

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Безопасность технологических процессов и производств»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ

Методические указания к практическим работам

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2018

УДК 658.382

Составители: В.Л. Гапонов, А.Г. Хвостиков, Е.Ю. Гапонова, С.Е. Гераськова, С.В. Гапонов, Т.В. Моргунова

Безопасность жизнедеятельности в техносфере. метод. указания к практическим работам / В.Л. Гапонов и др. – Ростов н/Д: ДГТУ, 2018. – 36с.

Методические указания разработаны в соответствии с учебными программами дисциплин «Безопасность жизнедеятельности» для обучающихся всех направлений подготовки и форм обучения для выполнения практических работы. Приведены методики и примеры расчетов для обеспечения безопасности труда и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Предназначены для обучающихся всех направлений подготовки, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности».

УДК 658.382

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор д-р. т. наук, профессор Д.М. Кузнецов

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств» д-р техн. наук, профессор С.Л. Пушенко

В печать 26.06.2018 г.

Формат 60×84/16. Объем 2,3 усл. п. л.

Тираж 50 экз. Заказ №. 334.

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Гапонов В.Л., Хвостиков А.Г., Гапонова Е.Ю., Гераськова С.Е., С.В. Гапонов,
Т. В. Моргунова, 2018

© Донской государственный
технический университет, 2018

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

«Экономические последствия гибели застрахованного при исполнении им обязанностей по трудовому договору (контракту)»

Определить последствия в случае гибели застрахованного при исполнении им трудовых обязанностей. Исходные данные для расчета брать по варианту (см. табл. 1.1, 1.2).

Таблица 1.1 – Исходные данные для определения последствий в случае гибели застрахованного

Наименование показателя	Величина показателя
Среднемесячная зарплата $ЗП_{ср}$, тыс. руб.	13
Срок выплаты пенсии иждивенцам $n_{д}$, год	7
Стоимость дополнительных мероприятий по технике безопасности $\sum_{i=1}^{n_m} C_{mi}$, тыс. руб.	43
Стоимость иска судебно-следственных органов за расследование несчастного случая C_c , тыс. руб.	5
Среднедневная зарплата участников расследования несчастного случая $ЗП_{ср}^c / \text{день}$, тыс. руб.	1,0
Количество дней, затраченных на расследование n_c , дни	2
Количество человек, принявших участие в расследовании несчастного случая m_c , чел.	2
Среднедневная плановая выработка на участке $V_{п}$, тыс. руб.	9,0
Фактическая дневная выработка на участке в день происшествия $V_{ф}$, тыс. руб.	4,8
Дневная стоимость обучения нового работника $C_{об}$, тыс. руб./день	2
Доплата до средней зарплаты в период обучения в день D , тыс. руб.	0,3
Продолжительность обучения нового работника $N_{д}$, дни	7
Коэффициент индексации с учетом инфляции $V_{и}$	1,3
Коэффициент повышения размера минимальной заработной платы $P_{м}$	1,2
Количество рабочих дней в месяце	22

Единовременное пособие предприятия семье погибшего ($З_{ЕП}$) устанавливается равным среднемесячной зарплате

$$З_{ЕП} = ЗП_{ср} = 13 \text{ тыс. руб.} \quad (1.1)$$

Единовременное пособие за моральный вред, причиненный семье погибшего выплачивается в размере

$$З_{ЕП}^м = З_{ЕП} = 13 \text{ тыс. руб.}$$

Пособие членам семьи (детям погибшего), состоявшим на иждивении умершего составит в год

$$З_{ПС}^{год} = ЗП_{ср} \cdot V_{и} \cdot P_{м} \cdot 12 = 13 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 12 = 243,36 \text{ тыс. руб.}, \quad (1.2)$$

Таблица 2.1 – Параметры для расчета последствий
в случае гибели застрахованного

Наименование показателя	Номер варианта														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Среднемесячная зарплата ЗП _{ср} , тыс. руб.	13	14	12	15	16	17	16	15	14	13	12	14	15	16	17
Срок выплаты пенсии иждивенцам n _л , год	2	3	4	5	6	7	6	5	4	3	2	1	0	2	3
Стоимость дополнительных мероприятий по технике безопасности $\sum_{i=1}^{n_M} C_{mi}$, тыс. руб.	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Стоимость иска судебно-следственных органов за расследование несчастного случая C _с , тыс. руб.	4	5	3	4	5	4	5	4	3	4	2	3	5	6	4
Среднедневная плановая выработка на участке В _п , тыс. руб.	9,1	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3
Фактическая дневная выработка на участке в день происшествия В _ф , тыс. руб.	8,9	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,6	9,7	9,8	8,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Среднемесячная зарплата ЗП _{ср} , тыс. руб.	14	15	16	17	18	17	16	15	14	13	14	15	16	17	18
Срок выплаты пенсии иждивенцам n _л , год	1	2	3	4	5	6	7	6	5	4	3	2	1	0	2
Стоимость дополнительных мероприятий по технике безопасности $\sum_{i=1}^{n_M} C_{mi}$, тыс. руб.	52	51	50	49	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	48
Стоимость иска судебно-следственных органов за расследование несчастного случая C _с , тыс. руб.	4	4	3	2	2	3	4	5	4	6	4	5	4	3	2
Среднедневная плановая выработка на участке В _п , тыс. руб.	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10	10,1	10,2	10,3	10,4
Фактическая дневная выработка на участке в день происшествия В _ф , тыс. руб.	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5

На положенный срок

$$Z_{ПС} = Z_{ПС}^{\text{год}} \cdot n_{л} = 243,36 \cdot 7 = 1703,52 \text{ тыс. руб.}, \quad (1.3)$$

Пособие по регрессивному требованию фонда социального страхования равно

$$Z_{ФСС} = Z_{ПС} = 1703,52 \text{ тыс. руб.}$$

Потери на расследование несчастных случаев работникам производства и следственным органам составят

$$Z_{сл} = C_c + Z_{ср/день}^c \cdot n_c \cdot m_c = 5 + 0,8 \cdot 2 \cdot 2 = 8,2 \text{ тыс. руб.}, \quad (1.4)$$

где C_c — стоимость судебного иска; $Z_{ср/день}^c$ — среднедневная зарплата участников расследования несчастного случая; n_c (m_c) — количество дней (человек), занятых в расследовании несчастного случая.

Потери на выполнение дополнительных срочных мероприятий по технике безопасности для предупреждения подобных несчастных случаев на производстве составят

$$Z_{\text{доп}} = \sum_{i=1}^{n_M} C_{Mi} = 43 \text{ тыс. руб.} \quad (1.5)$$

Потеря средневневной выработки от временной остановки трудового процесса в день травмы будет равно

$$Z_{\text{ВП}} = V_{\text{п}} - V_{\text{ф}} = 9,0 - 4,8 = 4,2 \text{ тыс. руб.}$$

Материальная помощь, выделяемая из фонда профсоюза равна

$$Z_{\text{ПФ}} = 10 \text{ тыс. руб. (одинаково для всех вариантов).}$$

Потери в связи с подготовкой нового работника на место погибшего

$$Z_{\text{об}} = (C_{\text{об}} + D)N_{\text{д}} \cdot V_{\text{и}} = (2 + 0,3)7 \cdot 1,3 = 20,93 \text{ тыс. руб.} \quad (1.6)$$

Итого, экономические последствия для организации в случае гибели работника на производстве составят

$$Z_{\text{гб}} = Z_{\text{ЕП}} + Z_{\text{ЕП}}^{\text{М}} + Z_{\text{ПС}} + Z_{\text{ФСС}} + Z_{\text{сл}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{ВП}} + Z_{\text{ПФ}} + Z_{\text{об}} = 13 + 13 + 1703,52 + 1703,52 + 8,2 + 43 + 4,2 + 10 + 20,93 = 3509,37 \text{ тыс. руб.} \quad (1.7)$$

Вывод. Экономические последствия для организации в случае гибели работника на производстве составят около 3510 тыс. руб.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

«Экономические последствия в случае получения застрахованным травмы или заболевания без инвалидного исхода»

Определить последствия в случае получения работником травмы или заболевания без инвалидного исхода. Исходные данные для расчета брать по варианту (см. табл. 2.1, 2.2).

Таблица 2.1 – Исходные данные для определения последствий получения травмы или заболевания

Наименование показателя	Величина показателя
Среднемесячная зарплата $ZП_{ср}$, тыс. руб.	13
Среднедневная зарплата (чел) $ZП_{ср}^д$, тыс. руб.	0,59
Среднедневная сумма прибыли, приходящаяся на один отработанный чел./день в расчетный период P_0 , тыс. руб.	2,95
Количество дней по листку нетрудоспособности $N_{дб}$, дни	21
Неотработанное количество часов в день травмы, T , ч	6
Стоимость дополнительных мероприятий по технике безопасности $\sum_{i=1}^{n_m} C_{mi}$, тыс. руб.	43
Среднедневная выработка на участке (плановая) $V_{п}$, тыс. руб.	9
Фактическая дневная выработка на участке в день происшествия $V_{ф}$, тыс. руб.	8
Количество вызовов врача в год $N_{в}$, шт.	2
Коэффициент, учитывающий снижение прибыли в течение 3-х месяцев после выхода на работу $K_{п}$	9,5
Тарифный разряд пострадавшего $K_{фп}$	5
Дневная стоимость обучения нового работника, $C_{об}$, тыс. руб.	2
Доплата до средней зарплаты в период обучения в день, D , тыс. руб.	0,3
Продолжительность обучения нового работника, $N_{д}$, дни	7
Стоимость одного вызова врача (медсестры), $C_{а}$, тыс. руб.	0,5
Количество лет амбулаторного лечения, $n_{ла}$, год	1
Среднедневная зарплата работников, производящих расследование несчастного случая, $ZП_{ср}^р$, тыс. руб.	1
Количество дней расследования, $n_{р}$, дни	2
Количество работников, участвующих в расследовании, $m_{р}$, чел.	2
Тарифный разряд среднесписочного работника, $K_{с}$	3,5
Коэффициент индексации, учитывающий инфляцию, $V_{и}$	1,3

Потери на выполнение дополнительных мероприятий по технике безопасности для предупреждения подобных несчастных случаев на производстве составят

$$Z_{доп} = \sum_{i=1}^{n_m} C_{mi} = 43 \text{ тыс. руб.} \quad (2.1)$$

Потеря средневыводной выработки от временной остановки трудового процесса в день травмы составит

$$Z_{пв} = B_{п} - B_{ф} = 9 - 8 = 1 \text{ тыс. руб.}$$

Материальная помощь, выделяемая из фонда профсоюза равна

$$Z_{пф} = 2 \text{ тыс. руб. (одинакова для всех вариантов).}$$

Таблица 2.2 – «Параметры для расчета экономических последствий при получении работником травмы или заболевания»

Наименование показателя	Номер варианта														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Среднемесячная зарплата ЗП _{ср} , тыс. руб.	13	14	12	15	16	17	16	15	14	13	12	14	15	16	17
Среднедневная сумма прибыли, приходящаяся на один отработанный чел.-день в расчетный период P _о , тыс. руб.	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Количество дней по листку нетрудоспособности N _{дб} , дн.	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9
Неотработанное количество часов день травмы, T, ч	2	3	4	5	6	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4
Коэффициент, учитывающий снижение прибыли в течение 3-х месяцев после выхода на работу K _п	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Тарифный разряд пострадавшего K _{фп}	4	4	3	4	5	6	6	5	4	3	3	4	5	5	5
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Среднемесячная зарплата ЗП _{ср} , тыс. руб.	14	15	16	17	18	17	16	15	14	13	14	15	16	17	18
Среднедневная сумма прибыли, приходящаяся на один отработанный чел.-день в расчетный период P _о , тыс. руб.	1,7	1,8	1,9	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	1,5
Количество дней по листку нетрудоспособности N _{дб} , дн.	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	20	19	18
Неотработанное количество часов день травмы, T, ч	2	3	4	5	6	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4
Коэффициент, учитывающий снижение прибыли в течение 3-х месяцев после выхода на работу K _п	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	9,5	5	5	5
Тарифный разряд пострадавшего K _{фп}	3	4	5	6	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	6

Потери в связи с подготовкой нового работника на место травмированного (заболевшего)

$$Z_{об} = (C_{об} + D)N_{д} \cdot B_{и} = (2 + 0,3)7 \cdot 1,3 = 20,93 \text{ тыс. руб.} \quad (2.2)$$

Расход на оплату листка нетрудоспособности

$$Z_{бол} = 3П_{ср}^д \cdot N_{дб} = 0,59 \cdot 21 = 12,39 \text{ тыс. руб.} \quad (2.3)$$

Потери в виде непроизводственной заработной платы за период нетрудоспособности

$$З_{НЗП} = З_{бол} = 12,39 \text{ тыс. руб.}$$

Потери в виде недополучения налогов на доходы физических лиц за период нетрудоспособности равны

$$З_{нал} = ЗП_{ср}^д \cdot N_{дб} \frac{\text{ст НДФЛ}}{100} = 0,59 \cdot 21 \frac{13}{100} = 1,61 \text{ тыс. руб.}, \quad (2.4)$$

где ст НДФЛ — ставка налога на доходы физических лиц за период нетрудоспособности.

Расходы на амбулаторное лечение пострадавшего в год

$$З_{леч/год}^а = C_a \cdot N_v \cdot V_i = 0,5 \cdot 2 \cdot 1,3 = 1,3 \text{ тыс. руб.} \quad (2.5)$$

За положенный период $З_{леч}^а = З_{леч/год}^а \cdot n_{ла} = 1,3 \cdot 1 = 1,3 \text{ тыс. руб.}$

Потери предприятия на расследование несчастного случая работниками производства

$$З_{рас} = ЗП_{ср}^р \cdot n_p \cdot m_p = 1 \cdot 2 \cdot 2 = 4 \text{ тыс. руб.} \quad (2.6)$$

Потери предприятия из-за снижения производительности труда пострадавшего после болезни или травмирования

$$З_{пред} = K_{п} \cdot \alpha \cdot P_o = 9,5 \cdot 1,43 \cdot 2,95 = 40,08 \text{ тыс. руб.}; \quad (2.7)$$

$$\alpha = \frac{K_{фп}}{K_c} = \frac{5}{3,5} = 1,43, \quad (2.8)$$

где $K_{фп}$ (K_c) — тарифный разряд пострадавшего (среднесписочного работника).

Потери предприятия за неиспользованный отпуск

$$З_{н.от} = \frac{ЗП_{ср} \cdot N_{дб}}{N_r} = \frac{13 \cdot 21}{360} = 0,75 \text{ тыс. руб.}, \quad (2.9)$$

где N_r — количество дней в году (360 - расчётное).

Потери прибыли предприятия за период нетрудоспособности

$$З_{при} = \alpha \cdot P_o \cdot N_{дб} = 1,43 \cdot 2,95 \cdot 21 = 87,09 \text{ тыс. руб.} \quad (2.10)$$

Потери, связанные с оплатой пострадавшему той части смены (в день получения травмы или заболевания), которую он не доработал

$$З_{тр} = ЗП_{ср}^час \cdot T = \frac{ЗП_{ср}^д}{8} \cdot T = \frac{0,59 \cdot 6}{8} = 0,44 \text{ тыс. руб.}, \quad (2.11)$$

где T — неотработанное количество часов в день травмы; 8 — длительность смены, час.

Таким образом, общая сумма экономических последствий в случае получения работником производственной травмы или заболевания (без инвалидного исхода) составит

$$\begin{aligned} З_{б.инв} = & З_{доп} + З_{ПВ} + З_{пф} + З_{об} + З_{бол} + З_{НЗП} + З_{нал} + З_{леч}^а + З_{рас} + З_{пред} + \\ & + З_{н.от} + З_{при} + З_{тр} = 43 + 1 + 2 + 20,93 + 12,39 + 12,39 + 1,61 + 1,3 + \\ & + 4 + 40,08 + 0,75 + 87,09 + 0,44 = 171,73 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

Вывод. Общая сумма экономических последствий в случае получения работником производственной травмы или заболевания (без инвалидного исхода) составит немногим более 171 тыс. руб.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

«Экономические последствия для страхователя от возможной скидки к страховому тарифу на обязательное социальное страхование»

Определить выгоду страхователя от возможной скидки к страховому тарифу на обязательное социальное страхование от несчастного случая или профессионального заболевания. Исходные данные для расчета брать по варианту (см. табл. 3.1, 3.2).

Таблица 3.1 – Исходные данные от возможной скидки к страховому тарифу на обязательное социальное страхование

№ п/п	Наименование показателя	Величина показателя
1	2	3
1.	Сумма обеспечения по страхованию за предшествующий календарный год в связи со страховыми случаями, за весь период осуществления страхователем финансово-хозяйственной деятельности O , тыс. руб. в том числе:	9440,928
1.1.	– сумма выплат, произведенных страхователем;	2071,304
1.2.	– сумма ежемесячных страховых выплат, произведенных исполнительным органом фонда социального страхования (ФСС);	7285,814
1.3.	– сумма оплат дополнительных расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию, произведенных исполнительным органом ФСС	83,810
2.	Сумма начисленных страховых взносов по страхователю за предшествующий календарный год $V_{(0)}$, тыс. руб.	54783,895
3.	Количество страховых случаев, произошедших у страхователя за предшествующий календарный год K , шт.	140
4.	Среднесписочная численность работающих у страхователя за предшествующий календарный год N , чел.	18002
5.	Количество дней временной нетрудоспособности за предшествующий календарный год в связи со страховыми случаями у страхователя T , дн.	3080
6.	Общее число рабочих мест у страхователя N_{PM} , шт.	16637
7.	Число рабочих мест, по которым проведена аттестация по условиям труда $N_{ат}$, шт.	9979
8.	Число всех работников у страхователя, подлежащих обязательным предварительным и периодическим медицинским осмотрам $N_{МО(П)}$, чел.	4172
9.	Число работников у страхователя, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры $N_{МО(Ф)}$, чел.	3755
10.	Отраслевое значение показателя отношения $a_{отр} = O / V_{(0)}$	0,28
11.	Отраслевое значение количества страховых случаев на тысячу работающих, $b_{отр}$	8,09
12.	Отраслевое значение количества дней временной нетрудоспособности на один страховой случай, $c_{отр}$	23,4

Определим показатель для страхователя $a_{стр}$ по следующей формуле

$$a_{стр} = \frac{O}{V_{(0)}} = \frac{9440,928}{54783,895} = 0,17. \quad (3.1)$$

Рассчитаем количество страховых случаев на тысячу работающих для страхователя ($b_{стр}$)

$$b_{\text{стр}} = \frac{K \cdot 1000}{N} = \frac{140 \cdot 1000}{18002} = 7,78. \quad (3.2)$$

Таблица 3.2 – Параметры для определения скидки к страховому тарифу на обязательное социальное страхование

Наименование показателя	Номер варианта														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сумма обеспечения по страхованию за предшествующий календарный год в связи со страховыми случаями, за весь период осуществления страхователем финансово-хозяйственной деятельности, O	104	111	119	127	116	119	121	123	125	126	128	130	132	134	136
Сумма начисленных страховых взносов по страхователю за предшествующий календарный год, $V_{(0)}$	576	586	596	606	616	626	636	646	656	666	676	686	696	706	716
Количество страховых случаев, произошедших у страхователя за предшествующий календарный год, K	15	15	14	13	10	15	15	12	14	12	17	12	14	15	15
Среднесписочная численность работающих у страхователя за предшествующий календарный год, N	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Кол-во дней временной нетрудоспособности за предшествующий год в связи со страховыми случаями у страхователя, T	228	260	294	300	220	216	264	240	253	288	303	322	241	260	279
Общее число рабочих мест у страхователя N_{PM}	1400	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470	1480	1490	1480	1470	1460	1450	1440
Число рабочих мест, по которым проведена аттестация по условиям труда, $N_{\text{ат}}$	840	846	852	858	864	725	730	735	740	745	1036	1029	1022	1015	1008
Число всех работников у страхователя, подлежащих обязательным предварительным и периодическим медицинским осмотрам $N_{\text{МО(П)}}$	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
Число работников у страхователя, прошедших обязательные, предварительные и периодические медицинские осмотры, $N_{\text{МО(Ф)}}$	140	149	158	167	177	186	195	205	214	223	232	242	243	224	261

Количество дней временной нетрудоспособности в связи со страховыми случаями на один страховой случай ($C_{\text{стр}}$) будет равно

$$c_{\text{стр}} = T / K = 3080 / 140 = 22 \text{ дня.} \quad (3.3)$$

Наименование показателя	Номер варианта														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Сумма обеспечения по страхованию за предшествующий календарный год в связи со страховыми случаями, за весь период осуществления страхователем финансово-хозяйственной деятельности, O	138	140	142	143	145	147	14	151	153	155	157	159	161	163	165
Сумма начисленных страховых взносов по страхователю за предшествующий календарный год $V_{(0)}$	726	736	746	756	766	776	786	796	806	816	826	836	846	856	866
Количество страховых случаев, произошедших у страхователя за предшествующий календарный год K	12	13	14	15	14	15	12	10	11	14	13	15	14	15	16
Среднесписочная численность работающих у страхователя за предшествующий календарный год N	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Кол-во дней временной нетрудоспособности за предшествующий год в связи со страховыми случаями у страхователя T	240	273	294	315	336	357	278	219	220	262	283	304	302	325	346
Общее число рабочих мест у страхователя N_{PM}	1400	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470	1480	1490	1480	1470	1460	1450	1440
Число рабочих мест, по которым проведена аттестация по условиям труда $N_{ат}$	980	987	994	1001	1008	1160	1168	1176	1184	1192	1184	1176	1168	1160	720
Число всех работников у страхователя, подлежащих обязательным предварительным и периодическим медицинским осмотрам $N_{MO(П)}$	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440
Число работников у страхователя, прошедших обязательные, предварительные и периодические медицинские осмотры $N_{MO(Ф)}$	270	279	288	297	306	315	324	340	350	359	368	377	386	396	405

Определим уровень специальной оценки условий труда у страхователя (q_1)

$$q_1 = N_{ат} / N_{PM} = 9979 / 16637 = 0,6 > 0,3. \quad (3.4)$$

Так $q_1 \geq 0,3$, то в соответствии с методикой расчета этот показатель принимаем равным $q_1 = 1$ (если $q_1 < 0,3$, то q_1 принимается равным $q_1 = 0$).

Определим уровень проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя (q_2)

$$q_2 = N_{\text{МО(Ф)}} / N_{\text{МО(П)}} = 3755 / 4172 = 0,9. \quad (3.5)$$

Так как $q_2 = 0,9$, то в соответствии с методикой расчета этот показатель принимаем равным $q_2 = 1$.

Размер скидки к страховым тарифам определяется по следующей формуле

$$\begin{aligned} C &= [1 - (a_{\text{стр}} / a_{\text{отр}} + b_{\text{стр}} / b_{\text{отр}} + c_{\text{стр}} / c_{\text{отр}}) / 3] q_1 q_2 \cdot 100 \% = \\ &= [1 - (0,17/0,28 + 7,78/8,09 + 22/23,4) / 3] \cdot 1 \cdot 1 \cdot 100 \% = 16,37 \%. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Так как все показатели страхователя ($a_{\text{стр}}$, $b_{\text{стр}}$, $c_{\text{стр}}$) ниже отраслевых, а уровень q_1 и q_2 соответствует требуемому, то скидка к страховым тарифам должна быть предоставлена. В случае невыполнения одного из этих условий предприятие не имеет права на скидку к страховым тарифам и его руководству необходимо принимать меры по соответствующим направлениям.

Определим экономию страхователя ($\mathcal{E}_{\text{стр}}$) при установлении скидки к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, исходя из суммы начисленных страховых взносов по страхователю за текущий год.

Для этого определим сумму начисленных страховых взносов страхователем за текущий период.

$$V_{(1)} = V_{(0)} \cdot V_{\text{и}} = 54783,895 \cdot 1,3 = 71219,06 \text{ тыс. руб.},$$

где $V_{(0)}$ — сумма начисленных страховых выплат за предшествующий год; $V_{\text{и}}$ — коэффициент, учитывающий инфляцию = 1.3.

Таким образом, экономия страхователя при установлении скидки к страховым тарифам составит:

$$\mathcal{E}_{\text{стр}} = V_{(1)} \frac{C}{100} = \frac{71219,06 \cdot 16,37}{100} = 11658,56 \text{ тыс. руб.}, \quad (3.7)$$

где C — рассчитанная скидка к страховым тарифам.

Вывод. Экономия страхователя при установлении скидки к страховым тарифам составит чуть более 11 658 тыс. руб.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

«Экономические последствия в случае возникновения ЧС»

Оценить экономические последствия для предприятия в случае взрыва емкости топливно-воздушной смеси (ТВС) с учетом конструктивных особенностей и степени разрушения производственных зданий. Параметры для расчета взять по вариантам (см. табл. 4.4). Исходные данные также приведены в табл. 4.1–4.3.

Таблица 4.1 – Параметры для решения примера по первому варианту

Расположение ПО относительно зон разрушения (весовой коэффициент, отражающий часть j -го сооружения расположенного в i -й зоне поражения)				Удельные затраты на восстановление ПО (Z_i , тыс. руб.)			
Зона 1 (k_{1j})	Зона 2 (k_{2j})	Зона 3 (k_{3j})	Зона 4 (k_{4j})	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
№ 6–10 (0,8)	№ 1–5(0,3), № 6–10(0,2), № 11–20(1)	№ 1–5 (0,7), № 21–25 (1), № 26–30 (0,1), № 31–32 (1)	№ 26–30(0,9)	55	40	25	15

Оценим обстановку.

Оценка обстановки проводится на основе данных о степени разрушения (табл. 4.2) и строительных характеристиках зданий и сооружений на объекте экономики (табл. 4.3).

Площадь зданий и сооружений, находящихся в i -ой по степени разрушения зоне составит

$$S_i = \sum_{j=1}^{32} k_{ij} S_j, \quad (4.1)$$

где k_{ij} — весовой коэффициент, отражающий часть j -го сооружения расположенного в i -й зоне поражения (0...1, устраивается по исходным данным (табл. 4.1) или результатам предварительного прогноза инженерной обстановки); S_j — площадь j -го сооружения (см. табл. 4.3), м²; i — степень разрушения зданий и сооружений (1-полная, 2-сильная, 3-средняя, 4-слабая); j — ПО, (1...32).

Таблица 4.2 – Степени разрушения зданий и сооружений

Наименование степени разрушения	Характеристика степеней разрушения зданий и сооружений
Полная (Зона 1)	Разрушение и обрушение всех элементов зданий и сооружений (включая подвалы)
Сильная (Зона 2)	Разрушение части стен и перекрытий верхних этажей, образование трещин в стенах, деформация перекрытий нижних этажей; возможно ограниченное использование сохранившихся подвалов после расчистки входов
Средняя (Зона 3)	Разрушение главным образом второстепенных элементов (крыш, перегородок, оконных и дверных заполнений), перекрытия, как правило, не обрушаются. Часть помещений пригодна для пользования после расчистки от обломков и проведения ремонта
Слабая (Зона 4)	Разрушение оконных и дверных заполнений и перегородок. Подвалы и нижние этажи полностью сохраняются и пригодны для временного использования после уборки мусора и заделки проемов.

Таблица 4.3 – Строительная характеристика зданий и сооружений на объекте экономики

Производственный объект (ПО)	Строительная характеристика	Площадь ПО (S_j), м ²	Количество работающих n_j , чел.
ПО № 1-5	Здание с металлическим каркасом и хрупким заполнением стен и крыш	800	35
ПО № 6-10	Здание с металлическим каркасом и хрупким заполнением стен и крыш	1600	10
ПО № 11-15	Здание из сборного железобетона	1500	25
ПО № 16-20	Объект – кирпичное здание с перекрытием из ж/б	2250	40
ПО № 21-25	Здание с металлическим каркасом	4400	15
ПО № 26-30	Здание с металлическим каркасом хрупким заполнением стен	2600	30
ПО № 31-32	Кирпичное, двух- или трехэтажное здание	2150	20

$$S_1 = 0,8 \cdot 1600 \cdot 5 = 6400 \text{ м}^2;$$

$$S_2 = 0,3 \cdot 800 \cdot 5 + 0,2 \cdot 1600 \cdot 5 + 1 \cdot 1500 \cdot 5 + 1 \cdot 2250 \cdot 5 = 21550 \text{ м}^2;$$

$$S_3 = 0,7 \cdot 800 \cdot 5 + 1 \cdot 4400 \cdot 5 + 0,1 \cdot 2600 \cdot 5 + 1 \cdot 2150 \cdot 2 = 30401 \text{ м}^2;$$

$$S_4 = 0,9 \cdot 2600 \cdot 5 = 11700 \text{ м}^2.$$

Определим возможные поражения персонала.

Количество поражений людей в промышленных зданиях ($N_{об}$) определяется по формуле

$$N_{об} = \sum_{j=1}^{32} \sum_{i=1}^4 k_{ij} n_j \left(1 - \frac{P_i}{100}\right), \quad (4.2)$$

где n_j — количество людей, находящихся в j -м промышленном здании, чел. (см. табл. 4.3); P_i — процент людей, выживших в промышленных зданиях, попавших в i -ю зону, ($P_1 = 40\%$; $P_2 = 90\%$; $P_3 = 94\%$; $P_4 = 98\%$).

$$N_1 = 0,8 \cdot 10 \cdot 5 \left(1 - \frac{40}{100}\right) = 24 \text{ чел};$$

$$N_2 = 0,3 \cdot 35 \cdot 5 + 0,2 \cdot 10 \cdot 5 + 1 \cdot 25 \cdot 5 + 1 \cdot 40 \cdot 5 \left(1 - \frac{90}{100}\right) = 39 \text{ чел};$$

$$N_3 = 0,7 \cdot 35 \cdot 5 + 1 \cdot 15 \cdot 5 + 0,1 \cdot 30 \cdot 5 + 1 \cdot 20 \cdot 2 \left(1 - \frac{94}{100}\right) = 15 \text{ чел};$$

$$N_4 = 0,9 \cdot 30 \cdot 5 \left(1 - \frac{98}{100}\right) = 3 \text{ чел}.$$

Общее количество пораженных будет равно

$$N_{об} = 24 + 39 + 15 + 3 = 81 \text{ чел}. \quad (4.3)$$

Безвозвратные поражения людей на объекте составят

$$N_6 = 0,6 N_{об} = 0,6 \cdot 81 = 49. \quad (4.4)$$

Санитарные поражения:

$$N_c = N_{об} - N_6 = 81 - 49 = 32. \quad (4.5)$$

Число пострадавших, оказавшихся в завалах, определяется из выражения:

$$N_{зав} = N_{пол.р} + 0,3 N_{сил.р} = 24 + 0,3 \cdot 39 = 37 \quad (4.6)$$

**Таблица 4.4 – Параметры для оценки экономических последствий
для предприятия в случае возникновения ЧС**

Номер варианта	Расположение ПО относительно зон разрушения (весовой коэффициент, отражающий часть j -го сооружения расположенного в i -й зоне поражения)				Удельные затраты на восстановление ПО (Z_i), тыс. руб.			
	Зона 1 (k_{1j})	Зона 2 (k_{2j})	Зона 3 (k_{3j})	Зона 4 (k_{4j})	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	№ 6-10 (0,8)	№ 1-5(0,3), № 6-10(0,2), № 11-20(1)	№ 1-5 (0,7), № 21-25 (1), № 26-30 (0,1), № 31-32 (1)	№ 26-30(0,9)	55	40	25	15
2	№ 6-10 (0,7)	№ 6-10 (0,3), № 11-20 (1), № 21-25 (0,5)	№ 21-25 (0,5), № 26-32 (1), № 1-5 (0,2)	№ 1-5 (0,8)	57	46	36	21
3	№ 11-15 (0,7)	№ 11-15 (0,3), № 16-25 (1), № 26-30 (0,5)	№ 1-5 (1), № 6-10 (0,1), № 26-30(0,5), № 31-32 (1)	№ 6-10 (0,9)	58	47	37	22
4	№ 16-20 (0,8)	№ 16-20 (0,2), № 21-30 (1), № 31-32 (0,5)	№ 1-10 (1), № 11-15 (0,4), № 31-32 (0,5)	№ 11-15 (0,6)	59	48	38	23
5	№ 21-25 (0,8)	№ 1-5 (0,5), № 21-25 (0,2), № 26-32 (1)	№ 1-5(0,5), № 6-15 (1), № 16-20 (0,3)	№ 16-20 (0,7)	60	49	39	24
6	№ 26-30 (0,85)	№ 1-5 (1), № 6-10 (0,6), № 26-30 (0,15), № 31-32 (1)	№ 6-10 (0,4), № 11-20 (1), № 21-25 (0,6)	№ 21-25 (0,4)	61	50	40	25
7	№ 31-32 (1)	№ 1-10 (1), № 11-15 (0,7)	№ 11-15 (0,3), № 16-25 (1), № 26-30 (0,5)	№ 26-30 (0,5)	62	51	41	26
8	№ 6-10 (0,9)	№ 1-5 (0,3), № 6-10 (0,1), № 11-20 (1)	№ 1-5 (0,7), № 21-25 (1), № 26-30 (0,6), № 31-32 (1)	№ 26-30 (0,4)	63	52	42	27
9	№ 11-15 (0,9)	№ 6-10 (0,3), № 11-15 (0,1), № 16-20 (1), № 21-25 (1)	№ 6-10 (0,7), № 1-5(1), № 26-30 (1), № 31-32 (0,5)	№ 31-32 (0,5)	64	53	43	28
10	№ 16-20 (1)	№ 11-15 (0,4), № 21-30 (1)	№ 1-5 (0,8), № 6-10 (1), № 11-15 (0,6), № 31-32(1)	№ 1-5 (0,2)	65	54	44	29
11	№ 21-25 (0,4)	№ 16-20 (0,3), № 21-25 (0,6), № 26-32 (1)	№ 16-20 (0,7), № 11-15 (1), № 1-5 (1), № 6-10 (0,7)	№ 6-10 (0,3)	66	55	45	30
12	№ 26-30 (0,5)	№ 1-5 (1), № 21-30 (0,5), № 31-32 (1)	№ 6-10 (1), № 11-15 (0,65), № 16-20 (1), № 21-25 (0,5)	№ 11-15 (0,35)	67	56	46	31
13	№ 31-32 (1)	№ 1-10 (1), № 26-30 (0,6)	№ 11-15 (1), № 16-20 (0,8), № 21-25 (1), № 26-30 (0,4)	№ 16-20 (0,2)	68	57	47	32
14	№ 1-5 (0,9)	№ 1-5 (0,1), № 6-15 (1), № 31-32 (0,9)	№ 16-20 (1), № 21-25 (0,5), № 26-30 (1), № 31-32 (0,1)	№ 21-25 (0,5)	69	58	48	33
15	№ 6-10 (0,9)	№ 1-5 (0,4), № 6-10 (0,1), № 11-20 (1)	№ 1-5 (0,6), № 21-25 (1), № 26-30 (0,4), № 31-32 (1)	№ 26-30 (0,6)	70	59	49	34
16	№ 11-15 (0,8)	№ 6-10 (0,5), № 11-15 (0,2), № 16-25 (1)	№ 1-5 (1), № 6-10 (0,5), № 26-30(1)	№ 31-32 (1)	50	39	29	14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	№ 16-20 (0,3)	№ 11-15 (0,4), № 16-20 (0,7), № 21-30 (1)	№ 6-10(1), № 11-15 (0,6), № 31-32(1)	№ 1-5 (1)	51	40	30	15
18	№ 21-25 (0,35)	№ 16-20 (0,3), № 21-25 (0,65), № 26-32 (1)	№ 1-5 (1), № 11-15 (1), № 16-20 (0,7)	№ 6-10 (1)	52	41	31	16
19	№ 26-30 (0,3)	№ 1-5 (1), № 21-25 (0,6), № 26-30 (0,7), № 31-32 (1)	№ 6-10 (1), № 16-20 (1), № 21-25 (0,4)	№ 11-15 (1)	53	42	32	17
20	№ 31-32 (1)	№ 1-10 (1), № 26-30 (0,5)	№ 11-15 (1), № 16-20 (0,4), № 21-25 (1), № 26-30 (0,5)	№ 16-20 (0,6)	54	43	33	18
21	№ 1-5 (0,9)	№ 1-5 (0,1), № 6-15 (1), № 31-32 (0,9)	№ 16-20 (1), № 21-25 (0,5), № 26-30 (1), № 31-32 (0,1)	№ 21-25 (0,5)	55	44	34	19
22	№ 11-15 (0,9)	№ 1-5 (1), № 6-10 (0,8), № 11-15 (0,1), № 16-20 (1)	№ 6-10 (0,2), № 21-25 (0,6), № 26-32 (1)	№ 21-25 (0,4)	41	30	20	5
23	№ 16-20 (0,7)	№ 6-10 (1), № 11-15 (0,8), № 16-20 (0,3), № 21-25 (1)	№ 1-5(1), № 11-15 (0,2), № 26-30(0,7), № 31-32 (1)	№ 26-30 (0,3)	42	31	21	6
24	№ 21-25 (0,5)	№ 11-15 (1), № 16-20 (0,8), № 21-25 (0,5), № 26-30 (1)	№ 1-10(1), № 16-20 (0,2), № 31-32 (0,1)	№ 31-32 (0,9)	43	32	22	7
25	№ 26-30 (0,8)	№ 16-20 (1), № 21-25 (0,9), № 26-30 (0,2), № 31-32 (1)	№ 1-5 (0,3), № 6-15 (1), № 21-25 (0,1)	№ 1-5 (0,7)	44	33	23	8
26	№ 31-32 (1)	№ 1-5(1), № 21-25(1), № 26-30(0,7)	№ 6-10 (0,2), № 11-20(1), № 26-30 (0,3)	№ 6-10 (0,8)	45	34	24	9
27	№ 1-5 (0,7)	№ 1-5(0,3), № 6-10(1), № 26-30(1), № 31-32(0,9)	№ 11-15 (0,3), № 16-25 (1), № 31-32 (0,1)	№ 11-15 (0,7)	46	35	25	10
28	№ 6-10 (0,4)	№ 1-5(0,5), № 6-10(0,6), № 11-15(1), № 31-32(1)	№ 1-5 (0,5), № 16-20 (0,3), № 21-30 (1)	№ 16-20 (0,7)	47	36	26	11
29	№ 31-32 (1)	№ 1-10 (1), № 11-15 (0,4)	№ 11-15 (0,6), № 16-25 (1), № 26-30 (0,3)	№ 26-30 (0,7)	48	37	27	12
30	№ 6-10 (0,8)	№ 1-5(0,3), № 6-10(0,2), № 11-20(1)	№ 1-5 (0,7), № 21-25 (1), № 26-30 (0,1), № 31-32 (1)	№ 26-30 (0,9)	49	38	28	13

Оценим экономический ущерб предприятию в результате аварийного взрыва ТВС.

Экономические последствия для предприятия в случае возникновения ЧС можно представить выражением

$$У_{ЧС} = П_{МО} + П_{СЭ}, \quad (4.7)$$

где $П_{МО}$ — экономические потери, связанные с материальным ущербом объектам после возникновения чрезвычайной ситуации, тыс. руб.; $П_{СЭ}$ — экономические потери предприятия, тыс. руб.

$$\Pi_{\text{мо}} = \sum_{i=1}^4 Z_i S_i = 55 \cdot 6400 + 40 \cdot 21550 + 25 \cdot 30401 + 15 \cdot 11700 = 2149525 \text{ тыс. руб.}, \quad (4.8)$$

где Z_i — удельные затраты на восстановление материальных объектов, находящихся в i -ой зоне (табл. 9), с учетом расходов на локализацию/ликвидацию чрезвычайной ситуации, тыс. руб./м².

$$\Pi_{\text{сэ}} = Z_{\text{гб}} N_{\text{б}} + Z_{\text{б.инв}} N_{\text{с}} = 3509,37 \cdot 49 + 171,73 \cdot 32 = 177454,49 \text{ тыс. руб.} \quad (4.9)$$

где $Z_{\text{гб}}$ — экономические последствия для организации в случае гибели работника на производстве (см. задачу 1 или принять равным 3500), тыс. руб.; $Z_{\text{б.инв}}$ — общая сумма экономических последствий в случае получения работником производственной травмы или заболевания (см. задачу 2 или принять 170), тыс. руб.

$$U_{\text{ЧС}} = \Pi_{\text{мо}} + \Pi_{\text{сэ}} = 2149525 + 177454,49 = 2326979,5 \text{ тыс. руб.}$$

Вывод. Экономические последствия для предприятия в случае взрыва емкости топливно-воздушной смеси с учетом заданных характеристик разрушения производственных зданий составят около 2326980 тыс. руб. В связи с тем, что такие экономические потери для предприятия фактически угрожают функционированию объекта, необходимо провести оценку и разработать меры по повышению устойчивости работы объекта экономики в ЧС.

5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

«Оценка радиационной обстановки при ЧС по заблаговременному прогнозу»

Выполним оценку радиационной обстановки методом предварительного прогноза по исходным данным (см. табл. 5.1).

Определить поражающую дозу облучения и утрату трудоспособности персоналом при выполнении неотложных производственных заданий на четырех промышленных объектах за 5, 15, 30 и 60 суток производственной деятельности, находясь в зоне радиоактивного загрязнения местности, вызванного радиационной аварией на АЭС. Режим производственной деятельности объектов: пятидневная рабочая неделя, начало рабочего дня в 08.00, окончание в 17.00 с часовым обеденным перерывом ($K_{осл} = 8$), следование к месту работы и обратно к месту проживания 2 часа, автотранспортом не пользуются ($K_{осл} = 1$), свободное от работы время проводят в одноэтажных жилых зданиях по месту проживания ($K_{осл} = 12$); в выходные дни отводиться 2 часа на прогулку и другие цели с выходом из жилого здания ($K_{осл} = 1$).

Результаты оценочного расчета представить в таблице. Сделать выводы.

Таблица 5.1 – Исходные данные для оценки радиационной обстановки при ЧС по заблаговременному прогнозу

№ варианта	Температура воздуха 50/200, см	Скорость ветра, м/с	Удаление ПО№1, ПО№2, ПО№3, ПО№4 от АЭС по оси X, км (соответственно)	Местонахождение объекта в зоне радиоактивного загрязнения / продолжительность работ в производственном здании и на открытой местности (территории объекта), час			
				Промышленный объект № 1	Промышленный объект № 2	Промышленный объект № 3	Промышленный объект № 4
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	$\frac{12^0}{14^0}$	5	50,20,10,40	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона В (Х)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Х)</u> (8 и 0)
2.	$\frac{12^0}{10^0}$	10	30,50,70,10	<u>Зона Б (Ув)</u> (3 и 5)	<u>Зона А (Ув)</u> (2 и 6)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 2)	<u>Зона В (Ув)</u> (7 и 1)
3.	$\frac{12^0}{9^0}$	2	20,30,60,70	<u>Зона В (Х)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ув)</u> (7 и 1)	<u>Зона А (Ун)</u> (2 и 6)	<u>Зона А (Ув)</u> (1 и 7)
4.	$\frac{12^0}{13^0}$	5	60,20,40,70	<u>Зона А (Х)</u> (7 и 1)	<u>Зона В (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ун)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ув)</u> (4 и 4)
5.	$\frac{16^0}{14^0}$	5	50,75,15,30	<u>Зона А (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Х)</u> (7 и 1)	<u>Зона В (Х)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ун)</u> (5 и 3)
6.	$\frac{18^0}{15^0}$	3	40,60,75,15	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (2 и 6)	<u>Зона А (Х)</u> (7 и 1)	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2)
7.	$\frac{12^0}{11^0}$	2	20,45,55,85	<u>Зона В (Ув)</u> (8 и 0)	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)
8.	$\frac{12^0}{13^0}$	6	60,15,40,85	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)
9.	$\frac{15^0}{16^0}$	5	50,70,20,40	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (3 и 5)	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ув)</u> (7 и 1)
10.	$\frac{12^0}{13^0}$	2	30,70,80,10	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (3 и 5)	<u>Зона В (Ув)</u> (8 и 0)
11.	$\frac{12^0}{11^0}$	4	20,40,65,80	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (7 и 1)
12.	$\frac{12}{9}$	7	(70,15,25,75)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4) • К	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2) • К	<u>Зона Б (Ун)</u> (5 и 3) • К	<u>Зона А (Ун)</u> (2 и 4) • К

Окончание табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
13.	$\frac{13^0}{14^0}$	10	60,80,10,25	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (6 и 2)	<u>Зона В (Х)</u> (8 и 0)	<u>Зона Б (Ув)</u> (7 и 1)
14.	$\frac{12^0}{15^0}$	5	40,60,75,15	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (6 и 2)	<u>Зона В (Ув)</u> (7 и 1)
15.	$\frac{10^0}{14^0}$	3	10,30,70,80	<u>Зона В (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона Б (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (3 и 5)
16.	$\frac{12^0}{13^0}$	10	90,10,20,50	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (3 и 5)	<u>Зона Б (Ув)</u> (7 и 1)	<u>Зона А (Ун)</u> (6 и 2)
17.	$\frac{15^0}{14^0}$	12	70,90,10,30	<u>Зона А (Ун)</u> (2 и 6)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (7 и 1)	<u>Зона Б (Ув)</u> (2 и 6)
18.	$\frac{10^0}{11^0}$	5	35,50,60,15	<u>Зона Б (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)	<u>Зона А (Х)</u> (2 и 6)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)
19.	$\frac{12^0}{13^0}$	8	10,40,65,80	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)
20.	$\frac{14^0}{14^0}$	10	80,30,40,65	<u>Зона А (Х)</u> (1 и 7)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (4 и 4)
21.	$\frac{12^0}{13^0}$	2	70,80,20,40	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)
22.	$\frac{12^0}{11^0}$	10	40,70,85,10	<u>Зона Б (Ув)</u> (7 и 1)	<u>Зона А (Ун)</u> (2 и 6)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)
23.	$\frac{12^0}{10^0}$	5	10,40,60,70	<u>Зона В (Ун)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)
24.	$\frac{11^0}{10^0}$	3	75,10,30,60	<u>Зона А (Х)</u> (2 и 6)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (7 и 1)
25.	$\frac{13^0}{14^0}$	2	65,80,10,20	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)
26.	$\frac{10^0}{10^0}$	5	40,50,70,10	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)
27.	$\frac{9,5^0}{10^0}$	10	10,35,60,75	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)
28.	$\frac{12^0}{11^0}$	5	90,10,40,65	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ун)</u> (7 и 1)	<u>Зона Б (Ув)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (3 и 5)
29.	$\frac{8,5^0}{10^0}$	3	70,75,15,30	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)
30.	$\frac{9,5^0}{10^0}$	2	20,65,80,10	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)
31.	$\frac{11^0}{10^0}$	10	10,30,65,75	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (Х)</u> (4 и 4)

*Примечание: У_в – нахождение объекта на внутренней границе зоны загрязнения;
У_н – нахождение объекта на внешней границе зоны загрязнения;
Х – нахождение объекта в середине зоны загрязнения.

Таблица 5.2 – Параметры для решения примера по 31-му варианту

№ варианта	Температура воздуха 50/200, см	Скорость ветра, м/с	Удаление ПО№1, ПО№2, ПО№3, ПО№4 от АЭС по оси X, км (соответственно)	Местонахождение объекта в зоне радиоактивного загрязнения / продолжительность работ в производственном здании и на открытой местности (территории объекта), час			
				Промышленный объект № 1	Промышленный объект № 2	Промышленный объект № 3	Промышленный объект № 4
31.	$\frac{11^0}{10^0}$	10	10,30,65,75	<u>Зона В (Ув)</u> (5 и 3)	<u>Зона Б (Ун)</u> (6 и 2)	<u>Зона А (Ун)</u> (1 и 7)	<u>Зона А (X)</u> (4 и 4)

По метеоданным определяем степень вертикальной устойчивости воздуха (СВУВ) приземного слоя атмосферы (высота до 1,5 км) на время развития радиационной аварии.

По разности температуры на высоте 50 и 200 см вычисляют температурный градиент (Δt), который делят на квадрат скорости ветра на высоте 1 м (v_{10}) и получают термодинамический критерий

$$\frac{t_{50} - t_{200}}{v_1^2}, \quad (5.1)$$

где $t_{50}-t_{200}=\Delta t$ – температурный градиент (при этом учитывается знак температурного градиента);

$$\frac{11 - 10}{100} = 0,01, \text{ т.к. } -0,1 \leq 0,01 \leq 0,1 \text{ – изотермия.}$$

Если СВУВ > 0,1 то конвекция.

Если $-0,1 \leq \text{СВУВ} \leq 0,1$ то состояние приземного слоя воздуха изотермия.

Если СВУВ < -0,1 то состояние приземного слоя воздуха инверсия.

Определяем время начала загрязнения на радиоактивно загрязненной местности (РЗМ) на каждом заданном объекте по табл.5.3, $t_{н.з}$ (ч.).

Таблица 5.3 – Время начала формирования следа ($t_{н.з}$) после аварии АЭС, ч

Расстояние от АЭС, км	Категория устойчивости атмосферы				
	<i>Конвекция</i>	<i>Изотермия</i>			<i>Инверсия</i>
	Средняя скорость ветра, м/с				
	2	5	10	5	10
1	2	3	4	5	6
5	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1
10	1,0	0,5	0,3	0,5	0,3
20	2,0	1,0	0,5	1,0	0,5
30	3,0	1,5	0,8	1,5	0,8
40	4,0	2,0	1,0	2,0	1,0
50	5,0	2,5	1,2	2,5	1,3
60	6,5	3,0	1,5	3,0	1,5
70	7,5	4,0	2,0	4,0	2,0
80	8,0	4,0	2,0	4,0	2,0
90	8,5	4,5	2,2	4,5	2,5
100	9,5	5,0	2,5	5,0	3,0
150	14	7,5	3,5	8,0	4,0
200	19	10	5,0	10	5,0
250	23	12	6,0	13	6,5
300	28	15	7,5	16	8,0
350	32	17	9,0	18	9,0
400	37	19	10	21	11

1	2	3	4	5	6
450	41	22	11	23	12
500	46	24	12	26	13
600	53	29	15	31	16

*Примечание: Если известная средняя скорость ветра отличается от табличного значения, то её значение приводится к ближайшему табличному значению.

$$\begin{array}{ll}
 t_{н.з} \text{ ПО1} = 0,3 \text{ ч;} & L_x \text{ ПО1} = 10 \text{ км;} \\
 t_{н.з} \text{ ПО2} = 0,8 \text{ ч;} & L_x \text{ ПО2} = 30 \text{ км;} \\
 t_{н.з} \text{ ПО3} = 2 \text{ ч;} & L_x \text{ ПО3} = 65 \text{ км;} \\
 t_{н.з} \text{ ПО4} = 2 \text{ ч;} & L_x \text{ ПО4} = 75 \text{ км.}
 \end{array}$$

Так как, на предприятиях замкнутая календарная трудовая неделя, то выберем условие $t_{нач. обл.} = t_{нз.}$

Так как степень внешней защиты от радиационного воздействия за определяемые временные интервалы жизнедеятельности людей, занятых в производстве отличается, то рассчитаем усредненный коэффициент защиты за каждый интересующий период времени по формуле:

$$K_{защ} = \frac{\tau_{раб}}{\sum_{i=1}^n \frac{\tau_i}{K_{осли}}}, \quad (5.2)$$

где $\tau_{раб}$ — общая продолжительность выполнения работ на объекте в часах; τ_i — продолжительность этапа выполнения работ в часах на объекте, характеризующаяся кратностью ослабления излучения $K_{осли}$ (величина справочная); n — количество этапов выполнения работ на объекте, характеризующиеся различными значениями $K_{осли}$.

Выполним расчет для 5, 15, 30 и 60 суток (включают два этапа – время работы и отдыха):

5 суток это 5 рабочих дней, тогда:

$$\text{ПО № 1 } K_{защ} = \frac{5 \cdot 24ч}{5 \cdot \left(\frac{5ч}{8} + \frac{3ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right)} = 3,5;$$

$$\text{ПО № 2 } K_{защ} = \frac{5 \cdot 24ч}{5 \cdot \left(\frac{6ч}{8} + \frac{2ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right)} = 4;$$

$$\text{ПО № 3 } K_{защ} = \frac{5 \cdot 24ч}{5 \cdot \left(\frac{1ч}{8} + \frac{7ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right)} = 4,6;$$

$$\text{ПО № 4 } K_{защ} = \frac{5 \cdot 24ч}{5 \cdot \left(\frac{4ч}{8} + \frac{4ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right)} = 3.$$

15 суток это 11 рабочих дней и 4 выходных, тогда

$$\text{ПО №1 } K_{\text{защ}} = \frac{15 \cdot 24ч}{11 \cdot \left(\frac{5ч}{8} + \frac{3ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 4 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4;$$

$$\text{ПО №2 } K_{\text{защ}} = \frac{15 \cdot 24ч}{11 \cdot \left(\frac{6ч}{8} + \frac{2ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 4 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4,5;$$

$$\text{ПО №3 } K_{\text{защ}} = \frac{15 \cdot 24ч}{11 \cdot \left(\frac{1ч}{8} + \frac{7ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 4 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 5;$$

$$\text{ПО №4 } K_{\text{защ}} = \frac{15 \cdot 24ч}{11 \cdot \left(\frac{4ч}{8} + \frac{4ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 4 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 3,6.$$

30 суток это 22 рабочих дня и 8 выходных, тогда

$$\text{ПО №1 } K_{\text{защ}} = \frac{30 \cdot 24ч}{22 \cdot \left(\frac{5ч}{8} + \frac{3ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 8 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 3,5;$$

$$\text{ПО №2 } K_{\text{защ}} = \frac{30 \cdot 24ч}{22 \cdot \left(\frac{6ч}{8} + \frac{2ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 8 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4;$$

$$\text{ПО №3 } K_{\text{защ}} = \frac{30 \cdot 24ч}{22 \cdot \left(\frac{1ч}{8} + \frac{7ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 8 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4,4;$$

$$\text{ПО №4 } K_{\text{защ}} = \frac{30 \cdot 24ч}{22 \cdot \left(\frac{4ч}{8} + \frac{4ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 8 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 3,6.$$

60 суток это 44 рабочих дня и 16 выходных, тогда

$$\text{ПО №1 } K_{\text{защ}} = \frac{60 \cdot 24ч}{44 \cdot \left(\frac{5ч}{8} + \frac{3ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 16 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 3,6;$$

$$\text{ПО №2 } K_{\text{защ}} = \frac{60 \cdot 24ч}{44 \cdot \left(\frac{6ч}{8} + \frac{2ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 16 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4;$$

$$\text{ПО №3 } K_{\text{защ}} = \frac{60 \cdot 24ч}{44 \cdot \left(\frac{1ч}{8} + \frac{7ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 16 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 4,4;$$

$$\text{ПО №4 } K_{\text{защ}} = \frac{60 \cdot 24ч}{44 \cdot \left(\frac{4ч}{8} + \frac{4ч}{1} + \frac{2ч}{1} + \frac{14ч}{12} \right) + 16 \cdot \left(\frac{2ч}{1} + \frac{22ч}{12} \right)} = 3,6.$$

Вычисляется доза облучения, которую получают работники за заданные периоды работы на промышленном объекте в соответствующей зоне РЗМ по формулам:

$$D = D_{\text{зоны}} \cdot \frac{1}{K_{\text{защ.}}} \cdot K_{\text{зоны}}, \text{ рад} \quad (5.3)$$

— при расположении объекта на внутренней границе зоны, т.е. для промышленного объекта № 1,

$$D = D_{\text{зоны}} \cdot \frac{1}{K_{\text{защ.}} \cdot K_{\text{зоны}}}, \text{ рад} \quad (5.4)$$

при расположении объекта на внешней границе зоны, т.е. для промышленных объектов № 2 и № 3.

Для промышленного объекта № 4 используется любая формула при $K_{\text{зоны}} = 1$.

Проведем расчет доз облучения

Определяется доза облучения для соответствующей зоны РЗМ по одной из таблиц 5.4, 5.5, 5.6, табличное значение дозы облучения при условии открытого расположения людей с учетом коэффициента зоны ($K_{\text{зоны}}$) — $D_{\text{зоны}}$, ($K_{\text{зоны}} = 1$ при расположении объекта на оси X).

Таблица 5.4 – Доза облучения, получаемая при открытом расположении в середине зоны загрязнения $D_{\text{зоны}}$

Зона А

Время начала облучения после аварии		Продолжительность пребывания в зоне загрязнения										
		Сутки							Месяцы			
		1	1,5	2	3	5	10	15	1	2	6	12
часы	1	5,56	7,41	9,03	11,8	16,4	25,1	31,9	47,0	67,8	115	158
	2	5,32	7,14	8,75	11,5	16,1	24,8	31,5	46,7	67,4	115	158
	3	5,13	6,93	8,52	11,3	15,8	24,5	31,2	46,3	67,1	114	157
	5	4,82	6,59	8,15	10,8	15,4	24,0	30,7	45,8	66,2	114	156
	6	4,70	6,44	7,99	10,7	15,2	23,8	30,5	45,5	66,2	114	156
	7	4,59	6,31	7,85	10,5	15,0	23,6	30,3	45,3	66,0	113	156
	9	4,39	6,08	7,59	10,2	14,7	23,2	29,9	44,9	65,5	113	156
	12	4,15	5,79	7,26	9,88	14,2	22,7	29,3	44,3	64,9	112	155
	15	3,95	5,54	6,99	9,56	13,9	22,3	28,9	43,8	64,4	112	154
	18	3,78	5,33	6,74	9,27	13,5	21,9	28,4	43,3	63,9	111	154
1 сутки	3,51	4,98	6,34	8,79	12,9	21,1	27,6	42,4	62,9	110	153	

*Примечание: Дозы излучения на внутренней границе зоны примерно в 3,2 раза больше, а на внешней в 3,2 раза меньше указанных в таблице.

Таблица 5.5 – Доза облучения, получаемая при открытом расположении в середине зоны загрязнения $D_{\text{зоны}}$

Зона Б

Время начала облучения после аварии, час		Продолжительность пребывания в зоне загрязнения										
		Сутки							Месяцы			
		1	1,5	2	3	5	10	15	1	2	6	12
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
часы	1	30,4	40,6	49,4	64,9	90,1	137	174	257	371	633	868
	2	29,1	39,1	47,9	63,2	88,4	136	172	255	369	631	866
	3	28,1	37,9	46,7	61,9	86,9	134	171	254	367	629	864
	5	26,4	36,1	44,6	59,6	84,4	131	168	251	364	626	860
	6	25,7	35,3	43,8	58,7	83,4	130	167	249	363	624	859
	7	25,1	34,5	43,0	57,8	82,4	129	166	248	361	623	858
	9	24,0	33,3	41,6	56,2	80,6	127	163	246	359	620	855

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
часы	12	22,7	31,7	39,8	54,1	78,2	124	160	242	355	617	851
	15	21,6	30,3	38,2	52,3	76,1	122	158	240	352	614	848
	18	20,7	29,2	36,9	50,8	74,2	119	155	237	350	611	845
	24	19,2	27,3	34,7	48,1	71,0	116	151	232	345	605	839

*Примечание: Дозы излучения на внутренней границе зоны примерно в 1,7 раза больше, а на внешней в 1,7 раза меньше указанных в таблице.

Таблица 5.6 – Доза облучения, получаемая при открытом расположении в середине зоны загрязнения $D_{\text{зоны}}$

Зона В

Время начала облучения после аварии, час.		Продолжительность пребывания в зоне загрязнения										
		Сутки						Месяцы				
		1	1,5	2	3	5	10	15	1	2	6	12
часы	1	96,3	128	156	205	285	436	553	815	1174	2004	2745
	2	92,1	123	151	200	279	430	547	808	1168	1997	2739
	3	88,8	120	147	195	274	425	541	803	1162	1991	2733
	5	83,6	114	141	188	267	416	532	793	1152	1981	2722
	6	81,5	111	138	185	263	412	528	789	1148	1976	2717
	7	79,5	109	136	182	260	409	525	785	1143	1971	2713
	9	76,1	105	131	177	254	402	518	778	1136	1963	2704
	12	71,9	100	125	171	247	394	508	768	1125	1952	2693
	15	68,5	96,0	121	165	240	386	500	759	1115	1942	2683
	18	65,5	92,4	116	160	234	379	493	750	1107	1932	2673
24	60,8	86,3	109	152	224	367	479	735	1091	1915	2655	

*Примечание: Дозы излучения на внутренней границе зоны примерно в 1,8 раза больше, а на внешней в 1,8 раза меньше указанных в таблице.

За 5 суток:

$$D_{\text{по1}} = \frac{285 \cdot 1,8}{3,5} = 146,57 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по2}} = \frac{90,1}{4 \cdot 1,7} = 13,25 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по3}} = \frac{16,1}{4,6 \cdot 3,2} = 1,09 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по3}} = \frac{16,1}{3 \cdot 1} = 5,4 \text{ рад.}$$

За 15 суток:

$$D_{\text{по1}} = \frac{553 \cdot 1,8}{4} = 248,85 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по2}} = \frac{174}{5 \cdot 1,7} = 20,47 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по3}} = \frac{31,5}{5 \cdot 3,2} = 1,97 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по4}} = \frac{31,5}{3,6 \cdot 1} = 8,75 \text{ рад.}$$

За 30 суток:

$$D_{\text{по1}} = \frac{815 \cdot 1,8}{3,5} = 419,14 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по2}} = \frac{257}{4 \cdot 1,7} = 37,79 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по3}} = \frac{46,7}{4,4 \cdot 3,2} = 3,3 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по4}} = \frac{67,4}{3,6 \cdot 1} = 18,72 \text{ рад.}$$

За 60 суток:

$$D_{\text{по1}} = \frac{1174 \cdot 1,8}{3,6} = 587 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по2}} = \frac{371}{4 \cdot 1,7} = 54,56 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по3}} = \frac{46,7}{4,4 \cdot 3,2} = 3,3 \text{ рад.};$$

$$D_{\text{по4}} = \frac{67,4}{3,6 \cdot 1} = 18,72 \text{ рад.}$$

Для каждого промышленного объекта определим вероятность утраты трудоспособности персоналом объекта (P , %) при выполнении производственных заданий на РЗМ.

Исходные данные:

- доза облучения, полученная при выполнении работ от загрязненной местности на территории объекта, $D_{\text{местн}} = D_{\text{раб}}$;
- продолжительность периода облучения при выполнении работ (5, 15, 30, 60 суток).

Определяем табличным способом прогнозируемый радиационный ущерб (вероятность утраты трудоспособности) в зависимости от расчетной дозы облучения и продолжительности облучения (табл. 5.7).

Таблица 5.7 – Вероятность утраты трудоспособности при радиационных поражениях

Доза облучения, рад	Длительность облучения, суток			
	5	15	30	60
200	0	0	0	0
300	70	60	43	10
400	100	86	60	10
500	100	87	68	30
600	100	92	78	50
700	100	96	87	70
800	100	97	91	80
900	100	100	100	100

На промышленном объекте №1 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5 суток 146,57 рад; за 15 суток 248,85 рад; за 30 суток 419,14 рад; за 60 суток 587 рад, при таких полученных дозах облучения в течение 5 первых суток радиационные поражения не прогнозируются. За 15 суток прогнозируется до 30%

пораженных от общего числа работающих, за 30 суток до 60%, за 60 суток до 50% от продолжающих работать на РЗМ, все пораженные заболеют лучевой болезнью 1-й или 2-й степени.

На промышленном объекте №2 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5суток 13,25 рад; за 15 суток 20,47 рад; за 30 суток 37,79 рад; за 60 суток 54,56 рад, при таких полученных дозах облучения утрата трудоспособности не прогнозируется, вероятность заболевания лучевой болезнью крайне низка.

На промышленном объекте №3 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5суток 1,09 рад; за 15 суток 1,97 рад; за 30 суток 3,3 рад; за 60 суток 3,3 рад, при таких полученных дозах облучения утрата трудоспособности не прогнозируется, вероятность заболевания лучевой болезнью крайне низка.

На промышленном объекте №4 персоналом получены следующие расчетные дозы: за 5суток 5,4 рад; за 15 суток 8,75 рад; за 30 суток 18,72 рад; за 60 суток 18,72 рад, при таких полученных дозах облучения утрата трудоспособности не прогнозируется, вероятность заболевания лучевой болезнью крайне низка.

Таблица 5.8 – Оценочные последствия радиационных поражений при выполнении производственных заданий

Прогнозируемые дозы облучения, рад / утрата трудоспособности, %				
	5 суток	15 суток	30 суток	60 суток
Промышленный объект 1	146,57 рад/нет	248,85 рад/20	419,14 рад/86	587 рад/50
Промышленный объект 2	13,25 рад/нет	20,47 рад/нет	37,79 рад/нет	54,56 рад/нет
Промышленный объект 3	1,09 рад/нет	1,97 рад/нет	3,3 рад/нет	3,3 рад/нет
Промышленный объект 4	5,4 рад/нет	8,75 рад/нет	18,72 рад/нет	18,72 рад/нет

Вывод. Чрезвычайная ситуация, вызванная радиационной аварией на АЭС, носит техногенный характер, оказывает влияние на функционирование промышленных объектов в зонах РЗМ, по масштабу имеет региональный и федеральный уровень, так как протяженность зон РЗМ достигает сотни километров. Для снижения радиационных поражений персонала предприятий, выполняющих неотложные производственные задания, должны выполняться предупредительные меры защиты, а именно – производственная деятельность должна проходить при использовании соответствующих режимов защиты, средств индивидуальные защиты, выполняться дезактивация территории и рабочих мест.

6. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

«Оценка последствий химической аварии по заблаговременному прогнозу»

Определить глубину распространения облако АХОВ при аварийном выбросе его на химически опасном объекте при полном разрушении хранилища химически опасного объекта и ожидаемые поражения персонала объекта, их структуру по исходным данным (см. табл. 6.1).

Таблица 6.1 – Исходные данные для оценки последствий химической аварии по заблаговременному прогнозу

№ варианта	Температура воздуха на высоте, °С		Скорость ветра, м/с	Количество людей в районе разлива / загрязнения	Обеспеченность СИЗ, %	Тип и количество АХОВ (условия хранения – жидкость под давлением), т			
	50 см	200 см				Хлор	аммиак	оксид этилена	сероводород
1.	11	12	5 • К	(2/10) • К	75	1 • К	0,5 • К	2 • К	1 • К
2.	10	9	1 • К	(20/3) • К	50	0,5 • К	2 • К	3 • К	1 • К
3.	12	10	2 • К	(30/5) • К	25	2 • К	4 • К	2 • К	5 • К
4.	12	12	3 • К	(10/2) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	0 • К
5.	14	16	5 • К	(20/6) • К	100	0 • К	2 • К	3 • К	1 • К
6.	18	20	4 • К	(25/4) • К	75	0 • К	2 • К	4 • К	3 • К
7.	8	12	2 • К	(30/3) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	2 • К
8.	14	8	3 • К	(35/4) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	4 • К
9.	6	8	5 • К	(5/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	2 • К
10.	9	13	1 • К	(10/2) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
11.	11	12	4 • К	(20/2) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
12.	15	12	2 • К	(15/1) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
13.	16	16,5	3 • К	(25/4) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
14.	8	7,5	5 • К	(30/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
15.	12	12	3 • К	(35/5) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
16.	14	12	4 • К	(40/3) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
17.	12	10,5	2 • К	(45/4) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
18.	11	10	5 • К	(20/2) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
19.	12	14	4 • К	(5/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
20.	16	10	3 • К	(15/5) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
21.	15	11	2 • К	(30/2) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
22.	13	13,5	1 • К	(40/4) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
23.	16	14	4 • К	(25/3) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
24.	17	18	3 • К	(35/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
25.	15	14,5	2 • К	(40/4) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
26.	10	9,5	5 • К	(10/3) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
27.	12	12	1 • К	(5/2) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
28.	17	15	4 • К	(15/2) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
29.	12	9	3 • К	(10/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
30.	13	11	2 • К	(20/5) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
31.	11	10,8	1 • К	(30/2) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К

*Примечание: К=1

Таблица 6.2 – Параметры для решения примера по 31-му варианту

№ варианта	Температура воздуха на высоте, °С		Скорость ветра, м/с	Количество людей в районе разлива / загрязнения	Обеспеченность СИЗ, %	Тип и количество АХОВ (условия хранения – жидкость под давлением), т			
	50 см	200 см				Хлор	аммиак	оксид этилена	сероводород
31.	11	10,8	1 • К	(30/2) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К

Необходимо определить глубину распространения облака АХОВ при полном разрушении хранилища химически опасного объекта и выброса АХОВ – 1т хлора, 2т оксид этилена и 1т сероводорода.

Все вещества хранились на складе сырья в металлических резервуарах в жидкой фазе под давлением, метеоусловия: $T_{50} = 11\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{200} = 10,8\text{ }^{\circ}\text{C}$; скорость ветра 1 м/с.

По метеоданным определяем степень вертикальной устойчивости приземного слоя атмосферы на время развития химической аварии.

По разности температуры на высоте 50 и 200 см вычисляют температурный градиент (Δt), который делят на квадрат скорости ветра и получают термодинамический критерий

$$\frac{t_{50} - t_{200}}{v_1^2}, \quad (6.1)$$

где $t_{50}-t_{200}=\Delta t$ – температурный градиент (при этом учитывается знак температурного градиента);

$$\frac{11 - 10,8}{1} = 0,2, \text{ т.к. } 0,2 > 0,1 \text{ – конвекция.}$$

Если СВУВ > 0,1 то конвекция.

Если $-0,1 \leq \text{СВУВ} \leq 0,1$ то состояние приземного слоя воздуха изотермия.

Если СВУВ < -0,1 то состояние приземного слоя воздуха инверсия.

Вычисляем эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха при разрушении всех емкостей хранения АХОВ при их свободном разливе. В случае полного разрушения химически опасного объекта расчет эквивалентного количества АХОВ в облаке ведется по формуле:

$$Q_э = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \sum_{i=1}^n K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} \cdot \frac{Q_i}{d_i}, \quad (6.2)$$

где d_i – плотность i -го АХОВ, т/м³; Q_i – запасы i -го АХОВ на объекте, т; K_{ji} – j коэффициенты для i -го АХОВ; n – количество одновременно выброшенных в окружающую среду наименований АХОВ.

Таблица 6.3 – Значения коэффициентов K_{2i} , K_{3i} , K_{7i} , K_4 , K_5 , K_{6i} , время самоиспарения (T_i) и плотность (d_i) АХОВ

№ п/п	Наименование АХОВ	Значения коэффициентов					Плотность, d_i , (т/м ³)	K_{6i}
		K_{2i}	K_{3i}	K_{7i}	K_4	K_5 (инверсия/изотермия/конвекция)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Хлор	0,052	1,0	1,0	1,67	1/0,23/0,08	1,553	1
2	Аммиак	0,025	0,04	1,0	1,67	1/0,23/0,08	0,681	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Окись этилена	0,041	0,27	0,93	1,67	1/0,23/0,08	0,882	1
4	Сероводород	0,042	0,036	1,0	1,67	1/0,23/0,08	0,964	1

В результате эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха составит:

$$Q_3 = 20 \cdot 1,67 \cdot 0,08 \cdot (0,052 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1}{1,553} + 0,041 \cdot 0,27 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot \frac{2}{0,882} + 0,042 \cdot 0,036 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1}{0,964}) = 0,15 \text{ т.}$$

Вычисляем продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения АХОВ с площади разлива, понижения токсичности, час), T . h – толщина слоя, разлитого АХОВ на поверхности ($\text{cons}=0,05$) по формуле

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (6.3)$$

$$\text{хлор} - T_1 = \frac{0,05 \cdot 1,553}{0,052 \cdot 1,67 \cdot 1,0} = 0,89 \approx 1 \text{ ч.},$$

$$\text{оксид этилена} - T_3 = \frac{0,05 \cdot 0,882}{0,041 \cdot 1,67 \cdot 0,93} = 0,69 \approx 1 \text{ ч.},$$

$$\text{сероводород} - T_4 = \frac{0,05 \cdot 0,964}{0,042 \cdot 1,67 \cdot 1,0} = 0,69 \approx 1 \text{ ч.}$$

По табл. 6.4 с использованием формул линейного интерполирования, вычисляем глубину зоны возможного загрязнения АХОВ:

Таблица 6.4 – Глубины зон возможного загрязнения АХОВ, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т													
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60

$$\Gamma_x = \Gamma_m + \frac{\Gamma_6 - \Gamma_m}{Q_6 - Q_m} (Q_{\text{Э}} - Q_m), \quad (6.4)$$

$$\Gamma_x = 1,25 + \frac{3,16 - 1,25}{0,5 - 0,1} \cdot (0,15 - 0,1) = 1,49 \text{ км.}$$

Общая глубина распространения зараженного воздуха составит – $\Gamma = 1,49$ км.

Прогнозируемое количество людей, получивших химические поражения определяется:

$$N_{\text{пор}} = N_{\text{раб}} \cdot K_{\text{пор}}, \quad (6.5)$$

где $N_{\text{раб}}$ – количество людей в опасной зоне;

$K_{\text{пор}}$ – коэффициент химического поражения (табл. 6.5).

Таблица 6.5 – Возможные поражения людей в районе разлива и зонах химического загрязнения, %

Условия размещения персонала	Обеспечение персонала специальными фильтрующими противогазами, в %				
	0	25	50	75	100
В районе разлива	До 100	70	50	30	до 10
В зонах загрязнения	35	25	15	10	2

Для оперативных расчетов принимается, что структура поражений составит:

35 % – безвозвратные (смертельные) поражения;

40 % – санитарные поражения тяжелой и средней форм тяжести (временная потеря трудоспособности на срок не менее чем на 2-3 недели с обязательной госпитализацией);

25 % – санитарные поражения легкой формы тяжести.

В зоне разлива оказалось 30 чел., их обеспеченность противогазами 50%, в зоне загрязнения 2 человека.

Пораженные люди в зоне разлива:

$$N_{\text{пор}} = N_{\text{раб}} \cdot K_{\text{пор}} = 30 \text{ чел.} \cdot 0,5 = 15 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{см}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{см}} = 15 \text{ чел.} \cdot 0,35 = 5 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{т и ср}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{т и ср}} = 15 \text{ чел.} \cdot 0,4 = 6 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{легк}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{легк}} = 15 \text{ чел.} \cdot 0,25 = 4 \text{ чел.}$$

Пораженные люди в зоне загрязнения:

$$N_{\text{пор}} = N_{\text{раб}} \cdot K_{\text{пор}} = 2 \text{ чел.} \cdot 0,15 = 0,3 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{см}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{см}} = 0,3 \text{ чел.} \cdot 0,35 = 0,1 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{т и ср}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{т и ср}} = 0,3 \text{ чел.} \cdot 0,4 = 0,1 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{легк}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{легк}} = 0,3 \text{ чел.} \cdot 0,25 = 0,08 \text{ чел.}$$

Таблица 6.6 – Оценочные последствия химических поражений при выполнении производственных заданий

Условия размещения персонала	Глубина распространения облака АХОВ, км	Продолжительность загрязнения или понижение токсичности, час	Количество и категория поражений, чел.		
			Легк.	Тяж. и сред.	Смерт.
В районе разлива	1,49	1	4	6	5
В зонах загрязнения			0	1	0

Вывод: ЧС, сложившаяся на территории завода, после химической аварии носит объектовый масштаб, но может оказаться муниципальной, если глубина зоны распространения облака АХОВ выйдет за границу территории завода, количество пострадавших людей 15 чел. (масштаб объектовый), вид чрезвычайной ситуации техногенный. Для ликвидации последствий аварии необходимо немедленно провести спасательные работы и дегазацию территории завода, рабочих мест, оповестить население, проживающее в зоне риска. При выполнении работ в зоне разлива использовать СИЗ органов дыхания изолирующего типа, а в зоне загрязнения фильтрующего типа (указать марку (тип) используемых АХОВ).

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

«Предварительный прогноз инженерной обстановки при аварийных взрывах»

Оценить инженерное состояние промышленных зданий, оказавшихся в зоне разрушений при аварийном взрыве ТВС. Определить количество людей, пораженных в этих зданиях, их структуру и количество людей оказавшихся под завалами зданий. Исходные данные представлены в табл. 7.1.

Таблица 7.1 – Исходные данные для предварительного прогноза инженерной обстановки при аварийных взрывах

№ варианта	Нахождение промышленного здания в зоне разрушений:				Общее количество людей в каждом промышленном здании			
	полных	сильных	средних	слабых	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех
1.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	5 • К	6 • К	7 • К	8 • К
2.	2-й цех	3-й цех	4-й цех	1-й цех	9 • К	4 • К	10 • К	11 • К
3.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	12 • К	6 • К	7 • К	8 • К
4.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	5 • К	9 • К	10 • К	12 • К
5.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	11 • К	6 • К	4 • К	12 • К
6.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	10 • К	8 • К	9 • К	11 • К
7.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	5 • К	6 • К	7 • К	8 • К
8.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	9 • К	12 • К	11 • К	10 • К
9.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	12 • К	13 • К	9 • К	14 • К
10.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	6 • К	4 • К	9 • К	10 • К
11.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	7 • К	8 • К	9 • К	11 • К
12.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	10 • К	8 • К	12 • К	13 • К
13.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	9 • К	7 • К	8 • К	6 • К
14.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	6 • К	9 • К	10 • К	8 • К
15.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	9 • К	10 • К	11 • К	12 • К
16.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	11 • К	9 • К	12 • К	14 • К
17.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	10 • К	8 • К	9 • К	13 • К
18.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	15 • К	16 • К	14 • К	17 • К
19.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	12 • К	18 • К	16 • К	15 • К
20.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	5 • К	9 • К	10 • К	11 • К
21.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	15 • К	16 • К	12 • К	14 • К
22.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	10 • К	9 • К	8 • К	7 • К
23.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	15 • К	12 • К	11 • К	13 • К
24.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	9 • К	10 • К	11 • К	15 • К
25.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	5 • К	4 • К	6 • К	10 • К
26.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	12 • К	14 • К	11 • К	13 • К
27.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	7 • К	8 • К	9 • К	12 • К
28.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	13 • К	15 • К	16 • К	14 • К
29.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	9 • К	7 • К	8 • К	6 • К
30.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	5 • К	6 • К	9 • К	10 • К
31.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	15 • К	9 • К	12 • К	14 • К

*Примечание: К – принимает равное 2.

1-й цех – кузнечно-прессовый; 2-й цех – механический; 3-й цех – сварочный; 4-й цех – механо-сборочный.

Таблица 7.2 – Параметры для решения примера по 31-му варианту

№ варианта	Нахождение промышленного здания в зоне разрушений:				Общее количество людей в каждом промышленном здании			
	полных	сильных	средних	слабых	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех
31.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	15 • К	9 • К	12 • К	14 • К

Оценим инженерное состояние каждого промышленного здания, оказавшегося в соответствующей зоне разрушений:

3-й цех – получил при аварийном взрыве полное разрушение – обрушение всех элементов здания, включая подвал;

2-й цех – получил при аварийном взрыве сильную степень разрушения – разрушены части стен и перекрытий верхних этажей, образовались трещины в стенах, деформировались перекрытия нижних этажей; возможно ограниченное использование сохранившегося подвала после расчистки в него входов.

1-й цех – получил при аварийном взрыве среднюю степень разрушения здания – разрушены главным образом второстепенных элементов (крыша, перегородки, оконные и дверные заполнения) перекрытия не разрушены, часть помещений пригодна для использования после расчистки от обломков и проведения ремонта.

4-й цех – получил при аварийном взрыве слабую степень разрушения здания – разрушены оконные и дверные заполнения и перегородки. Подвалы и нижние этажи полностью сохранены и пригодны для временного использования после уборки мусора и заделки проемов.

Определяем прогнозируемое количество людей, получивших поражения при нахождении в поврежденных производственных зданиях.

Определяем прогнозируемое поражение людей в производственных зданиях:

$$N_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n 2n_i \left(1 - \frac{P_i}{100\%} \right), \quad (7.1)$$

где n_i – количество работающих людей в здании;

P_i – вероятность выживания людей:

$P_{\text{полн.раз.}} = 40\%$; $P_{\text{сил.раз.}} = 90\%$; $P_{\text{ср.раз.}} = 94\%$; $P_{\text{сл.раз.}} = 98\%$.

Прогнозируется следующее количество пораженных:

1-й цех: $N_{\text{пор.}} = 30 \cdot (1 - 94/100) = 30 \cdot 0,06 = 2$ человека.

2-й цех: $N_{\text{пор.}} = 18 \cdot (1 - 90/100) = 18 \cdot 0,1 = 2$ человека.

3-й цех: $N_{\text{пор.}} = 24 \cdot (1 - 40/100) = 24 \cdot 0,6 = 14$ человек.

4-й цех: $N_{\text{пор.}} = 28 \cdot (1 - 98/100) = 28 \cdot 0,02 = 1$ человек.

Общее количество пораженных 19 человек.

Прогнозируем структуру поражений:

60% – смертельные поражения $\rightarrow N_{\text{смер.}} = 19 \cdot 0,6 = 11$ человек.

40% – санитарные поражения $\rightarrow N_{\text{сан.}} = 19 \cdot 0,4 = 8$ человек.

Определим прогнозируемое количество людей, оказавшихся под завалом производственного здания

$$N_{\text{зав.}} = N_{\text{пол.р}} + 0,3 N_{\text{сил.р}} = 14 + 0,3 \cdot 2 = 15 \text{ человек.}$$

Таблица 7.3 – Оценочные последствия поражения людей в поврежденных производственных зданиях при аварийном взрыве ТВС

	Количество пораженных людей в производственных зданиях, чел.				Структура поражений и общее количество людей под завалом, чел.		
	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	Санитарные	Смертельные	Под завалом
	2	2	14	1	8	11	15

Вывод: Чрезвычайная ситуация, возникшая в результате аварийного взрыва на территории завода, является по виду техногенная, по масштабу – локальная.

8. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8
«Оценка зон теплового воздействия при горении зданий
и других промышленных объектов»

Определить протяженность безопасной зоны теплового воздействия при возгорании промышленного объекта на территории завода на объекты и вещества, находящиеся в зоне теплового воздействия, по исходным данным (см. табл. 8.1).

Таблица 8.1 – Исходные данные для оценки зон теплового воздействия при горении зданий и других промышленных объектов

№ варианта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	Вещество	
1	8	80	15	ацетон	Безопасное нахождение людей
2	10	90	25	мазут	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
3	12	60	20	нефть	возгорание ГЖ через 3 минуты
4	16	75	16	керосин	возгорание древесины через 5 минут
5	12	100	18	бензин	возгорание древесины через 10 минут
6	10	120	21	бензол	Безопасное нахождение людей
7	9	90	25	ацетон	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
8	12	85	22	керосин	возгорание ГЖ через 3 минуты
9	10	95	20	мазут	возгорание древесины через 5 минут
10	8	120	12	нефть	возгорание древесины через 10 минут
11	9	110	10	керосин	Безопасное нахождение людей
12	12	90	14	бензин	возгорание ГЖ через 3 минуты
13	8	150	20	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
14	9	130	24	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
15	10	90	20	бензин	возгорание древесины через 5 минут
16	8	100	15	мазут	возгорание древесины через 10 минут
17	6	120	21	нефть	Безопасное нахождение людей
18	12	90	12	керосин	возгорание древесины через 5 минут
19	10	160	10	бензин	Безопасное нахождение людей
20	15	100	15	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
21	12	140	24	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
22	10	120	22	нефть	возгорание древесины через 5 минут
23	8	140	16	мазут	возгорание древесины через 10 минут
24	9	105	15	нефть	Безопасное нахождение людей
25	10	80	18	керосин	возгорание древесины через 10 минут
26	12	160	20	бензин	Безопасное нахождение людей
27	10	85	24	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
28	8	100	28	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
29	9	140	26	бензол	возгорание древесины через 5 минут
30	10	110	18	керосин	возгорание древесины через 10 минут
31	9	180	16	бензин	Безопасное нахождение людей

Таблица 8.2 – Параметры для решения примера по 31-му варианту

№ варианта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	Вещество	
31	9	180	16	бензин	Безопасное нахождение людей

Расчет протяженности зон теплового воздействия R , м, при горении зданий и промышленных объектов производится по формуле:

$$R = 0,282R^* \cdot \sqrt{\frac{q_{cob}}{q_{кр}}}, \quad (8.1)$$

где $q^{соб}$ — плотность потока собственного излучения пламени пожара, кВт/м², (табл. 8.3); $q_{кр}$ — критическая плотность потока излучения пламени пожара, падающего на облучаемую поверхность и приводящую к тем или иным последствиям, кВт/м² (табл. 8.4); R^* — приведенный размер очага горения, м, равный: $\sqrt{\ell \cdot h}$ — для горящих зданий; $0,8 \cdot D_{рез}$ — для горения нефтепродуктов в резервуаре; ℓ , h — длина и высота объекта горения, м; $D_{рез}$ — диаметр резервуара, м.

Таблица 8.3 – Теплотехнические характеристики материалов и веществ

Плотность потока пламени пожара, $q^{соб}$, кВт/м ²						
Ацетон	Бензол	Бензин	Керосин	Мазут	Нефть	Древесина
1200	2500	1780–1220	1520	1300	874	260

Таблица 8.4 – Критические значения плотностей потока, падающего излучения

Критические значения плотностей потока, $q_{кр}$, кВт/м ²				
Безопасное нахождение человека	возгорание древесины через 10 минут	возгорание древесины через 5 минут	возгорание ЛВЖ через 3 минуты	возгорание ГЖ через 3 минуты
1,5	14,0	17,5	35,0	41,0

*Примечание: ГЖ – горючие жидкости и вещества (мазут, торф, масло и т.п.); ЛВЖ – легковоспламеняемые жидкости (ацетон, бензол, спирт).

Рассчитаем протяженность зоны теплового воздействия R , м безопасного нахождения людей при горении деревянного здания и резервуара с бензином:

При горении деревянного здания

$$R = 0,282 \cdot \sqrt{9 \cdot 180} \cdot \sqrt{\frac{260}{1,5}} = 149,48 \text{ м.}$$

При горении резервуара с бензином

$$R = 0,282 R^* \cdot \sqrt{\frac{q^{соб}}{q_{кр}}} = 0,282 \cdot 16 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{\frac{1750}{1,5}} = 123,29 \text{ м.}$$

Вывод: при горении деревянного здания протяженность зоны горения составит 149,48 метра и протяженность зоны горения резервуара с бензином составит 123,29 метра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремов, С.В. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учеб. Пособие / С.В. Ефремов, В.В. Цаплин; СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 296 с.
2. Мاستрюков, Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере: прогнозирование последствий: учеб. пособие для вузов / Б. С. Мастрюков. — М.: АCADEMIA, 2011. — 368 с.
3. Техносферная безопасность. Расчёты: учеб. пособие для вузов / В.Л. Гапонов [и др.]. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2012. – 131 с.
4. Мальцев В.А. Методики оценки обстановки на промышленном предприятии при чрезвычайных ситуациях. Учебно-методическое пособие. М.: ИПК госучебы, 1993. – 125 с.
5. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник / Г.П. Демиденко, Е.П. Кузьменко, П.П. Орлов и др.; Под ред. Г.П. Демиденко. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Выща школа. Головное изд-во, 1989.– 287 с.