементов, а также специальные противопожарные преграды. Например, крупные здания делят на секции с несгораемыми стенами – брандмауэрами.

10.5. *Обеспечение безопасности людей* достигается следующими мероприятиями:

– строительство новых взрывоопасных объектов вдали от районов жилой застройки, вынос с территории объектов за город баз и складов со взрыво- и пожароопасными материалами, рациональное размещение производственных зданий и сооружений;

– повышение устойчивости производственного фонда предприятий в противопожарном и противовзрывном отношении при проведении капитального ремонта, расширении производства и совершенствовании технологических процессов;

– обеспечение повседневного режима, исключающего возможность возникновения пожаров и взрывов;

– разработка и выполнение комплекса профилактических мероприятий по пожарной безопасности и исключению вероятности взрывов.

Проводится постоянная проверка систем сигнализации и оповещения как персонала объекта, так и населения, проживающего вблизи объекта. Организуется обучение и подготовка персонала, а также специальная подготовка и оснащение формирований изолирующими противогазами, защитной одеждой, средствами тушения пожаров. Для населения готовятся памятки по действиям в условиях соответствующей ЧС.

Разрабатываются и постоянно уточняются планы эвакуации персонала и населения при пожаре и угрозе взрыва. На промышленных предприятиях с взрывоопасными характеристиками производства для

обеспечения защиты рабочих и служащих на случай производственных аварий рекомендуется создавать защитные сооружения (убежища).

В целях затруднения возникновения очагов пожаров и распространения огня в городских районах, создания благоприятных условий для их тушения, спасения людей и имущества из горящих зданий улицы должны планироваться широкими, с незаваливаемой центральной полосой. Жилые дома, школы и другие здания, расположенные вблизи пожаро- и взрывоопасных объектов, строят из огнестойких материалов (бетон, кирпич).

Все здания и сооружения оборудуются удобными подъездами, чтобы в случае необходимости пожарные команды могли без помех приступить к тушению огня. На улицах, во дворах и зданиях устанавливаются пожарные краны для подключения пожарных стволов. В жилых районах создаются дополнительные источники воды. Дворы у зданий, предприятий и жилых домов должны постоянно очищаться от мусора и легковоспламеняющихся материалов, а лестничные клетки, коридоры, вестибюли – от загромождающих их предметов.

ЗАДАНИЕ 3. РАСЧЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ РАБОЧИХ И СЛУЖАЩИХ ОБЪЕКТА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ И НАСЕЛЕНИЯ

Цель работы: научить студентов выполнению расчетов по укрытию рабочих, служащих и населения в защитных сооружениях производственного объекта, а также осуществлению организации других защитных мероприятий.

Основные понятия и определения

В современных условиях *основными способами защиты населения при ЧС являются:*

- укрытие в защитных сооружениях либо простейших укрытиях;
- рассредоточение и эвакуация населения из крупных городов в безопасные районы или загородную зону;
- применение средств индивидуальной защиты.

Защитные сооружения для укрытия людей на случай чрезвычайной ситуации строятся заблаговременно.

Система инженерной защиты – это комплекс мероприятий, направленных на создание фонда сооружений, обеспечивающих за-

щиту населения от современных средств нападения и в чрезвычайных ситуациях мирного времени. Она достигается заблаговременным проведением инженерных мероприятий по строительству и оборудованию защитных сооружений с учетом условий расположения объекта и требований строительных норм и правил.

Наиболее эффективным способом защиты рабочих, служащих и членов их семей является их укрытие в защитных сооружениях при соблюдении следующих условий:

- общая вместимость защитных сооружений позволяет укрыть весь производственный персонал;

- защитные сооружения удовлетворяют требованиям защиты от современных средств поражения;

- защитные сооружения оборудованы системами жизнеобеспечения на необходимую продолжительность пребывания в них укрываемых;

- размещение защитных сооружений относительно рабочих мест позволяет своевременно укрываться по сигналам оповещения гражданской обороны;

- персонал обучен способам защиты и правилам действий по сигналам оповещения гражданской обороны.

При оценке инженерной защиты рабочих и служащих объекта необходимо определить возможность укрытия наибольшей работающей смены объекта как в мирное, так и в военное время в имеющихся защитных сооружениях гражданской обороны.

При оценке инженерной защиты в загородной зоне необходимо определить сначала возможности имеющегося жилого фонда для подселения, а затем – укрытия рабочих, служащих, членов их семей и местного населения в существующих заглубленных сооружениях, которые в последующем можно оборудовать под противорадиационные убежища (ПРУ).

Исходные данные и определяемые параметры

Пользуясь исходными данными (табл. 3.1), произвести оценку инженерной защиты рабочих и служащих объекта в месте постоянной дислокации и в загородной зоне.

Оценка инженерной защиты рабочих и служащих объекта народного хозяйства (ОНХ) производится по следующей методике:

1. Определяется возможность укрытия наибольшей работающей смены в имеющихся защитных сооружениях на ОНХ.

2. Определяются возможности имеющегося жилого фонда для подселения в загородной зоне.

3. Определяются возможности укрытия рабочих, служащих, членов их семей и местного населения в существующих заглубленных сооружениях, которое в последующем можно оборудовать под ПРУ.

4. Производится расчет недостающего количества защитных сооружений.

Из табл. 3.1 по номеру варианта выбирается:

– общее количество рабочих и служащих на объекте народного хозяйства ($N_{p.c}$);

– численность наибольшей работающей смены ($N_{см}$);

– количество членов семей ($N_{ч.с}$);

– количество защитных сооружений на объекте народного хозяйства (n);

– площадь одного защитного сооружения (S_i);

– объем одного защитного сооружения (V_i);

– количество населенных пунктов в загородной зоне (N);

– общая жилая площадь одного населенного пункта ($S_{н.п}$);

– количество населения в одном населенном пункте ($N_{ин.п}$);

– общая площадь противорадиационных укрытий в одном населенном пункте ($S_{укр}$).

Таблица 3.1

Исходные данные

Вариант	$N_{p.c}$	$N_{см}$	$N_{ч.с}$	n	S_i	V_i	N	$S_{н.п}$	$N_{ин.п}$	$S_{укр}$
1	1700	900	5100	2	210	650	3	12000	800	1700
2	1300	1000	4000	3	200	450	2	9750	520	1720
3	1100	700	3500	2	120	550	3	9000	600	1120
4	1400	1100	4200	3	180	600	2	11250	550	1850
5	1250	800	3900	2	170	650	3	6750	400	1120
6	1200	900	3600	3	190	420	2	10500	700	1710
7	1450	850	3300	2	200	650	3	9750	650	1190
8	1380	950	3500	3	160	430	2	11250	750	1750
9	1300	780	4000	2	170	620	3	6750	450	1150
10	1500	950	4500	3	180	410	2	11250	650	2000
11	1100	850	3200	2	150	640	3	7800	720	1250
12	1600	1200	4200	3	170	600	2	11250	450	1710

Вариант	$N_{p.c}$	N_{cm}	$N_{ч.с}$	n	S_i	V_i	N	$S_{п.п}$	$N_{п.п}$	$S_{iукр}$
13	1750	900	4500	2	200	615	3	8250	550	1480
14	1650	1000	4000	3	220	400	2	11250	650	1930
15	1250	980	3700	2	200	750	3	8250	750	1280
16	1350	900	4000	3	160	375	2	9750	500	1740
17	1460	900	3500	2	260	600	3	6750	400	1130
18	1450	1100	3700	3	180	625	2	10200	600	1800
19	1500	950	4700	2	190	530	3	9000	700	1600
20	1600	1000	3000	3	150	750	2	9750	550	1550
21	1650	850	5000	2	200	600	3	9000	750	1650
22	1250	950	3550	3	180	420	2	9300	470	1700
23	1050	690	3200	2	165	520	3	6750	580	1050
24	1350	1000	4100	3	160	550	2	1080	520	1900
25	1200	750	3500	2	150	500	3	6300	350	1080
26	1400	1100	4200	3	180	600	2	11250	550	1850
27	1450	850	3300	2	200	650	3	9750	650	1190
28	1500	950	4500	3	180	410	2	11250	650	2000
29	1650	850	5000	2	200	600	3	9000	750	1650
30	1600	1200	4200	3	170	600	2	11250	450	1710

Порядок выполнения

Расчет инженерной защиты рабочих и служащих объекта хозяйствования и населения включает решение следующих задач.

1. Оценка возможности укрытия наибольшей работающей смены.

Оцениваются возможности укрытия каждого защитного сооружения отдельно по площади и объему:

$$N_{si} = \frac{S_i}{S_H}; \quad (3.1)$$

$$N_{vi} = \frac{V_i}{V_H}, \quad (3.2)$$

где S_i , V_i – площадь и объем i -го защитного сооружения; S_H и V_H – норма по площади и объему на одного человека, $S_H = 0,5 \text{ м}^2/\text{чел.}$; $V_H = 1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$; N_{si} и N_{vi} – количество людей, которых можно укрыть в i -м защитном сооружении.

Определяется вместимость одного защитного сооружения как наименьшее значение из N_{si} и N_{vi} .

Обозначим $N_i = \min(N_{si}, N_{vi})$.

Общее количество укрываемых людей на объекте определяется как сумма:

$$N_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n N_i, \quad (3.3)$$

где n – количество защитных сооружений на объекте.

Производится проверка выполнения условия, обеспечивающего укрытие наибольшей работающей смены:

$$N_{\text{см}} < N_{\text{общ}}, \quad (3.4)$$

где $N_{\text{см}}$ – количество людей в наибольшей работающей смене.

Если неравенство выполняется, дополнительные защитные сооружения не строятся. При невыполнении неравенства производится расчет потребленного количества дополнительных защитных сооружений по формуле

$$n_{\text{тр}} = \frac{N_{\text{тр}} S_{\text{н}}}{S_{gi}}, \quad (3.5)$$

где $N_{\text{тр}} = N_{\text{см}} N_{\text{общ}}$ – количество людей, для которых требуется построить дополнительные защитные сооружения; S_{gi} – площадь одного дополнительного сооружения, $S_{gi} = 30 \text{ м}^2$.

2. Оценка возможности подселения рабочих, служащих и членов их семей в загородной зоне.

Количество людей, которых можно подселить в загородной зоне, определяется по формуле

$$N_{\text{подс}} = \sum_{i=1}^l N_{\text{подс}i}, \quad (3.6)$$

где $N_{\text{подс}i} = \frac{S_{\text{н.п}} - S_{\text{м.н}}}{S_g}$ – количество людей, подселяемых в i -й населенный пункт; $S_{\text{н.п}}$ – общая площадь жилого фонда в i -м населенном пункте; $S_{\text{м.н}}$ – общая площадь жилого фонда, занятого местным населением, $S_{\text{м.н}} = N_{\text{м.н}i} S_g$; S_g – норма площади на одного человека при

проживании в домах, $S_g = 3 \text{ м}^2$; l – количество населенных пунктов для размещения рабочих, служащих и членов их семей.

Обозначим общее количество рабочих, служащих и членов их семей через $N_{\text{общ}}$. Для выполнения условий расселения необходимо, чтобы выполнялось неравенство

$$N_{\text{подс}} > N_{\text{общ}},$$

где $N_{\text{общ}} = N_{\text{раб}} + N_{\text{ч.с}}$.

В случае невыполнения этого неравенства требуется изыскать возможности дополнительной площади в других общественных зданиях.

3. Оценка возможности укрытия рабочих, служащих, членов их семей и местного населения в имеющихся заглубленных сооружениях.

Количество людей по каждому населенному пункту, которых можно укрыть, равно

$$N_{\text{укр}i} = N_{\text{подс}i} + N_{\text{м.н}i}; \quad (3.7)$$

$$N_{\text{подс}i} = \frac{N_{\text{тр}}}{l}, \quad (3.8)$$

где $N_{\text{м.н}i}$ – количество местного населения в i -м населенном пункте.

Общее количество укрываемых определим по формуле

$$N_{\text{укр}} = \sum_{i=1}^l N_{\text{укр}i}. \quad (3.9)$$

Потребная площадь заглубленных сооружений для укрытия людей будет равна:

$$S_{\text{тр}} = N_{\text{укр}} S_y, \quad (3.10)$$

где S_y – норма площади на одного укрываемого, $S_y = 0,6 \text{ м}^2$.

Имеющуюся общую площадь заглубленных сооружений ($S_{\text{укр}}$) в загородной зоне определим как сумму $S_{\text{укр}i}$:

$$S_{\text{укр}} = \sum_{i=1}^l S_{\text{укр}i}, \quad (3.11)$$

где $S_{\text{укр}i}$ – общая площадь заглубленных сооружений в i -м населенном пункте.

Возможности по укрытию людей в загородной зоне можно оценить следующим неравенством:

$$S_{\text{тр}} \leq S_{\text{укр}}. \quad (3.12)$$

Если это неравенство не выполняется, производится расчет потребленного количества защитных сооружений в каждом населенном пункте.

4. Расчет недостающего количества защитных сооружений.

Определяется численность населения, не укрывающегося в имеющихся заглубленных сооружениях ($N_{\text{неукр}}$):

$$N_{\text{неукр}} = N_{\text{укр}i} - N^{\text{укр}i}, \quad (3.13)$$

где $N_{\text{укр}i} = \frac{S_{\text{укр}i}}{n}$ – число людей, которых можно укрыть в имеющихся заглубленных сооружениях в i -м населенном пункте; n – число защитных сооружений в i -м населенном пункте.

Количество защитных сооружений, которые нужно построить в i -м населенном пункте, будет равно:

$$n_i = \frac{N_{\text{неукр}}}{N_{\text{н}}}, \quad (3.14)$$

где $N_{\text{н}}$ – количество людей, укрывающихся в одном защитном сооружении, $N_{\text{н}} = 40$ чел.

Общее количество защитных сооружений, которые надо построить, равно

$$n_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^l n_i. \quad (3.15)$$

При строительстве защитных сооружений в сельской местности сначала строят защитные сооружения вместимостью 40 чел. с последующим дооборудованием их под ПРУ.

Литература

1. Постник, М. И. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях : учебник / М. И. Постник. – Минск : Выш. шк., 2003. – 398 с.
2. Дорожко, С. В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие : в 3 ч. / С. В. Дорожко, И. В. Ролевич, В. Т. Пустовит. – 2-е изд. – Минск : Дикта, 2008. – Ч. 1: Чрезвычайные ситуации и их предупреждение. – 284 с.
3. Жалковский, В. И. Защита населения в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов / В. И. Жалковский, З. С. Ковалевич. – Минск : Мисанта, 1998. – 112 с.
4. Мархоцкий, Я. Л. Основы защиты населения в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / Я. Л. Мархоцкий. – Минск : Выш. шк., 2004. – 208 с.
5. Михнюк, Т. Ф. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. Ф. Михнюк. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 240 с.

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Морозова Ольга Юрьевна
Кидун Наталья Михайловна

**ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ
ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Практикум
для студентов технических специальностей
дневной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Редактор *Н. В. Гладкова*
Компьютерная верстка *Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 29.03.19.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,54.

Изд. № 26.

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение
Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого.
Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя
печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.
пр. Октября, 48, 246746, г. Гомель