



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

(ДГТУ)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ
РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАДЗОР В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ
ОБОРОНЫ»
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

Ростов-на-Дону
2022

Составитель: доцент, к.т.н. Денисов О.В.

УДК 504.064+539.12+539.16+614.876

Приведены теоретические и практические блоки к практикуму по дисциплине «Государственный надзор в области гражданской обороны» (ГН в ОГО) для студентов заочной формы обучения специальности «пожарная безопасность» факультета «Безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии».

Печатается по решению факультета «Безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии»

Научный редактор – д.т.н., проф. Булыгин Ю.И.

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача ГН в ОГО — предупреждение потенциальной опасности. Потенциальная опасность является универсальным свойством в процессе взаимодействия человека со средой обитания. Все действия человека и все компоненты среды обитания, кроме положительных свойств и результатов, обладают способностью рождать опасные и вредные факторы. При этом новый положительный результат, как правило, соседствует с новой потенциальной опасностью или группой опасностей.

Предметом изучения дисциплины являются вопросы обеспечения безопасного взаимодействия человека со средой его обитания и защиты населения от опасностей в чрезвычайных ситуациях.

Происходящие негативные изменения среды обитания человека определяют необходимость того, что современный специалист должен быть в достаточной степени подготовлен к соответствующей обстановке для успешного решения возникающих задач по обеспечению безопасности жизнедеятельности производственного персонала и населения, по ликвидации последствий стихийных бедствий, аварий и катастроф.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ БЛОК

Таблица № 1.Т - Перечень индивидуальных контрольных вопросов к теоретическому блоку практикума (к семинару)

№	Наименование вопросов
1	Предмет, задачи и особенности дисциплины «ГН в ОГО»
2	Что используют из технических средств для проведения контроля химического заражения?
3	Что такое чрезвычайная ситуация и на какие группы делятся ЧС?
4	Определение понятий ОХВ и АХОВ?
5	Определение чрезвычайной ситуации. Понятие о предупреждении и ликвидации ЧС.
6	Законодательные и нормативно-правовые акты в области защиты от ЧС
7	Что такое радиационно-опасный объект?
8	Обязанности организаций в области ГО.
9	Какова опасность от облучения человека α - и β - частицами?
10	Понятие о ГО
11	Перечислите основные средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).
12	Виды чрезвычайных ситуаций природного характера
13	Какие требования предъявляются к убежищам и противорадиационным укрытиям (ПРУ) и какими защитными свойствами обладают простейшие укрытия?
14	Обязанности руководителей организаций в области ГО
15	Понятие о «гражданской обороне»
16	Структурная схема единой российской системы чрезвычайных ситуаций (РСЧС)?
17	Какова общая организация эвакуации населения, рабочих и служащих ОЭ? Способы эвакуации?
18	Основные причины крупных техногенных аварий
19	Виды эвакуации населения в зависимости от масштаба ЧС.
20	Принципы построения систем безопасности АЭС.
21	Назначение, состав и принцип действия прибора химической разведки.
22	В результате каких ЧС может сложиться неблагоприятная социальная обстановка?
23	Основные поражающие факторы при дорожно-транспортных происшествиях.
24	Принципы защиты от АХОВ.
25	Особенности развития вирусных инфекций на современном этапе.
26	Принципы организации и ведения ГО.
27	Основные направления по обеспечению эпидемиологической безопасности.
28	Структура плана действий по предупреждению и ликвидации ЧС природного и техногенного характера в организации.
29	Обеспечение безопасности при нахождении на территории ведения боевых действий.
30	Источники ионизирующих излучений.
31	Меры для поддержания благополучных социальных условий.
32	Виды радиационного воздействия на людей и животных.
33	Основные мероприятия, проводимые органами управления РСЧС в режиме чрезвычайной ситуации
34	Защита от землетрясений. Поражающие факторы землетрясений
35	Дозовые критерии ионизирующего излучения
36	Основные мероприятия, проводимые органами управления РСЧС в режиме повышенной готовности
37	Основные мероприятия, проводимые органами управления РСЧС в режиме повседневной деятельности
38	Возможные последствия острого (однократного) и многократного облучения человека в зависимости от дозы

39	Режимы функционирования РСЧС
40	Система мероприятий, организуемых для контроля радиоактивного облучения людей и определения степени радиоактивного заражения оборудования, техники
41	Обязанности должностных лиц организации при возникновении угрозы террористического акта
42	Территориальная система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций
43	Структура Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС)
44	Классификация токсических веществ
45	Излучение. Действие разных видов излучения на организм человека
46	Обязанности организаций в ЧС
47	Радиационная авария. Классификация. Фазы развития
48	Задачи РСЧС
49	Классификация ЧС по зонам распространения, потерям, ущербу
50	Отличие последствий аварий на АЭС от ядерного взрыва
51	Методы принятия решений в ЧС
52	Организация эвакуации персонала организации при ЧС
53	Методы оценки и прогнозирования опасных ситуаций
54	Принципы защиты от радиации
55	Принцип защиты преградой. Слой «половинного ослабления» для жесткого гамма-излучения
56	Масштабы и степень радиоактивного заражения местности
57	Меры для уменьшения потерь от землетрясений
58	Наиболее распространенные причины поражения электротоком при ЧС
59	Предназначение измерителей мощности доз
60	Порядок проверки работоспособности приборов радиационной разведки

Таблица №2.Т - Номера индивидуальных вопросов в соответствии с номером зачетной книжки

		Последняя цифра зачетной книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра зачетной книжки	0	2, 45	12, 55	22, 43	32, 53	42, 3	52, 13	13, 35	12, 23	22, 38	32, 8
	1	3, 24	13, 34	23, 44	33, 54	43, 4	53, 14	3, 14	13, 24	23, 39	33, 9
	2	4, 25	14, 35	24, 45	34, 55	44, 5	54, 15	4, 15	14, 30	24, 40	34, 10
	3	5, 26	15, 36	25, 46	35, 56	45, 6	55, 16	5, 16	15, 31	25, 1	35, 11
	4	6, 27	16, 37	26, 47	36, 57	46, 7	56, 17	6, 17	16, 32	26, 2	36, 12
	5	7, 28	17, 38	27, 48	37, 58	47, 8	57, 18	7, 18	17, 33	27, 3	37, 13
	6	8, 29	18, 39	28, 49	38, 59	48, 9	58, 19	8, 19	18, 34	28, 4	38, 14
	7	9, 30	19, 40	29, 50	39, 60	49, 10	59, 20	9, 20	19, 35	29, 5	39, 15
	8	10, 31	20, 41	30, 51	40, 1	50, 11	60, 21	10, 21	20, 36	30, 6	40, 16
	9	1, 22	11, 32	21, 42	31, 52	41, 2	51, 12	1, 12	11, 22	21, 37	31, 7

ПРАКТИЧЕСКИЙ БЛОК

1. Задание №1

Введение

Одной из основных задач до сих пор остается защита населения от оружия массового поражения (ОМП). При этом ядерное оружие – это один из основных видов ОМП. Проблемы, связанные с радиоактивным заражением местности, а также по защите населения при этих ЧС, остаются также актуальными в наши дни, особенно, после аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима. Население должно твердо знать, и умело применять приемы защиты от ОМП, а в противном случае неизбежны огромные потери.

1.1 Основные понятия оценки радиационной обстановки

В комплексе мероприятий защиты населения и объектов экономики от последствий ЧС основное место занимает оценка радиационной обстановки.

Оценка обстановки включает определение:

- масштаба и характера ЧС;
- мер необходимых для защиты населения;
- целесообразных действий сил РСЧС при ликвидации ЧС;
- оптимального режима работы объекта экономики в условиях ЧС.

Необходимость оценки радиационной обстановки вытекает из опасности поражения людей радиоактивными веществами, что требует быстрого вмешательства, учитывая ее влияние на организацию аварийных спасательных и других неотложных работ (АСДНР), а также на производственную деятельность объекта экономики в условиях заражения.

Масштабы и степень радиоактивного заражения местности (РЗМ) зависят от количества ядерных ударов, их мощности, вида взрывов (от типа ядерного реактора атомных электростанций), времени, прошедшего с момента ядерного взрыва (аварии), расстояния и метеоусловий.

Радиационная обстановка складывается на территории административного района, населенного пункта или объекта в результате радиоактивного заражения местности и всех расположенных на ней предметов и требует принятия определенных мер защиты, исключающих или способствующих уменьшению радиационных потерь среди населения.

Под **оценкой радиационной обстановки** понимается решение основных задач по различным вариантам действий АСДНР, а также производственной деятельности объекта в условиях радиоактивного заражения, анализу полученных результатов и выбору наиболее целесообразных вариантов действий, при которых исключаются радиационные потери. Оценка радиационной обстановки производится по результатам прогнозирования последствий применения ядерного оружия и по данным радиационной разведки.

Оценка радиационной обстановки проводится **как методом прогнозирования, так и по данным разведки** (показаниям дозиметрических приборов).

Выявление прогнозируемой радиационной обстановки заключается в предварительном (до начала РЗМ) определении размеров зон заражения и отображении наиболее вероятного положения этих зон на карте. При оповещении населения об угрозе радиоактивного заражения необходимо учитывать возможные отклонения следа от его положения, нанесенного на карту (план местности).

Исходными данными для выявления прогнозируемой радиационной обстановки являются координаты центров взрывов (аварий), мощность, вид и время взрыва (аварии), направление и скорость среднего ветра (метеоусловия).

Нанесение прогнозируемых зон заражения (рисунки 1.1, 1.2) начинают с того, что на карте обозначают эпицентр взрыва (аварии), вокруг него проводят окружность. Около окружности делают поясняющую надпись.

Для ядерного взрыва; в числителе - мощность (тыс. т.) и вид взрыва (Н - наземный, В - воздушный, П - подземный, ВП - взрыв на водной поверхности). В знаменателе - время и дата взрыва (часы, минуты и число, месяц).

Для аварии на АЭС: в числителе - тип аварийного ядерного реактора и его возможность, в знаменателе - время и дата аварии.

От центра взрыва (аварии) по направлению среднего ветра проводят ось прогнозируемых зон заражения, определяют по таблицам длину и максимальную ширину каждой зоны заражения, отмечают их точками на карте. Через эти точки проводят эллипсы.

На рисунке 1 представлен вариант нанесения прогнозируемых зон заражения при аварии на АЭС. Окружность и поясняющая надпись наносятся черным цветом, ось следа и внешняя граница зоны А - синим цветом, внешнюю границу зоны М - красным, Б - зеленым, В - коричневым, зоны Г - черным цветом.

На рисунке 2 представлены прогнозируемые зоны заражения при ядерном взрыве. Окружность, поясняющую надпись, ось зон заражения и внешнюю границу зоны А наносят на карту (план) синим цветом, внешнюю границу зоны Б - зеленым, зоны В - коричневым, зоны Г - черным цветом.

Зоны заражения характеризуются как дозами облучения за определенное время, так и мощностями доз через определенное время после взрыва (аварии).

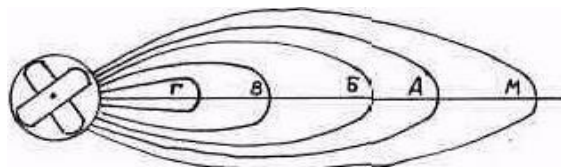


Рисунок 1.1 - Нанесение прогнозируемых зон заражения при аварии на АЭС

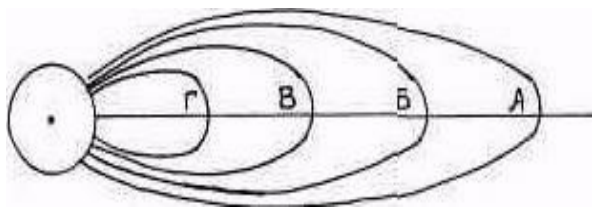


Рисунок 1.2 - Нанесение прогнозируемых зон заражения при ядерном взрыве

Так как прогноз РЗМ носит ориентировочный характер, то его обязательно уточняют **радиационной разведкой**.

Выявление радиационной обстановки по данным радиационной разведки включает сбор и обработку информации о мощностях доз облучения (уровнях радиации) на местности, а также населения зон заражения на карту.

Оценка радиационной обстановки как по данным прогноза, так и радиационной разведки, включает решение основных задач, определяющих влияние РЗМ на жизнедеятельность населения и формирований ГО.

1.2 Методы оценки радиационной обстановки

Выявление радиационной обстановки предполагает определение ее характеристик и нанесение на карту местности зон радиоактивного заражения или на план объекта (карту) отдельных точек с мощностями доз (уровнями радиации) на определенное время после взрыва (аварии).

Оценка радиационной обстановки предполагает определение ожидаемых доз облучения, их анализ с точки зрения воздействия на организм человека и выбор наиболее целесообразных вариантов защиты, при которых исключаются или снижаются радиационные поражения людей.

Поскольку процесс формирования радиоактивных следов длится несколько часов, предварительно производят оценку радиационной обстановки по результатам прогнозирования радиоактивного заражения местности. Прогностические данные позволяют заблаговременно, т. е. до подхода радиоактивного облака к объекту, провести мероприятия по защите населения, рабочих, служащих и личного состава формирований, подготовке предприятия к переводу на режим работы в условиях радиоактивного заражения, подготовке противорадиационных укрытий и средств индивидуальной защиты.

Для объекта экономики, размеры территории которого незначительные по сравнению с зонами радиоактивного заражения местности, возможны только два варианта прогноза: персонал объекта подвергается или не подвергается облучению. Поэтому для случая радиоактивного заражения территории объекта берут самый **неблагоприятный вариант**, когда ось следа радиоактивного облака ядерного взрыва проходит **через середину территории предприятия**.

Исходные данные для прогнозирования уровней радиоактивного заражения: время осуществления ядерного взрыва, его координаты, вид и мощность взрыва, направление и скорость среднего ветра.

Только достоверные данные о радиоактивном заражении, полученные органами разведки с помощью дозиметрических приборов, позволяют объективно оценить радиационную обстановку. На объекте разведка ведется постами радиационного и химического наблюдения, звеньями и группами радиационной и

химической разведки. Они устанавливают начало радиоактивного заражения, измеряют уровни радиации и иногда (например, посты радиационного и химического наблюдения) определяют (засекают) время наземного ядерного взрыва.

Штаб ГО объекта, получив данные об уровнях радиации и времени измерения, заносит их в журнал радиационной разведки и наблюдения, представленный в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Журнал радиационной разведки и наблюдения

№ п/п	Дата и время взрыва, от которого произошло РЗМ	Место измерения цех	Время измерения, ч. мин	Уровень радиации, Р/ч	Уровень радиации на 1 ч после ЯВ, Р/ч
1.	21.05. 14.00	№ 1	16.00	20	46
		№ 2	16.02	16	37
		№ 3	16.07	25	57

По нанесенным на схемы уровням радиации можно провести границы зон радиоактивного заражения.

Степень опасности и возможное влияние последствий радиоактивного заражения оцениваются путем расчета экспозиционных доз излучения, с учетом которых определяются: возможные радиационные потери; допустимая продолжительность пребывания людей на зараженной местности; время начала и продолжительность проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ на зараженной местности; допустимое время начала преодоления зон (участков) радиоактивного заражения; режимы защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов и т. д.

Основные исходные данные для оценки радиационной обстановки: время ядерного взрыва, от которого произошло радиоактивное заражение, уровни радиации и время их измерения; значения коэффициентов ослабления радиации и допустимые дозы излучения; поставленная задача и срок ее выполнения. При выполнении расчетов, связанных с выявлением и оценкой радиационной обстановки, используют аналитические, графические и табличные зависимости, а также дозиметрические и расчетные линейки.

Зная уровень радиации и время, прошедшее после взрыва, можно рассчитать уровень радиации на любое заданное время проведения работ в зоне радиоактивного заражения, в частности для удобства нанесения обстановки на схему (план) можно привести измеренные уровни радиации в различных точках зараженной местности к одному времени после взрыва.

Приведение уровней радиации к одному времени после ядерного взрыва. При решении задач по оценке радиационной обстановки обычно приводят уровни радиации на 1 ч после взрыва. При этом могут встретиться два варианта: когда время взрыва известно и когда оно неизвестно.

Когда время взрыва известно, уровень радиации определяют по расчетным зависимостям, при этом $t_0=1$ ч. Значения коэффициентов K_t для пересчета уровней радиации на различное время t_i после взрыва приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Значения коэффициентов K_t

$t, ч$	K_t	$t, ч$	K_t	$t, ч$	K_t
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

1.3 Пример решения типовых задач по оценке радиационной обстановки после ядерного взрыва

Теперь разберем конкретные примеры решения задач на данную тематику.

Пример 1. В момент времени $T_1 = 11$ ч 20 мин уровень радиации на территории объекта составлял 5,3 рад/ч. Определить уровень радиации P_0 на момент времени $t_0=1$ ч после взрыва, если ядерный удар нанесен в момент времени $T_2=8$ ч 20 мин.

Решение: 1. Определяем разность между временем замера уровня радиации и временем ядерного взрыва ($T_1 - T_2 = t$). Оно равно 3 ч.

2. По таблице 1.2 коэффициент для пересчета уровней радиации через 3 ч после взрыва $K_3 = 0,267$. ($t=3$)

3. Определяем по формуле $P_t = P_0 K_t$ уровень радиации на 1 ч после ядерного взрыва $P_0 = P_3 / K_3 = 5,3 / 0,267 = 19,8$ Р/ч, так как K_t на 1 ч после взрыва $K_1 = 1$, на 3 ч $K_3 = 0,267$.

Таблица 1.3 - Время, прошедшее после взрыва до первого или второго измерения

Отношение уровней радиации 2-го измерения к 1-му	Время между двумя измерениями						
	мин					час	
	10	15	20	30	45	1	2
0,95	3,98	5,98	7,97	11,95	17,92	23,90	47,80
0,90	1,98	2,97	3,97	5,95	8,92	11,90	23,79
0,85	1,32	1,97	2,63	3,95	5,92	7,90	15,79
0,80	0,98	1,47	1,96	2,95	4,42	5,89	11,79
0,70	0,65	0,97	1,30	1,95	2,92	3,89	7,78
0,60	0,48	0,72	0,96	1,44	2,16	<u>2,89</u>	5,77
0,50	0,38	0,56	0,76	1,14	1,71	2,28	4,56

Не установленное разведкой *время взрыва* можно определить по скорости спада уровня радиации. Для этого в какой-либо точке на территории объекта измеряют дважды уровень радиации. По результатам двух измерений уровней радиации через определенный интервал времени, используя зависимость $P_t = P_0 K_t$, можно рассчитать время, прошедшее после взрыва. По этим данным составляют таблицу 1.3, по которым определяют время, прошедшее после взрыва до первого или второго измерения.

Пример 2. В районе нахождения разведывательного звена были измерены уровни радиации в момент времени $T_1 = 10$ ч 30 мин - $P_1 = 50$ рад/ч, в момент времени $T_2 = 11$ ч 30 мин - $P_2 = 30$ рад/ч. Определить время взрыва.

Решение:

1. Интервал между измерениями 1 ч.

2. Для отношений уровней радиации $P_2/P_1 = 30/50 = 0,6$ и интервала времени 60 мин (1 час) по таблице 1.3 находим время с момента взрыва до второго измерения. Оно равно 2,89 ч (примерно 3 ч). Взрыв, следовательно, был осуществлен в 8 ч 30 мин.

Пример 3. Определить дозу облучения, которую получают люди, находящиеся в подвале 3-х этажного жилого кирпичного дома в течении $t = 3$ часов, при начале облучения через промежуток времени $T_{но} = 4$ ч после взрыва и уровне радиации на момент начала облучения $P_T = P_4 = 40$ рад/ч.

Решение: 1. По формуле $P_T = P_0 K_t$ и таблице 1.2 определяем $P_0 = P_1$ для t_0 через 1 час после взрыва).

$$P_4 = P_0 \times K_4; \quad P_0 = P_4 / K_4 = 211 \text{ рад/ч};$$

2. Расчет дозы производится по формуле:

$$D = \frac{P_1}{\alpha * K_{защ}},$$

где P_1 – эталонный уровень радиации (уровень радиации на 1 ч после взрыва); α – коэффициент, учитывающий время начала облучения $T_{но}$, отсчитываемое (в часах) от момента взрыва, и продолжительность пребывания в зоне заражения t (в часах); $K_{защ}$ – коэффициент защиты сооружения (объекта), в котором находятся люди.

По таблице 1.5 - определяем величину коэффициента « α », а по таблице 1.4 – величину коэффициента защиты $K_{защ}$ подвала (объекта):

$$\alpha = 2,49; \quad K_{защ} = 400.$$

Подставляя эти значения в формулу, получаем

$$D = \frac{211}{2,49 * 400} = 0,17 \text{ рад}.$$

Таблица 1.4 – Определение коэффициента защиты $K_{\text{защ}}$

N, послед. цифра зачетки	Сооружения	$K_{\text{защ}}$
1	Открытая местность	1
3	Открытые щели, траншеи	3...4
4	Перекрытые щели, траншеи	40
5	Деревянные двухэтажные жилые здания (подвал)	8(12)
6	Кирпичные одноэтажные здания (подвал)	10(40)
7	Кирпичные пятиэтажные здания (подвал)	27(400)
8	Одноэтажные кирпичные производственные здания с толщиной стен 25 см.	7
9	Двух- и трехэтажные бетонные производственные здания толщиной стен 20 см.	15
0	Противорадиационные укрытия, убежища	10...1000

Примечание. Производственные здания с оконными проемами, занимающими 30% и менее от площади стен, по $K_{\text{защ}}$ приравниваются к жилым домам.

Таблица 1.5 - Величина коэффициента « α »

Начало облучения $T_{\text{но}},$ ч	Продолжительность пребывания на зараженной местности $t, \text{ч}$						
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
0,5	1,35	0,88	0,72	0,63	0,58	0,54	0,51
1,0	2,57	1,55	1,19	1,01	0,90	0,83	0,77
1,5	3,88	2,23	1,68	1,39	1,22	1,10	1,01
2,0	5,26	2,95	2,17	1,77	1,53	1,37	1,25
2,5	6,71	3,69	2,68	2,17	1,86	1,65	1,50
3,0	8,21	4,46	3,20	2,57	2,18	1,92	1,74
3,5	9,75	5,24	3,73	2,97	2,51	2,21	1,98
4,0	11,34	6,05	4,28	3,39	2,85	2,49	2,23
4,5	12,96	6,87	4,83	3,81	3,19	2,78	2,49
5,0	14,61	7,71	5,40	4,24	3,54	3,08	2,74
6,0	18,02	9,43	6,56	5,12	4,25	3,67	3,26
7,0	21,54	11,20	7,75	6,02	4,98	4,29	3,79
8,0	25,15	13,02	8,97	6,95	5,73	4,91	4,33
9,0	28,86	14,88	10,22	7,89	6,49	5,55	4,88
10,0	32,64	16,79	11,50	8,85	7,26	6,20	5,44
12,0	40,43	20,70	14,12	10,83	8,85	7,53	6,59
14,0	48,48	24,74	16,83	12,87	10,49	8,90	7,77
16,0	56,76	28,89	19,60	14,96	12,17	10,31	8,98
18,0	65,24	33,15	22,45	17,10	13,89	11,47	10,21
20,0	73,91	37,50	25,36	19,28	15,64	13,21	11,47
22,0	82,76	41,93	28,32	21,51	17,43	14,70	12,76
24,0	91,76	46,44	31,33	23,78	19,24	16,22	14,06

Таблица 1.5 - Продолжение

Начало облучения $T_{\text{но}},$ ч	Продолжительность пребывания на зараженной местности $t, \text{ч}$						
	4	5	6	7	8	9	10
0,5	0,49	0,46	0,43	0,42	0,40	0,39	0,38
1	0,73	0,66	0,62	0,59	0,56	0,54	0,52
1,5	0,95	0,85	0,79	0,74	0,70	0,67	0,65
2,0	1,16	1,04	0,95	0,88	0,83	0,80	0,76
2,5	1,38	1,22	1,11	1,03	0,96	0,91	0,87
3	1,60	1,40	1,26	1,16	1,09	1,03	0,98
3,5	1,82	1,58	1,42	1,30	1,21	1,14	1,09
4,0	2,10	1,76	1,58	1,44	1,34	1,26	1,19
4,5	2,26	1,95	1,73	1,58	1,46	1,37	1,29
5,0	2,49	2,13	1,89	1,72	1,69	1,48	1,40
6,0	2,95	2,51	2,21	2,00	1,84	1,71	1,61
7,0	3,41	2,89	2,53	2,28	2,09	1,94	1,82
8,0	3,89	3,28	2,86	2,57	2,34	2,17	2,02
9,0	4,38	3,67	3,20	2,86	2,60	2,40	2,24
10,0	4,87	4,07	3,53	3,15	2,86	2,63	2,45
12,0	5,88	4,89	4,22	3,74	3,39	3,10	2,88
14,0	6,92	5,72	4,92	4,35	3,92	3,59	3,32
16,0	7,98	6,58	5,64	4,97	4,47	4,08	3,76
18,0	9,06	7,45	6,38	5,61	5,03	4,58	4,22
20,0	10,17	8,34	7,12	6,25	5,59	5,08	4,67
22,0	11,29	9,25	7,88	6,90	6,17	5,60	5,14
24,0	12,44	10,17	8,65	7,57	6,75	6,12	5,61

Таблица 1.5 – Продолжение

Начало облучения $T_{\text{но}},$ ч	Продолжительность пребывания на зараженной местности $t, \text{ч}$			
	12	24	48	72
0,5	0,37	0,32	0,29	0,28
1,0	0,50	0,42	0,37	0,35
1,5	0,661	0,50	0,43	0,40
2,0	0,71	0,57	0,48	0,45
2,5	0,81	0,64	0,53	0,49
3,0	0,91	0,70	0,58	0,52
3,5	1,00	0,76	0,62	0,56
4,0	1,09	0,82	0,66	0,59
4,5	1,18	0,88	0,70	0,62
5,0	1,27	0,93	0,73	0,66
6,0	1,45	1,04	0,80	0,71
7,0	1,63	1,15	0,87	0,77
8,0	1,81	1,25	0,94	0,82
9,0	1,99	1,36	1,01	0,87
10,0	2,17	1,46	1,07	0,92
12,0	2,54	1,67	1,19	1,02
14,0	2,97	1,87	1,32	1,11
16,0	3,29	2,08	1,44	1,21
18,0	3,67	2,29	1,56	1,30

20,0	4,06	2,50	1,68	1,38
22,0	4,45	2,71	1,80	1,47
24,0	4,85	2,92	1,91	1,56

Пример 4. В районе производства сводной командой спасательных работ уровень радиации (по данным разведки) через $t_1 = 3$ ч после взрыва составил $P=100$ рад/ч. Время начала работ – через $T_2= 4$ ч после взрыва. Личный состав будет работать в кирпичном здании одноэтажного цеха с толщиной стен 25 см. Определить допустимое время пребывания команды на зараженной местности, если доза облучения не должна превышать установленной $D_{уст}=30$ рад.

Решение: Выбрав из таблицы 1.2 значение коэффициента пересчета K_1 , находим эталонное значение уровня радиации:

$$P_3 = P_1 * K_1 ; P_1 = P_3 / K_1 = 374 \text{ рад/ч} .$$

Используя формулу $D = \frac{P_1}{a * K_{защ}}$, рассчитаем величину коэффициента « a »:

$$a = \frac{P_1}{D_{уст} * K_{защ}} = \frac{374}{30 * 7} = 1,78 \text{ (значение } K_{защ} \text{ выбрано из таблицы 4).}$$

По таблице 1.5 в строке $t = 4$ ч, соответствующей заданному времени начала облучения (время начала работ – через $T_2= 4$ ч после взрыва), ищем значение $a = 1,78$; ближайшее к нему значение $a = 1,76$ соответствует продолжительности нахождения на зараженной территории $T = 5$ ч. Следовательно, вычисляя по линейной пропорции, для данных условий продолжительность проведения спасательных работ приблизительно равна 4,95 ч.

Пример 5. Разведгруппа спасательного отряда на автомобилях ($K_{защ} = 2$) должна преодолеть зараженный район. Протяженность пути $L = 30$ км. Предполагаемое время начала движения – через $T_{ню} = 2,5$ ч после взрыва. Средняя скорость движения на маршруте $V = 15$ км/ч.

Усредненный по длине пути уровень радиации на 1 ч после взрыва (эталонный) $P_{тср} = 400$ рад/ч.

Определить возможные радиационные потери среди л.с., если $T_{ост}=1$ неделю назад этот отряд находясь в очаге ядерного поражения (ОЯП), уже получил дозу облучения $D_{прош} = 35$ рад.

Решение:

Поскольку повреждения, возникшие в организме человека в результате воздействия ионизирующих излучений, начинают благодаря наличию иммунитета, постепенно восстанавливаются и скорость восстановительных процессов, начиная с 5-ого дня после облучения составляет 2,5-3 % в сутки в зависимости от дозы облучения, это необходимо учитывать. Таблица 1.6 позволяет оценить влияние к текущему моменту времени дозы, полученной в прошлом $D_{прош}$.

После предыдущего облучения прошла 1 неделя; следовательно, относительная доля остаточной дозы облучения равно 0,9. Абсолютная остаточная доза к моменту преодоления зараженной зоны (к моменту второго облучения):

$$D_{ост} = D_{прош} * 0,9 = 35 * 0,9 = 31,5 \text{ рад.}$$

Время пребывания на зараженной местности (продолжительность второго облучения) $T = L / V = 30 / 15 = 2 \text{ ч.}$ По времени начала второго облучения $T_{но} = 2,5 \text{ ч}$ (после взрыва) и продолжительность преодоления зоны $T = 2 \text{ ч}$ по таблице 1.5 определяем $\alpha = 2,17$.

Доза, которую получают люди при втором облучении:

$$D = \frac{P_{исп}}{\alpha * K_{защ}} = \frac{400}{2,17 * 2} = 92,9 \text{ рад.}$$

Суммарная доза (будет действовать, как доза однократного облучения):
 $D_{сум} = D_{ост} + D = 31,5 + 92,2 = 123,7 \text{ рад.}$

По таблице 1.7 определяем, что по истечении 3...4 недель возможен выход из строя (потребуется госпитализация на некоторое время) приблизительно 5% л.с. спасательного отряда. Смертельных случаев быть не должно.

Таблица 1.6 - Влияние к текущему моменту времени дозы, полученной в прошлом

Время после облучения, Т, неделя	1	2	3	4	5
Доля остаточной дозы радиации	0,90	0,75	0,60	0,50	0,42
Время после облучения, Т, неделя	6	7	8	9	14
Доля остаточной дозы радиации	0,35	0,30	0,25	0,20	0,10

Примечание: Если после облучения прошло время не более четырех суток, доля остаточной дозы равна единице

Таблица 1.7 – Определение % возможного выхода из строя и смертности облученных людей

Доза облучения, рад	Выход из строя в % ко всем облученным				Смертность облученных, %
	За 1-е двое суток	На 2-й, 3-й неделях	На 3-й, 4-й неделях	Всего	
До 100	0	Единичные случаи			0
100...125	0	0	5	5	0
125...140	0	0	10	10	0
140...175	5	0	25	30	0
175...200	15	0	35	50	ед. случаи
200...240	40	40	0	80	8
240...300	85	15	0	100	20
300...350	100	0	0	100	30

1.4 Задания для самостоятельной работы

Номер варианта определяется по **N** - последней и **M** - предпоследней цифрам зачетной книжки

Задание 1 (по примеру 1) - Определение уровня радиации

N , послед. цифра зачетки	1,2	3,4	5,6	7,8	9	0
P, рад/ч	5+2 M					
T ₁ , ч	8:00	9:30	10:00	12:30	14:00	15:30
T ₂ , ч	4:00	4:30	3:00	10:30	11:00	10:00
M - предпоследняя цифра зачетки						

Задание 2 (по примеру 2) - Определение времени взрыва

N , послед. цифра зачетки	1,2	3,4	5,6	7,8	9	0
T ₁ , ч	8:00	9:30	10:00	12:30	14:00	15:30
T ₂ , ч	9:00	9:40	10:30	12:45	14:20	17:00
P ₁ , рад/ч	50+ M					
P ₂ , рад/ч	40+ M					

Задание 3 (по примеру 3) - Определение доз облучения за время пребывания в зоне радиационного заражения

N , послед. цифра зачетки	1,2	3,4	5,6	7,8	9	0
№ укрытия (таблица 4)	N					
t, ч	4	5	9	10	12	4
T, ч	3	4	5	6	7	8
P, рад/ч	80+3 M					

Задание 4 (по примеру 4) - Определение допустимого времени пребывания людей в зоне радиационного заражения

N , послед. цифра зачетки	1,2	3,4	5,6	7,8	9	0
T ₁ , ч	3	4	5	6	7	4
T ₂ , ч	4	5	6	7	9	6
P, рад/ч	100+3M					
№ укр	N					

Задание 5 (по примеру 5) - Определение возможных радиационных потерь

N , послед. цифра зачетки	1,2	3,4	5,6	7,8	9	0
P _{тср} , рад/ч	100+5M					
K _{защ}	2					
L, км	40	40	30	10	50	30
V, км/ч	20	10	20	20	20	10
T _{но} , ч	5	2	7	3	4	6

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ:

- 1) Ознакомиться с основными понятиями, методами оценки радиационной обстановки, а также примерами решения типовых задач по оценке радиационной обстановки после ядерного взрыва
- 2) Выписать свои исходные данные заданий, определив вариант по номеру зачетки студента.
- 3) Найти решения всех заданий, используя примеры и таблицы пособия.
- 4) Оформить отчет.

2. Задание №2

2.1 ЦЕЛЬ ЗАДАНИЯ

Практически изучить опасные зоны при крупном пожаре при горении зданий и промышленных объектов.

2.2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При горении зданий и промышленных объектов можно выделить три зоны: 1 – зона задымления; 2 – зона горения; 3 – зона теплового воздействия.

Размер *зоны горения* определяется той частью здания или сооружения, где образуется пламя. Температура в зоне горения внутри здания достигает диапазона 800...900 °С, температура при горении твёрдых веществ на воздухе – 1000...2000 °С, а газов и легковоспламеняющихся жидкостей – 1200...1600 °С.

Размер *зоны теплового воздействия* соответствует безопасному расстоянию при заданном уровне плотности излучения для человека, объекта, материалов, м:

$$R_{\text{без}} = 0,282 R^* \sqrt{\frac{q_{\text{соб}}}{q_{\text{кр}}}}, \quad (2.1)$$

где R^* – приведённый размер очага горения; $q_{\text{соб}}$ – плотность потока собственного излучения пламени пожара (таблица 2.1), кВт/м²; $q_{\text{кр}}$ – плотность потока падающего на объект излучения пламени пожара, критическая для рассматриваемого объекта, при данного степени термического воздействия (таблица 2.2), кВт/м².

Для горящих зданий

$$R^* = \sqrt{LH},$$

где L – длина стены, обращённой к объекту теплового воздействия, м; H – высота дома, м.

Для штабеля пиленого леса $R^* = (1,75 \dots 2,00) \sqrt{LH}$, м; для случая горения нефтепродуктов диаметром $D_{\text{рез}} R^* = 0,8 D_{\text{рез}}$, м.

Таблица 2.1- **Теплотехнические характеристики материалов и веществ**

Вещество, материал	Массовая скорость выгорания $v_{\text{выг}}$, кг/(м ² с)	Теплота горения Q_p^H , кДж/кг	Плотность теплового потока собственного излучения пламени пожара $q_{\text{соб}}$, кВт/м ²
Ацетон	0,047	28400	1200
Бензол	0,08	30500	2500
Бензин	0,05	44000	1780...2200
Керосин	0,05	43000	1520
Мазут	0,013	40000	1300
Нефть	0,02	43700	874
Древесина	0,015	19000	260
Каучук натуральный	0,013	42000	460
Пиломатериалы	0,017	14000	150

Таблица 2.2-**Критические значения плотностей потока падающего излучения**

$q_{кр}$, кВт/м ²	Время, с, до того, как	
	Начинаются болевые ощущения	Появляются ожоги (ожог II степени)
30	1	2
22	2	3
18	2,5	4,3
11	5	8,5
8	8	13,5
5	16	25
4,2	15...20	40
1,5	Безопасно	Безопасно
14	Возгорание древесины	Через 10 мин
17,5	То же	Через 5 мин
35	Возгорание ЛВЖ	Через 3 мин
41	Возгорание горючих жидкостей	То же

Примечание. Горючие жидкости – мазут, торф, масло и т.п.; ЛВЖ – ацетон, бензол, спирт и т.п.

Время продолжительности пожара, с (без вмешательства человека), характеризуется формулой

$$\tau_{\text{пож}} = \frac{M}{Fv_{\text{выг}}},$$

где M – масса горящего вещества, кг; F – площадь горящей поверхности, м²; $v_{\text{выг}}$ – массовая скорость выгорания, кг/(м²с) (см. таблица 2.1)

Задавая ту или иную степень поражения человека, сооружений и т.п., по формуле (2.1) несложно определить искомое расстояние от очага пожара.

Образующиеся при пожаре продукты горения (или выделяющиеся в атмосферу находящиеся в хоне горения ОХВ) распространяются по направлению ветра, образуя *зону задымления (заражения)*.

Глубина зоны задымления (заражения), соответствующую определённой степени поражения человека (летального или порогового), определяют по формуле, м,

$$\Gamma_i = \frac{34.2}{k_1} \left(\frac{m(a+b)}{k_2 w D_i} \right)^{2/3}, \quad (2.2)$$

где m – масса токсичных продуктов, кг; a, b – доли массы токсичных продуктов в первичном и вторичном облаке соответственно (таблица 2.3). Для продуктов горения принимают $a = 1$ и $b = 0$; k_1 – коэффициент шероховатости подстилающей поверхности, 2 – для степной растительности и сельскохозяйственных угодий, 2,5 – для кустарников и 3,3 – для леса и городской застройки; k_2 – коэффициент степени вертикальной устойчивости атмосферы, равный единицы для инверсии, 1,5 – для изотермии и 2 – для конвекции.

При изотермии распределение температуры неизменно по высоте приземного слоя атмосферы, конвективные потоки, размывающие шлейф продуктов горения пожара, практически отсутствуют и смещение потока токсических веществ с воздухом происходит только за счёт молекулярной диффузии.

При конвекции температура воздуха у поверхности Земли имеет самые высокие значения, и нагретый воздух, поднимаясь кверху, интенсивно перемешивается с воздухом (размывает) поток токсичных веществ. В этом случае протяжённость зоны заражения (задымления) самая маленькая.

При инверсии у поверхности Земли находится самый холодный воздух и восходящие потоки полностью отсутствуют. Протяжённость зоны задымления в этом случае самая большая.

Таблица 2.3- **Значение токсодоз некоторых опасных химических веществ**

Опасные химические вещества	Токсодоза, мг·мин/л		Коэффициенты	
	Летальная $D_{\text{лет}}$	Пороговая $D_{\text{пор}}$	a	b
Аммиак NH_3	60	18	0,2	0,15
Угарный газ CO	60	25	1	0
Оксид азота NO_x	3	1,5	0	0,03
Диоксид серы SO_2	70	1,8	0,2	0,15
Фосген	6	0,2	0,07	0,15
Хлор Cl_2	6	0,6	0,2	0,15

2.3 ПРИМЕР ЗАДАЧИ

Дано: При пожаре на деревянном складе химических веществ, расположенном в черте города, произошла разгерметизация ёмкости, содержащей 300 кг хлора.

Найти: 1. Определить безопасное расстояние человека и близлежащих деревянных зданий от горящего деревянного склада размером 15×20×5 м.

2. Каковы размеры зоны токсичного заражения, если скорость ветра равна 1 м/с, а класс устойчивости атмосферы – инверсия?

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ:

1. По формуле (1) найдём безопасное для человека расстояние, заимствуя из таблицы 2.1 значение $q_{\text{собр}} = 260 \text{ кВт/м}^2$ (для древесины) и таблицы 2.3 $q_{\text{кр}} = 1,5 \text{ кВт/м}^2$ (безопасное для человека) $R_{\text{тор}} = \sqrt{15 \cdot 5} = 8,66 \text{ м}$ для торца дома и $R_{\text{фас}} = \sqrt{20 \cdot 5} = 10 \text{ м}$ для фасада.

Тогда безопасные расстояния, м:

$$R_{\text{тор}}^{\text{без}} = 0,282 \cdot 8,66 \sqrt{260/1,5} = 32,15;$$

$$R_{\text{фас}}^{\text{без}} = 0,282 \cdot 10 \sqrt{260/1,5} = 37,12;$$

2. Безопасное расстояние с точки зрения вероятности воспламенения соседнего деревянного дома определяется по формуле (2.1), но из таблицы 2.2 возьмём $q_{кр} = 14 \text{ кВт/м}^2$ (возгорание древесины через 10 мин) и $q_{кр} = 17,5 \text{ кВт/м}^2$ (возгорание древесины через 5 мин).

Минимальное безопасное расстояние от горящего здания, на которых соседнее деревянное строение загорится через 5 мин, составляет, м:

$$R_{гор1}^{без} = 0,282 \cdot 8,66 \sqrt{260/14} = 10,52;$$

$$R_{фас1}^{без} = 0,282 \cdot 10 \sqrt{260/14} = 12,1.$$

Минимальное безопасное расстояние от горящего здания, на которых соседнее деревянное строение загорится через 10 мин, составляет, м

$$R_{гор2}^{без} = 0,282 \cdot 8,66 \sqrt{260/17,5} = 9,4;$$

$$R_{фас1}^{без} = 0,282 \cdot 10 \sqrt{260/17,5} = 10,85.$$

3. Найдём протяжённости зон токсического заражения, учитывая, что при инверсии $k_2 = 1$, а для условия города $k_1 = 3,3$.

Согласно таблице 2.2 пороговая токсодоза для хлора $D_{пор} = 0,6 \text{ мг·мин/л}$, а летальная $D_{лет} = 6 \text{ мг·мин/л}$; $a = 0,2$, $b = 0,15$.

Теперь по формуле (2.2) вычислим протяжённости зон токсического заражения, м:

- Летального

$$\Gamma_{пор} = \frac{34,2}{3,3} \cdot \left[\frac{300(0,2 + 0,15)}{1 \cdot 1 \cdot 6} \right]^{2/3} = 69,85;$$

- Порогового

$$\Gamma_{лет} = \frac{34,2}{3,3} \cdot \left[\frac{300(0,2 + 0,15)}{1 \cdot 1 \cdot 0,6} \right]^{2/3} = 342,24.$$

2.5 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ:

По методике решения задачи (пункт 2.4) найти безопасное расстояние для человека и близлежащих деревянных зданий от горящего объекта с заданными размерами и размеры зон токсичного заражения согласно индивидуальным вариантам заданий (таблица 2.4). **NM** – варианты заданий, соответствующие двум последним цифрам зачетной книжки.

Таблица 2.4 – Варианты заданий

NM, варианты	Объект	Размер, м			Содержимое	Соседний объект	Время термического воздействия, мин.	Состояние атмосферы	Опасное химическое вещество	Скорость ветра, м/с
		$a(D)$	b	h						
00	Деревянное строение	6	10	4	X	Деревянное строение	10	Инверсия	Аммиак	1
01	Штабель	6	10	4	x	Деревянное строение	10	Конвекция	Оксиды азота	2
02	Штабель	6	10	4	x	Деревянное строение	10	Изотермия	Сернистый ангидрид	3
03	Емкость	6	10	4	x	Деревянное строение	10	Инверсия	Угарный газ	4
04	Емкость	6	x	X	Керосин	Деревянное строение	10	Конвекция	Фосген	5
05	Емкость	6	x	X	Мазут	Деревянное строение	10	Изотермия	Хлор	6
06	Емкость	7	x	X	Нефть	Деревянное строение	10	Инверсия	Аммиак	7
07	Деревянное строение	7	6	2	x	Штабель	10	Инверсия	Оксиды азота	1
08	Штабель	7	6	2	x	Штабель	10	Конвекция	Сернистый ангидрид	2
09	Штабель	7	6	2	x	Штабель	10	Изотермия	Угарный газ	3
10	Емкость	7	6	2	x	Штабель	10	Инверсия	Фосген	4
11	Емкость	7	6	2	x	Штабель	10	Конвекция	Хлор	5
12	Емкость	8	6	5	x	Штабель	10	Изотермия	Аммиак	6
13	Емкость	8	6	2	x	Штабель	10	Инверсия	Оксиды азота	7
14	Деревянное строение	8	6	5	x	Емкость с горючей жидкостью	10	Инверсия	Сернистый ангидрид	1
15	Штабель	8	6	2	x	Емкость с горючей жидкостью	3	Конвекция	Угарный газ	2
16	Штабель	8	6	2	x	Емкость с горючей жидкостью	3	Изотермия	Фосген	3

17	Штабель	8	6	5	х	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Хлор	4
18	Емкость	9	х	Х	Керосин	Емкость с горючей жидк	3	Конвекция	Аммиак	5
19	Емкость	9	х	Х	Мазут	Емкость с горючей жидкостью	3	Изотермия	Оксиды азота	6
20	Емкость	9	х	Х	Нефть	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Сернистый ангидрид	7
21	Емкость	9	х	Х	Бензин	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Угарный газ	1
22	Емкость	9	х	Х	Керосин	Емкость с горючей жидкостью	3	Конвекция	Фосген	2
23	Емкость	9	х	Х	Мазут	Емкость с горючей жидкостью	3	Изотермия	Хлор	3
24	Емкость	15	х	Х	Нефть	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Аммиак	4
25	Емкость	15	х	Х	Бензин	Емкость с горючей жидкостью	3	Конвекция	Оксиды азота	5
26	Емкость	15	х	Х	Керосин	Емкость с горючей жидкостью	3	Изотермия	Сернистый ангидрид	6
27	Емкость	15	х	Х	Мазут	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Угарный газ	7
28	Емкость	15	х	Х	Нефть	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Фосген	1
29	Емкость	15	х	Х	Бензин	Емкость с горючей жидкостью	3	Конвекция	Хлор	2
30	Емкость	20	х	Х	Керосин	Емкость с горючей жидкостью	4	Изотермия	Аммиак	3
31	Емкость	20	х	Х	Мазут	Емкость с горючей жидкостью	4	Инверсия	Оксиды азота	4
32	Емкость	20	х	Х	Нефть	Емкость с горючей жидкостью	4	Конвекция	Сернистый ангидрид	5
33	Емкость	20	х	Х	Бензин	Емкость с горючей жидкостью	4	Изотермия	Угарный газ	6
34	Емкость	20	х	Х	Керосин	Емкость с горючей жидкостью	4	Инверсия	Фосген	7

35	Емкость	20	х	Х	Мазут	Емкость с ЛВЖ	4	Инверсия	Хлор	1
36	Емкость	22	х	Х	Нефть	Емкость с ЛВЖ	4	Конвекция	Аммиак	2
37	Емкость	22	х	Х	Бензин	Емкость с ЛВЖ	4	Изотермия	Оксиды азота	3
38	Емкость	22	х	Х	Керосин	Емкость с ЛВЖ	4	Инверсия	Сернистый ангидрид	4
39	Емкость	22	х	Х	Мазут	Емкость с ЛВЖ	4	Конвекция	Угарный газ	5
40	Емкость	22	х	Х	Нефть	Емкость с ЛВЖ	4	Изотермия	Фосген	6
41	Емкость	22	х	Х	Бензин	Емкость с ЛВЖ	4	Инверсия	Хлор	7
42	Деревянное строение	10	10	6	х	Деревянное строение	4	Инверсия	Аммиак	1
43	Штабель	10	10	6	х	Деревянное строение	4	Конвекция	Оксиды азота	2
44	Штабель	10	10	6	х	Деревянное строение	4	Изотермия	Сернистый ангидрид	3
45	Деревянное строение	10	10	6	х	Деревянное строение	10	Инверсия	Угарный газ	4
46	Штабель	10	10	6	х	Деревянное строение	10	Конвекция	Фосген	5
47	Штабель	10	10	6	х	Деревянное строение	10	Изотермия	Хлор	6
48	Деревянное строение	20	10	7	х	Деревянное строение	10	Инверсия	Аммиак	7
49	Деревянное строение	20	10	7	х	Штабель	10	Инверсия	Оксиды азота	1
50	Штабель	20	10	7	х	Штабель	10	Конвекция	Сернистый ангидрид	2
51	Штабель	20	10	7	х	Штабель	10	Изотермия	Угарный газ	3
52	Штабель	20	10	7	х	Штабель	10	Инверсия	Фосген	4
53	Штабель	20	10	7	х	Штабель	10	Конвекция	Хлор	5
54	Штабель	12	6	2	х	Штабель	10	Изотермия	Аммиак	6
55	Штабель	12	6	2	х	Штабель	10	Инверсия	Оксиды азота	7
56	Деревянное строение	12	6	2	х	Емкость с горючей жидкостью	10	Инверсия	Сернистый ангидрид	1
57	Штабель	12	6	2	х	Емкость с горючей жидкостью	10	Конвекция	Угарный газ	2
58	Штабель	12	6	2	х	Емкость с горючей жидкостью	10	Изотермия	Фосген	3
59	Штабель	12	6	2	х	Емкость с горючей жидкостью	10	Инверсия	Хлор	4
60	Емкость	17	х	х	Керосин	Емкость с горючей жидкостью	3	Конвекция	Аммиак	5
61	Емкость	17	х	Х	Мазут	Емкость с горючей жидкостью	3	Изотермия	Оксиды азота	6
62	Емкость	17	х	Х	Нефть	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Сернистый ангидрид	7
63	Емкость	17	х	Х	Бензин	Емкость с	3	Инверсия	Угарный газ	1

						горючей жидкостью				
64	Емкость	17	х	Х	Керосин	Емкость с горючей жидкостью	3	Конвекция	Фосген	2
65	Емкость	17	х	Х	Мазут	Емкость с горючей жидкостью	3	Изотермия	Хлор	3
66	Емкость	14	х	Х	Нефть	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Аммиак	4
67	Емкость	14	х	Х	Бензин	Емкость с горючей жидкостью	3	Конвекция	Оксиды азота	5
68	Емкость	14	х	Х	Керосин	Емкость с горючей жидкостью	3	Изотермия	Сернистый ангидрид	6
69	Емкость	14	х	Х	Мазут	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Угарный газ	7
70	Емкость	14	х	Х	Нефть	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Фосген	1
71	Емкость	14	х	Х	Бензин	Емкость с горючей жидкостью	3	Конвекция	Хлор	2
72	Емкость	14	х	Х	Керосин	Емкость с горючей жидкостью	3	Изотермия	Аммиак	3
73	Емкость	12	х	Х	Мазут	Емкость с горючей жидкостью	3	Инверсия	Оксиды азота	4
74	Емкость	12	х	Х	Керосин	Емкость с горючей жидкостью	3	Конвекция	Сернистый ангидрид	5
75	Емкость	12	х	х	Мазут	Емкость с горючей жидкостью	4	Изотермия	Угарный газ	6
76	Емкость	12	х	х	Нефть	Емкость с горючей жидк	4	Инверсия	Фосген	7
77	Емкость	12	х	х	Бензин	Емкость с ЛВЖ	4	Инверсия	Хлор	1
78	Емкость	12	х	х	Керосин	Емкость с ЛВЖ	4	Конвекция	Аммиак	2
79	Штабель	5	5	3	х	Емкость с ЛВЖ	4	Изотермия	Оксиды азота	3
80	Штабель	5	5	3	х	Емкость с ЛВЖ	4	Инверсия	Сернистый ангидрид	4
81	Деревянное строение	5	5	3	х	Емкость с ЛВЖ	4	Конвекция	Угарный газ	5
82	Штабель	5	5	3	х	Емкость с ЛВЖ	4	Изотермия	Фосген	6
83	Штабель	5	5	3	х	Емкость с ЛВЖ	4	Инверсия	Хлор	7
84	Деревянное строение	5	5	3	х	Деревянное строение	4	Инверсия	Аммиак	1
85	Штабель	5	5	3	х	Деревянное	4	Конвекция	Оксиды азота	2

						строение				
86	Штабель	8	4	4	x	Деревянное строение	4	Изотермия	Сернистый ангидрид	3
87	Штабель	8	4	4	x	Деревянное строение	4	Инверсия	Угарный газ	4
88	Деревянное строение	8	4	4	x	Деревянное строение	4	Конвекция	Фосген	5
89	Штабель	8	4	4	x	Деревянное строение	4	Изотермия	Хлор	6
90	Штабель	8	4	4	x	Деревянное строение	10	Инверсия	Аммиак	7
91	Деревянное строение	8	4	4	x	Штабель	10	Инверсия	Оксиды азота	1
92	Штабель	10	6	2	x	Штабель	10	Конвекция	Сернистый ангидрид	2
93	Штабель	10	6	2	x	Штабель	10	Изотермия	Угарный газ	3
94	Емкость	10	6	2	x	Штабель	10	Инверсия	Фосген	4
95	Штабель	10	6	2	x	Штабель	10	Конвекция	Хлор	5
96	Штабель	10	6	2	x	Штабель	10	Изотермия	Аммиак	6
97	Деревянное строение	10	6	2	x	Штабель	10	Инверсия	Оксиды азота	7
98	Емкость	15	x	x	Мазут	Емкость с горючей жидкостью	10	Инверсия	Сернистый ангидрид	1
99	Емкость	15	x	x	Нефть	Емкость с горючей жидкостью	10	Конвекция	Угарный газ	2

Литература:

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях / Под ред. Н. К. Шишкина. - М.: ГУУ, 2000.
2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях/ Б.С. Мاستрюков - М.: Изд. Центр "Академия", 2003.
3. 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.
4. Гражданская оборона /Под ред. Е.П.Шубина. - М.: Просвещение, 1991.
5. Амбросьев В. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов – М.: Юнити, 1998.
6. Атаманюк В.Г. и др. Гражданская оборона: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1986.
7. Янаев В.К. Мирный атом и его последствия. – СПб.: Питер Пресс, 1996.
8. Микрюков В.Ю. Безопасность жизнедеятельности. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007 – 344с.
9. Организация и ведение гражданской обороны и защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера /Под ред. Г.Н. Кириллова. – М.: Институт риска и безопасности, 2004 – 512 с.