

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Техносферная безопасность и производственный дизайн»

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
для студентов специальности 6-05-0612-03 «Системы  
управления информацией» очной и заочной форм обучения*



Могилев 2024

УДК 331.45  
ББК 68.9  
Б40

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Техносферная безопасность и производственный дизайн» «17» апреля 2024 г., протокол № 9

Составители: канд. техн. наук, доц. И. В. Шилова;  
ст. преподаватель В. М. Пускова

Рецензент ст. преподаватель Т. А. Полякова

Методические рекомендации к практическим занятиям содержат основные теоретические положения по теме, методику выполнения практических работ, формулы для расчета, варианты заданий. Предназначены для студентов специальности 6-05-0612-03 «Системы управления информацией» очной и заочной форм обучения.

Учебное издание

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Ответственный за выпуск	А. В. Щур
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2024

## Содержание

1 Практическая работа № 1. Определение площади зеленых насаждений для воспроизводства кислорода в городе.....	4
2 Практическая работа № 2. Оценка воздействия загрязнения окружающей среды и добровольных факторов риска на здоровье населения.....	8
3 Практическая работа № 3. Расчет эффективности типичных энергосберегающих мероприятий в производственных организациях.....	13
4 Практическая работа № 4. Оценка эффективности использования вторичных энергоресурсов .....	18
5 Практическая работа № 5. Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи.....	23
6 Практическая работа № 6. Пожарная безопасность.....	30
7 Практическая работа № 7. Категорирование зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.....	35
8 Практическая работа № 8. Расследование несчастных случаев и профессиональных заболеваний.....	41

# 1 Практическая работа № 1. Определение площади зеленых насаждений для воспроизводства кислорода в городе

**Цель работы:** изучить методику и рассчитать потребность в площади древесно-кустарниковой растительности для выработки кислорода на дыхание человека и работы автотранспорта в городах.

## 1.1 Практическая часть

**Задача.** Определить необходимую площадь зеленых зон в городах и вокруг городов для воспроизводства кислорода, расходуемого в результате дыхания людьми и работы двигателей внутреннего сгорания, а также массу поглощаемого углекислого газа и выделяемого кислорода.

**Исходные данные.** Объем легких среднестатистического человека составляет 2 л. Человек в среднем в минуту делает  $F$  выдохов (таблица 1.1). Содержание кислорода в воздухе  $C_{атм.в}$  составляет 20,8 %. При выдохе содержание кислорода в воздухе  $C_{выдох}$  составляет 16,4 %. Средняя площадь земли, занимаемая одним взрослым деревом  $S_{крона 1}$ , равна 8,5 м<sup>2</sup>. Средний расход топлива  $V_{топл}$  принять равным 10 л/100 км. Количество кислорода, расходуемое при сжигании 1 кг топлива,  $K_{O_2} = 2,9$  кг. Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 1.1 и 1.2.

### Указания к выполнению работы.

1 Определить общий объем атмосферного воздуха, который среднестатистический человек пропускает через легкие за год, по формуле

$$V_6 = V_1 \cdot d \cdot F \cdot t_1 \cdot t_2 \cdot t_3, \quad (1.1)$$

где  $V_6$  – общий объем воздуха, пропущенный человеком через свои легкие за год, л/год;

$V_1$  – объем легких среднестатистического человека, л;

$d$  – коэффициент обмена воздуха в легких человека,  $d = 0,3$ ;

$F$  – количество вдохов и выдохов в минуту;

$t_1$  – минут в часе;

$t_2$  – часов в сутках;

$t_3$  – суток в году.

2 Определить количество чистого кислорода  $V_{O_2}$ , л/год, в объеме пропущенного за год воздуха, используя формулу

$$V_{O_2} = V_B \cdot \frac{C_{атм.в} - C_{выдох}}{100}, \quad (1.2)$$

где  $C_{атм.в}$  – содержание кислорода в атмосферном воздухе, %;

$C_{выдох}$  – содержание кислорода в выдохе человека, %.

3 Определить массу кислорода, необходимого одному человеку для дыхания в год  $m_{O_2 1}$ , кг/год, по формуле (1.3). Плотность кислорода равна 1,429 кг/м<sup>3</sup>.

$$m_{O_2 \ 1} = V_{O_2} \cdot \rho \cdot 10^{-3}. \quad (1.3)$$

4 Определить общую массу кислорода, необходимого для жизнеобеспечения в течение года населением всего города,  $m_{O_2}$ , т/год, по формуле

$$m_{O_2} = m_{O_2 \ 1} \cdot N_{жит}, \quad (1.4)$$

где  $N_{жит}$  – численность населения города, чел.

5 Рассчитать продуцирование кислорода существующими зелеными насаждениями города в течение года на 1 га деревьев соответствующих пород  $R_{O_2}$ , т/(1 га·год), по формуле

$$R_{O_2} = \sum_{i=1}^n c_i \cdot p_i, \quad (1.5)$$

где  $c_i$  – доля деревьев  $i$ -й породы;

$p_i$  – удельное продуцирование кислорода деревьями  $i$ -й породы, т/га.

6 Определить необходимую площадь зеленых насаждений для обеспечения населения города кислородом  $S_{дых}$ , га, по формуле

$$S_{дых} = \frac{m_{O_2}}{R_{O_2}}. \quad (1.6)$$

7 Определить количество деревьев, соответствующих необходимой площади зеленых насаждений для обеспечения населения города кислородом,  $N_{дер. \ дых}$ , шт., по формуле

$$N_{дер. \ дых} = \frac{S_{дых}}{S_{крона \ 1}} \cdot 10^4, \quad (1.7)$$

где  $S_{крона \ 1}$  – средняя площадь земли, занимаемая одним взрослым деревом,  $S_{крона \ 1} = 8,5 \text{ м}^2$ .

8 Определить количество автомобилей в городе  $N_a$ , шт., по формуле

$$N_a = \frac{N_{жит}}{1000} \cdot k_a, \quad (1.8)$$

где  $k_a$  – количество автомобилей на 1000 чел.

Таблица 1.1 – Исходные данные к задаче

Вариант	Город	Численность населения $N_{жит}$ , чел.	Количество машин на 1000 чел. $k_a$ , шт.	Средний пробег автомобиля $L_{ср}$ , км	Среднее количество входов $F$	Породный состав зеленых насаждений								
						Тополь	Липа	Клен платановидный	Клен вязолистный	Береза	Дуб	Каштан	Сосна	Ель
1	Могилев	380440	281	29000	18	0,18	0,12	0,05	0,05	0,07	0,09	0,12	0,12	0,2
2	Гомель	535229	267	30000	22	0,13	0,15	0,08	0,04	0,03	0,15	0,18	0,19	0,05
3	Минск	1974800	322	33000	21	0,11	0,14	0,04	0,08	0,06	0,1	0,19	0,2	0,08
4	Витебск	377722	300	27000	19	0,14	0,09	0,03	0,06	0,12	0,04	0,08	0,2	0,24
5	Гродно	368662	352	31000	20	0,17	0,13	0,07	0,12	0,1	0,07	0,16	0,15	0,03
6	Брест	343985	321	28000	18	0,2	0,17	0,09	0,13	0,06	0,12	0,11	0,11	0,01
7	Борисов	142993	302	18000	22	0,24	0,09	0,05	0,09	0,08	0,08	0,1	0,25	0,02
8	Бобруйск	217940	273	19000	21	0,21	0,12	0,06	0,08	0,12	0,05	0,15	0,15	0,06
9	Орша	115938	259	15000	19	0,27	0,06	0,01	0,09	0,14	0,02	0,08	0,1	0,23
10	Новополоцк	102288	350	14000	20	0,18	0,08	0,03	0,12	0,13	0,03	0,07	0,11	0,25
11	Полоцк	85078	331	16000	21	0,15	0,07	0,02	0,11	0,2	0,02	0,08	0,09	0,26
12	Мозырь	111801	348	19000	18	0,13	0,08	0,1	0,12	0,03	0,2	0,15	0,18	0,01
13	Барановичи	179439	328	18000	22	0,14	0,1	0,12	0,14	0,05	0,18	0,09	0,16	0,02
14	Солигорск	106839	356	15000	21	0,3	0,09	0,11	0,13	0,04	0,17	0,09	0,06	0,01
15	Пинск	138045	268	14000	19	0,14	0,08	0,12	0,13	0,05	0,2	0,15	0,12	0,01
16	Молодечно	95233	328	27000	20	0,19	0,21	0,05	0,07	0,05	0,08	0,06	0,13	0,16

Таблица 1.2 – Выделение кислорода и поглощение углекислого газа лесным массивом площадью 1 га за вегетационный период

Порода дерева	Тополь	Липа	Клен платановидный	Клен вязолистный	Береза	Дуб	Каштан	Сосна	Ель
Продукция $O_2$ $p_i$ , т/га	34,9	12,5	20,8	19,6	11,3	22,5	21,2	9,0	5,0
Поглощение $CO_2$ $g_i$ , т/га	46,2	16,5	24,2	24,5	15,7	29,7	26,3	11,0	6,6

9 Определить количество кислорода, сжигаемое одной машиной в течение года,  $m_{O_2\ 1a}$ , кг/год, по формуле

$$m_{O_2\ 1a} = L_{cp} \cdot \frac{V_{топл}}{100} \cdot \rho_{топл} \cdot K_{O_2}, \quad (1.9)$$

где  $L_{cp}$  – средний пробег 1 автомобиля, км;

$V_{топл}$  – средний расход топлива на 100 км пробега,  $V_{топл} = 10$  л/100 км;

$\rho_{топл}$  – коэффициент использования кислорода,  $\rho_{топл} = 0,8$ ;

$K_{O_2}$  – количество кислорода, расходуемое при сжигании 1 кг топлива,  $K_{O_2} = 2,9$  кг.

10 Рассчитать количество кислорода, расходуемого всеми автомобилями города,  $m_{O_2\ a}$ , т/год, по формуле

$$m_{O_2\ a} = m_{O_2\ 1a} \cdot N_a, \quad (1.10)$$

где  $N_a$  – количество автомобилей в городе, шт. (определили по формуле (1.8)).

11 Определить необходимую площадь зеленых насаждений для компенсации расхода кислорода при сжигании в двигателях внутреннего сгорания  $S_{авт}$ , га, по формуле

$$S_{авт} = \frac{m_{O_2\ a}}{R_{O_2}}. \quad (1.11)$$

12 Рассчитать количество деревьев, соответствующих необходимой площади зеленых насаждений для компенсации кислорода при сжигании в двигателях внутреннего сгорания,  $N_{дер. авт}$ , шт., по формуле

$$N_{дер. авт} = \frac{S_{дых}}{S_{крона\ 1}} \cdot 10^4. \quad (1.12)$$

13 Определить суммарную площадь зеленых насаждений, необходимых для компенсации расхода кислорода при дыхании и сжигании в двигателях внутреннего сгорания,  $S_{общ}$ , га, по формуле

$$S_{общ} = S_{дых} + S_{авт}. \quad (1.13)$$

14 Рассчитать поглощение  $CO_2$  зелеными насаждениями города, с учетом их породного состава,  $R_{CO_2}$ , т/(1 га·год), по формуле

$$R_{CO_2} = \sum_{i=1}^n c_i \cdot g_i, \quad (1.14)$$

где  $g_i$  – удельное поглощение углекислого газа деревьями  $i$ -й породы, т/га.

15 Определить массу  $\text{CO}_2$ , которую будут поглощать полученные по расчету зеленые насаждения,  $m_{\text{CO}_2}$ , т/год, по формуле

$$m_{\text{CO}_2} = R_{\text{CO}_2} \cdot S_{\text{общ}}. \quad (1.15)$$

### ***Контрольные вопросы***

1 Какие растения в наибольшей степени поглощают углекислый газ и выделяют кислород?

2 Методика расчета определения площади зеленых насаждений для выработки кислорода на дыхание человека в городах.

3 Методика расчета определения площади зеленых насаждений для компенсации работы автотранспорта в городах.

## **2 Практическая работа № 2. Оценка воздействия загрязнения окружающей среды и добровольных факторов риска на здоровье населения**

**Цель работы:** изучить методы оценки специальных показателей риска здоровью населения в результате загрязнения окружающей среды или добровольных факторов риска; выполнить оценку риска возникновения заболеваний вследствие воздействия факторов риска.

### ***2.1 Теоретическая часть***

Население занимает особое место среди объектов экологических анализа и оценки. Во-первых, состояние здоровья населения и продолжительность жизни человека рассматриваются как важнейшие критерии уровня развития общества. Во-вторых, рост заболеваемости и смертности населения ведет к росту экономических потерь государства и общему снижению уровня жизни. В-третьих, население и показатели его здоровья сами являются индикаторами качества окружающей среды.

Рост заболеваемости и смертности населения может быть обусловлен внешними причинами, связанными с ухудшением качества окружающей среды, и добровольными факторами риска, связанными с употреблением алкоголя, наркотических, психотропных и других средств, табакокурения.

Для оценки рисков проявления заболеваний, сокращения продолжительности жизни и повышения смертности вследствие загрязнения окружающей среды и добровольных факторов риска в экологии используются различные показатели индивидуальных рисков и методы их расчета.

Канцерогенные и неканцерогенные воздействия оцениваются с помощью различных методов.

В случае канцерогенных воздействий риск выражается вероятностью забо-



левания злокачественными опухолями в течение среднепродолжительного периода жизни (70 лет) вследствие воздействия канцерогенов:

$$Risk = I \cdot SF, \quad (2.1)$$

где  $I$  – хроническая дневная доза, усредненная к 70-летнему периоду, мг/(кг·день);

$SF$  – коэффициент пропорциональности, (мг/кг·день)<sup>-1</sup>.

При значении  $Risk < 10^{-6}$  риск считается несущественным (отсутствует); при  $10^{-6} < Risk < 10^{-5}$  – приемлемым; при  $Risk > 10^{-5}$  – неприемлемым (высоким).

Для неканцерогенных воздействий мерой для выражения заболеваемости является так называемый индекс риска:

$$HI = \frac{I}{RfD}, \quad (2.2)$$

где  $I$  – усредненная доза воздействия, мг/(кг·день);

$RfD$  – пороговая доза, (мг/кг·день)<sup>-1</sup>.

При значении  $HI < 0,3$  риск считается низким (отсутствует); при  $0,3 < HI < 0,7$  – средним (приемлемым); при  $HI > 0,7$  – высоким (неприемлемым).

Индекс риска является порядковой (ранжированной) характеристикой ожидаемой заболеваемости, его нельзя интерпретировать как статистическую или вероятностную характеристику. Однако чем ближе рассчитанный индекс риска к 1, тем выше вероятность заболеваемости.

При комплексном воздействии загрязняющих веществ, а также при различных путях этого воздействия суммарные оценки риска рассчитываются как аддитивная сумма частных рисков:

$$Risk_T = \sum_{i=1}^n Risk_i. \quad (2.3)$$

Усредненная доза воздействия химического вещества, попадающего в организм, определяется выражением

$$I = \frac{\rho \cdot CR \cdot EFD}{BW \cdot AT}, \quad (2.4)$$

где  $I$  – доза, мг/(кг·день);

$\rho$  – концентрация химического вещества в среде;

$CR$  – объем носителя химического вещества, контактирующего с организмом человека в течение дня;

$EFD$  – продолжительность периода контакта, лет;

$BW$  – вес тела, кг;

$AT$  – продолжительность усредненного периода, дн.

Продолжительность периода контакта  $EFD$  обычно рассчитывается в

соответствии с выражением

$$EFD = EF \cdot ED, \quad (2.5)$$

где  $EF$  – частота воздействия, дн. / год;

$ED$  – продолжительности воздействия.

Для оценок дозы вещества, попавшего в организм человека при дыхании, используют выражение

$$I = \frac{\rho \cdot IR \cdot EFD}{BW \cdot AT}, \quad (2.6)$$

где  $IR$  – объем вдыхаемого воздуха в течение часа, м<sup>3</sup>/ч.

В случае потребления загрязненной воды формула приобретает вид

$$I = \frac{CW \cdot IR \cdot EFD}{BW \cdot AT}, \quad (2.7)$$

где  $CW$  – концентрация загрязняющего вещества в воде, мг/л;

$IR$  – количество воды, выпиваемой в течение дня, л/дн.

Для оценки количества загрязняющего вещества, попавшего в организм человека вместе с пищей, используется формула

$$I = \frac{CF \cdot IR \cdot FI \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT}, \quad (2.8)$$

где  $CF$  – концентрация ЗВ в пище, мг/кг;

$IR$  – усредненное количество пищи, съедаемое за 1 раз, кг/раз;

$FI$  – характеристика ассимиляции пищи;

$EF$  – частота приема пищи, раз в год;

$ED$  – продолжительность воздействия, лет.

При массовых контактах людей с загрязненной средой в практических расчетах используют усредненные характеристики:

$$BW = 70 \text{ кг}; ED = 70 \text{ лет}; AT = 25550 \text{ дн.} \quad (2.9)$$

## 2.2 Практическая часть

**Задача 2.1.** Оценить риск от неканцерогенного воздействия воды из колодца, содержащей фенол, нитробензол и цианид, при ежедневном ее потреблении ( $EF = 365$  дней в год).  $RfD$  фенола –  $0,6 \text{ (мг/(кг·день))}^{-1}$ ,  $RfD$  нитробензола –  $0,0005 \text{ (мг/(кг·день))}^{-1}$ ,  $RfD$  – цианида  $0,002 \text{ (мг/(кг·день))}^{-1}$ . Исходные данные для расчета приведены в таблице 2.1. Найти сумму  $HI$ .

Таблица 2.1 – Исходные данные для расчета

Вариант	$СW_{\text{фенол}}$ , мг/л	$СW_{\text{нитробензол}}$ , мг/л	$СW_{\text{цианид}}$ , мг/л	Вариант	$СW_{\text{фенол}}$ , мг/л	$СW_{\text{нитробензол}}$ , мг/л	$СW_{\text{цианид}}$ , мг/л
1	3,3	0,0033	0,0103	16	4,5	0,0073	0,0808
2	3,5	0,0035	0,0105	17	3,5	0,00071	0,0238
3	3,7	0,0037	0,0107	18	3,3	0,00074	0,0302
4	3,9	0,0031	0,0104	19	3,8	0,00067	0,0235
5	4,1	0,0029	0,0101	20	4,5	0,00072	0,0242
6	4,3	0,0034	0,0099	21	3,5	0,0098	0,001
7	4,5	0,0028	0,0097	22	3,3	0,0102	0,003
8	4,7	0,0026	0,0109	23	3,8	0,0095	0,00194
9	3,5	0,0035	0,082	24	4,5	0,0105	0,0035
10	3,3	0,0038	0,085	25	3,1	0,0055	0,0852
11	3,8	0,0033	0,096	26	3,7	0,0078	0,075
12	4,5	0,0036	0,088	27	4,8	0,00062	0,0252
13	3,5	0,0071	0,0806	28	2,7	0,0088	0,0017
14	3,3	0,0075	0,08	29	2,3	0,0112	0,0033
15	3,8	0,0068	0,0812	30	4,9	0,0045	0,00954

**Задача 2.2.** Оценить риск возникновения рака легких у курильщика, выкуривающего пачку сигарет каждый день ( $EF = 365$  дней в год).  $IR = 45$  л/1 сигарета,  $\rho$  (Cd) – 1,75 мкг/1 сигарета,  $\rho$  (Ni) – 5 мкг/1 сигарета,  $\rho$  (Pb) – 15 мкг/1 сигарета,  $SF$  (Cd) –  $0,0018$  (мг/(кг·день))<sup>-1</sup>,  $SF$  (Ni) –  $0,26 \cdot 10^{-3}$  (мг/(кг·день))<sup>-1</sup>,  $SF$  (Pb) –  $0,12 \cdot 10^{-4}$  (мг/(кг·день))<sup>-1</sup>. Исходные данные для расчета приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Исходные данные для расчета

Вариант	$\rho$ (Cd), мг/пачка	$\rho$ (Ni), мг/пачка	$\rho$ (Pb), мг/пачка	$ED$ , лет	Вариант	$\rho$ (Cd), мг/пачка	$\rho$ (Ni), мг/пачка	$\rho$ (Pb), мг/пачка	$ED$ , лет
1	0,035	0,1	0,3	37	16	0,022	0,18	0,29	5
2	0,03	0,11	0,28	40	17	0,015	0,31	0,3	7
3	0,04	0,09	0,31	35	18	0,041	0,18	0,38	5
4	0,037	0,105	0,29	40	19	0,054	0,29	0,31	6
5	0,032	0,12	0,33	32	20	0,067	0,17	0,29	5
6	0,034	0,14	0,32	20	21	0,038	0,42	0,33	15
7	0,038	0,13	0,35	20	22	0,044	0,19	0,32	40
8	0,042	0,08	0,39	15	23	0,0138	0,33	0,35	25
9	0,045	0,21	0,3	20	24	0,0482	0,48	0,41	40
10	0,037	0,31	0,28	20	25	0,075	0,5	0,3	27
11	0,024	0,19	0,31	9	26	0,063	0,21	0,28	40
12	0,031	0,175	0,29	10	27	0,054	0,24	0,21	20
13	0,052	0,18	0,33	8	28	0,047	0,38	0,29	20
14	0,064	0,34	0,32	10	29	0,022	0,17	0,43	15
15	0,058	0,23	0,34	10	30	0,064	0,32	0,22	25

**Задача 2.3.** Оценить канцерогенные и неканцерогенные риски при употреблении в пищу картофеля, содержащего свинец (Pb) и ДДТ.  $SF$  (Pb) –  $0,12 \cdot 10^{-4}$  (мг/(кг·день))<sup>-1</sup>,  $SF$  (ДДТ) –  $0,12 \cdot 10^{-4}$  (мг/(кг·день))<sup>-1</sup>;  $RfD$  (Pb) –  $0,785 \cdot 10^{-4}$  (мг/(кг·день))<sup>-1</sup>,  $RfD$  (ДДТ) –  $0,05 \cdot 10^{-3}$  (мг/(кг·день))<sup>-1</sup>;  $FI$  – 0,8,  $CR$  – 0,35 кг. Исходные данные для расчета приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Исходные данные для расчета

Вариант	$CF$ (Pb), мг/кг	$CF$ (ДДТ), мг/кг	$EF$ , дн./год	Вариант	$CF$ (Pb), мг/кг	$CF$ (ДДТ), мг/кг	$EF$ , дн./год
1	0,000765	0,000002	240	16	0,0077	0,065	200
2	0,00072	0,0000025	300	17	0,0099	0,067	240
3	0,00079	0,0000015	365	18	0,00576	0,061	300
4	0,00075	0,0000023	120	19	0,00444	0,01	365
5	0,00068	0,0000034	200	20	0,0039	0,019	120
6	0,00124	0,0000042	240	21	0,00124	0,0089	200
7	0,00431	0,0000073	300	22	0,00199	0,00449	240
8	0,00287	0,0000085	365	23	0,00282	0,0064	300
9	0,00787	0,02	120	24	0,01122	0,064	365
10	0,00765	0,022	120	25	0,02464	0,0192	100
11	0,00668	0,024	200	26	0,0088	0,0255	100
12	0,00775	0,028	240	27	0,0056	0,0383	100
13	0,00717	0,026	300	28	0,0048	0,0222	320
14	0,009	0,06	365	29	0,00937	0,02	320
15	0,0078	0,068	120	30	0,00765	0,048	120

В конце каждой задачи сделать вывод, каким является риск: допустимым, недопустимым или незначительным в соответствии с критериями приемлемости.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Как рассчитываются канцерогенные и неканцерогенные риски?
- 2 Назовите пороговые значения приемлемых канцерогенных и неканцерогенных рисков.
- 3 От каких факторов зависит индивидуальный риск здоровью населению?

### 3 Практическая работа № 3. Расчет эффективности типичных энергосберегающих мероприятий в производственных организациях

**Цель работы:** изучить методику оценки эффективности энергосберегающих мероприятий в производственных организациях.

#### 3.1 Теоретическая часть

3.1.1 Расчет экономии электроэнергии и срока окупаемости замены пневмотранспорта на механическую систему транспортировки.

При замене пневматической системы транспортировки на механическую экономический эффект энергосбережения достигается за счет:

- снижения расхода электроэнергии на производственные нужды вследствие вывода из эксплуатации энергоемкого оборудования, обеспечивающего необходимое давление для системы пневмотранспорта;
- уменьшения эксплуатационных затрат.

Для проведения сравнительного анализа определяются годовые расходы электроэнергии электропотребляющим оборудованием пневматической  $\mathcal{E}_{ПН}$ , кВт ч/год, и механической  $\mathcal{E}_{МЕХ}$ , кВт ч/год, систем транспортировки отдельно по группам оборудования по формуле

$$\mathcal{E}_{ПН} = N_y \cdot K_u \cdot T_c, \quad (3.1)$$

где  $N_y$  – суммарная установленная мощность группы электропотребляющего оборудования (насосы, компрессоры для пневмотранспорта; скребковые конвейеры, ковшовые элеваторы для механической системы), кВт;

$K_u$  – коэффициент использования электрической мощности для соответствующей группы электропотребляющего оборудования;

$T_c$  – годовое число часов использования средней нагрузки для соответствующей группы электропотребляющего оборудования.

$$\mathcal{E}_{МЕХ} = N_y \cdot K_u \cdot T_c, \quad (3.2)$$

где  $N_y, K_u, T_c$  – то же, что и в формуле (3.1).

Экономия электроэнергии  $\Delta\mathcal{E}$ , кВт ч/год, от внедрения мероприятия

$$\Delta\mathcal{E} = \mathcal{E}_{ПН} - \mathcal{E}_{МЕХ}. \quad (3.3)$$

Экономия топлива от замены пневмотранспорта на механическую систему транспортировки  $\Delta B$ , т у. т., с учетом потерь в электрических сетях на транспортировку электроэнергии до вводов токоприемников предприятия,

$$\Delta B = \Delta\mathcal{E} \cdot (1 + 0,01 \cdot k_{ном}) \cdot b_s \cdot 10^{-6}, \quad (3.4)$$

где  $b_3$  – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии; принимается равным фактическому расходу топлива на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльская ГРЭС) за год, предшествующий составлению расчета, г у. т./(кВт·ч). В задаче принимается равным 300,2 г у. т./(кВт·ч);

$k_{ном}$  – потери электроэнергии в электросетях (с учетом распределительных) в системе ГПО «Белэнерго». Принимается равным 11,3.

Для предварительных расчетов укрупненные капиталовложения  $K$ , р., можно рассчитать по формуле

$$K = 1,45 \cdot C_{об}, \quad (3.5)$$

где  $C_{об}$  – стоимость оборудования, р.

Определение срока окупаемости  $T_{ок}$ , лет, мероприятия производится по формуле

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta B \cdot C_{мут}}, \quad (3.6)$$

где  $K$  – капиталовложения в мероприятие, р.;

$\Delta B$  – экономия топлива от внедрения мероприятия, т у. т.;

$C_{мут}$  – стоимость 1 т у. т., которая составляет на 2024 г. 200 долл. США/т, или 650 р./т.

### *3.1.2 Расчет экономии электроэнергии и срока окупаемости от децентрализации компрессорного хозяйства.*

При децентрализации компрессорных станций с переходом на локальное производство сжатого воздуха экономический эффект достигается за счет:

- снижения расхода электроэнергии на производственные нужды вследствие вывода из эксплуатации энергоемких поршневых компрессоров и отключения питающей подстанции;

- ликвидации протяженных магистральных линий подачи сжатого воздуха и исключения потерь при его транспортировке;

- разделения потребителей сжатого воздуха по уровням необходимого давления и поддержания его выработки на уровне фактически необходимой потребности;

- снижения расхода электроэнергии за счет отключения неэкономичной станции осушки воздуха и системы обратного водоснабжения;

- уменьшения эксплуатационных затрат: отсутствие необходимости диагностики и освидетельствования стационарных ресиверов, прекращения отопления и содержания здания центральной компрессорной.

Годовой расход электроэнергии при производстве сжатого воздуха централизованным способом  $\mathcal{E}_ц$ , кВт·ч/год, рассчитывается по формуле (3.1).

Годовой расход электроэнергии  $\mathcal{E}_л$ , кВт·ч/год, при обеспечении потребности производства в сжатом воздухе посредством установки локальных (винтовых) компрессоров определяется по формуле

$$\mathcal{E}_л = n \cdot N_{y1} \cdot K_{u1} \cdot T_{c1}, \quad (3.7)$$

где  $N_{y1}$  – установленная мощность электропотребляющего оборудования (насосы, компрессоры для пневмотранспорта; скребковые конвейеры, ковшовые элеваторы для механической системы), кВт;

$K_{u1}$  – коэффициент использования электрической мощности электропотребляющего оборудования;

$T_{c1}$  – годовое число часов использования средней нагрузки электропотребляющего оборудования.

Экономия электроэнергии  $\mathcal{E}_{mp}$ , кВт·ч/год, от снижения потерь при исключении магистральных трубопроводов подачи сжатого воздуха и от применения автоматической регулировки производительности новых компрессоров, которая составляет 12 %,

$$\mathcal{E}_{mp} = 0,12 \cdot \mathcal{E}_ц. \quad (3.8)$$

Экономия электроэнергии  $\Delta\mathcal{E}$ , кВт·ч/год, от внедрения мероприятия

$$\Delta\mathcal{E} = \mathcal{E}_ц + \mathcal{E}_{mp} - \mathcal{E}_л. \quad (3.9)$$

Экономия топлива от децентрализации компрессорного хозяйства рассчитывается по формуле (3.4).

Размер укрупненных капиталовложений производится по формуле (3.5).

Срок окупаемости мероприятия определяется по формуле (3.6).

*3.1.3 Определение экономии теплоэнергии и топлива, срока окупаемости от внедрения теплоутилизаторов в системах механической приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха.*

Экономический эффект от внедрения теплоутилизаторов в системах механической приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха в первую очередь достигается в результате уменьшения расхода тепловой энергии на нагрев приточного воздуха, подаваемого в обслуживаемые помещения. Нагрев приточного воздуха в теплоутилизаторе происходит за счёт отвода теплоты от потока удаляемого воздуха к наружному приточному воздуху.

Количество сэкономленной тепловой энергии, полезно возвращаемой теплоутилизатором, складывается из потока явной теплоты, обусловленной температурой удаляемого воздуха, и потока скрытой теплоты, выделяющейся в пределах поверхности теплоутилизатора при конденсации содержащейся в удаляемом воздухе влаги.

Общее количество сэкономленной тепловой энергии  $\Delta Q$ , Гкал/ч, полезно возвращаемой теплоутилизатором в течение календарного года,

$$\Delta Q = 0,24 \cdot \varepsilon_{tot} \cdot (t_{cp.l} - t_{cp.ext}) \cdot c \cdot L_{cp.ext} \cdot z \cdot 10^{-6}, \quad (3.10)$$

где  $\varepsilon_{tot}$  – тепловая эффективность теплоутилизатора по полной теплоте;

$t_{cp.l}$  – температура удаляемого воздуха, °С;

$t_{cp\ ext}$  – температура наружного воздуха, °С;

$c$  – теплоёмкость воздуха, кДж/(м<sup>3</sup>·°С); для расчетов принимается  $c = 1,3$  кДж/(м<sup>3</sup>·°С);

$L_{cp\ ext}$  – объёмный расход наружного приточного воздуха, м<sup>3</sup>/ч;

$z$  – число часов работы системы вентиляции с использованием теплоутилизатора в течение года.

При использовании теплоутилизатора возрастают потери давления в системе вентиляции по тракту приточного и удаляемого воздуха. Вызванные этим дополнительные затраты электрической энергии  $\Delta\mathcal{E}$ , кВт·ч, определяют по формуле

$$\Delta\mathcal{E} = \Delta P \cdot \frac{L_{cp.in}}{3600 \cdot \eta_{в.у}} \cdot z \cdot 10^{-3}, \quad (3.11)$$

где  $\Delta P$  – дополнительные суммарные потери давления в теплоутилизационной установке по тракту приточного и удаляемого воздуха, Па;

$L_{cp.in}$  – средний за время работы системы расход приточного воздуха, м<sup>3</sup>/ч;

$\eta_{в.у}$  – КПД вентиляционной установки с приводом.

Экономия топлива  $\Delta B$ , т у. т., в результате внедрения энергосберегающего мероприятия

$$\Delta B = \Delta Q \cdot b_{mэ} - \Delta\mathcal{E} \cdot b_{э} \cdot (1 + 0,01 \cdot k_{nom}), \quad (3.12)$$

где  $b_{mэ}$  – удельный расход топлива на производство тепловой энергии на теплоисточнике, г у. т./Гкал;

$b_{э}$  – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии; принимается равным фактическому расходу топлива на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльская ГРЭС) за год, предшествующий составлению расчета, г у. т./(кВт·ч). В задаче принимается равным 300,2 г у. т./(кВт·ч);

$k_{nom}$  – потери электроэнергии в электросетях (с учетом распределительных) в системе ГПО «Белэнерго». Принимается  $k_{nom} = 11,3$ .

Размер укрупненных капиталовложений производится по формуле (3.5).

Срок окупаемости мероприятия определяется по формуле (3.6).

### 3.2 Практическая часть

**Задача 3.1.** Рассчитать экономию электроэнергии и срок окупаемости замены пневмотранспорта на механическую систему транспортировки на предприятии. Исходные данные к задаче приведены в таблице 3.1.

**Задача 3.2.** Рассчитать экономию электроэнергии и срок окупаемости от децентрализации компрессорного хозяйства. Исходные данные к задаче представлены в таблице 3.2.



Таблица 3.1 – Исходные данные к задаче 3.1

Вариант	Пневмооборудование			Оборудование механической транспортировки			
	$N_y$ , кВт	$K_u$	$T_c$ , ч	$N_y$ , кВт	$K_u$	$T_c$ , ч	$C_{об}$ , р.
1	200	0,84	7300	160	0,84	7300	181200
2	160	0,75	5840	120	0,75	5840	237600
3	220	0,66	4380	180	0,66	4380	217200
4	180	0,8	6570	140	0,8	6570	268350
5	160	0,72	4380	120	0,72	4380	260550
6	180	0,84	7300	140	0,84	7300	319200
7	220	0,75	5840	180	0,75	5840	297600
8	160	0,66	4380	120	0,66	4380	157200
9	200	0,8	7300	160	0,8	7300	178350
10	200	0,72	7300	160	0,72	7300	185550
11	160	0,84	6570	120	0,84	6570	211200
12	220	0,75	5840	180	0,75	5840	282600
13	180	0,66	4380	140	0,66	4380	187200
14	160	0,8	4380	120	0,8	4380	268350
15	180	0,72	5840	140	0,72	5840	260550

Таблица 3.2 – Исходные данные к задаче 3.2

Вариант	Пневмооборудование			Новое оборудование				
	$N_y$ , кВт	$K_u$	$T_c$ , ч	$n$	$N_{y1}$ , кВт	$K_{u1}$	$T_{c1}$ , ч	$C_{об}$ , р.
1	200	0,84	7300	4	70	0,66	7300	23250
2	160	0,75	5840	3	60	0,71	5840	23760
3	220	0,66	4380	5	50	0,64	4380	22200
4	180	0,8	6570	3	60	0,84	6570	58350
5	160	0,72	4380	4	40	0,75	4380	20055
6	180	0,84	7300	4	60	0,66	7300	68250
7	220	0,75	5840	3	60	0,8	5840	237600
8	160	0,66	4380	4	40	0,72	4380	22200
9	200	0,8	7300	4	65	0,66	7300	58350
10	200	0,72	7300	4	50	0,75	7300	20055
11	160	0,84	6570	3	70	0,71	6570	18750
12	220	0,75	5840	3	70	0,8	5840	23760
13	180	0,66	4380	4	45	0,72	4380	22200
14	160	0,8	4380	3	70	0,66	4380	28350
15	180	0,72	5840	3	60	0,75	5840	20055

**Задача 3.3.** Рассчитать экономию теплоэнергии и топлива, срок окупаемости от внедрения теплоутилизаторов в системах механической приточно-

вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха на предприятии. Исходные данные к задаче приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Исходные данные к задаче 3.3

Вариант	$\epsilon_{tot}$	$t_{cp,l}, ^\circ\text{C}$	$t_{cp,ext}, ^\circ\text{C}$	$L_{cp,ext}, \text{M}^3/\text{ч}$	$z, \text{ч}$	$\Delta P, \text{Па}$	$b_{mэ},$ г у.т./Гкал	$\eta_{e,y}$	$L_{cp,in},$ $\text{M}^3/\text{ч}$	$C_{об}, \text{р.}$
1	0,5	24	5,5	300	8760	300	168,1	0,85	2	1681200
2	0,45	23	7,1	280	7200	250	169,21	0,9	1	1737600
3	0,65	20	6,2	400	7920	350	164,75	0,8	3	1717200
4	0,7	18	6,8	320	8760	400	166,87	0,75	1	1768350
5	0,85	21	5,8	380	7200	300	162,78	0,85	5	1760550
6	0,55	19	5,5	340	7920	250	165,45	0,9	2	1819200
7	0,6	22	7,1	360	8760	350	168,04	0,8	3	1797600
8	0,75	24	6,2	300	7200	400	169,16	0,75	3	1657200
9	0,8	23	6,8	280	7920	300	164,8	0,85	4	1678350
10	0,5	20	5,8	400	8760	250	166,93	0,9	3	1685550
11	0,45	18	5,5	320	7200	350	162,73	0,8	1	1711200
12	0,65	21	7,1	380	7920	400	165,4	0,75	2	1782600
13	0,7	19	6,2	340	8760	300	168,1	0,85	3	1687200
14	0,85	22	6,8	360	7200	250	169,21	0,9	7	1768350
15	0,55	24	5,8	300	7920	350	164,75	0,8	2	1760550

### **Контрольные вопросы**

- 1 Какие энергосберегающие мероприятия можно реализовать на предприятии?
- 2 Какие мероприятия имеют самый короткий срок окупаемости?
- 3 За счет каких показателей можно сократить срок окупаемости?

## **4 Практическая работа № 4. Оценка эффективности использования вторичных энергоресурсов**

**Цель работы:** рассчитать экономическую эффективность использования вторичных энергоресурсов (ВЭР).

### **4.1. Теоретическая часть**

**Классификации энергетических отходов.** При употреблении энергии и материалов в технологических процессах на вспомогательные нужды или в сфере услуг потенциал энергоносителей используется не полностью. Та часть энергии, которая прямо или косвенно не используется как полезная для выпуска готовой продукции или услуг, называется энергетическими отходами. Общие энергетические отходы равны разности между энергией, поступающей в технологи-

ческий аппарат, и полезно используемой энергией. Энергетический потенциал отходов и продукции классифицируют по запасу энергий в виде химически связанной теплоты (горючие ВЭР), физической теплоты (тепловые ВЭР), потенциальной энергии избыточного давления (ВЭР избыточного давления).

ВЭР могут применяться по следующим направлениям:

– топливному – с использованием не пригодных к дальнейшей переработке горючих отходов в качестве топлива;

– тепловому (холодильному) – с использованием теплоты отходящих газов печей и котлов, теплоты основной, промежуточной и побочной продукции, отрабатанной теплоты горячих воды, пара и воздуха и ВЭР избыточного давления;

– силовому – с использованием механической и электрической энергии, вырабатываемой за счет ВЭР;

– комбинированному – для производства теплоты (холода), электрической или механической энергии.

При разработке предложений и проектов по утилизации энергетических отходов необходимо знать выход ВЭР. Различают удельный и общий выход ВЭР. Удельный выход ВЭР рассчитывают или в единицу времени (1 ч) работы агрегата-источника ВЭР  $q_q^T$ , кДж/с, или в показателях на единицу продукции (кДж/кг, кДж/ед. прод.).

Для тепловых ВЭР

$$q_q^T = m_q \cdot \Delta h = m_q \cdot c \cdot (t_1 - t_2), \quad (4.1)$$

где  $m_q$  – удельный расход энергоносителя (топлива) в единицу времени, кг(м<sup>3</sup>)/с, или на единицу продукции, кг(м<sup>3</sup>)/ед. прод.;

$\Delta h$  – перепад энтальпий на входе и выходе агрегата-источника ВЭР, Дж/кг(м<sup>3</sup>);

$c$  – удельная теплоемкость теплоносителя, кДж/(кг·°С);

$t_1, t_2$  – температура теплоносителя на входе и выходе агрегата-источника ВЭР, °С.

Для горючих ВЭР

$$q_q^T = m_q \cdot Q_H, \quad (4.2)$$

где  $m_q$  – удельный расход энергоносителя (топлива) в единицу времени, кг(м<sup>3</sup>)/с, или на единицу продукции, кг(м<sup>3</sup>)/ед. прод.;

$Q_H$  – низшая теплота сгорания горючих ВЭР, кДж/кг(м<sup>3</sup>).

Для ВЭР избыточного давления

$$q_q^H = m_q \cdot L = m_q \cdot \frac{R}{k-1} \cdot (T_1 - T_2), \quad (4.3)$$

где  $m_q$  – удельный расход энергоносителя (топлива) в единицу времени, кг(м<sup>3</sup>)/с, или на единицу продукции кг(м<sup>3</sup>)/ед. прод.;

$L$  – работа изоэнтропного расширения энергоносителя, кДж/кг;

$R$  – газовая постоянная, кДж/(кг К);

$k$  – постоянная адиабаты;

$T_1, T_2$  – температура газа до и после утилизационной установки, К.

Теоретический выход ВЭР (тепловой  $Q_T$ , кДж/год (кВт·ч/год), или электрической  $W_T$  энергии) за рассматриваемый период времени можно определить либо по объему продукции:

$$Q_T(W_T) = q_q \cdot M, \quad (4.4)$$

где  $q_q$  ( $q_q^T, q_q^r, q_q^H$ ) – удельный выход ВЭР, кДж/кг;

$M$  – расход сырья, топлива или выход основной продукции, кг (ед. продукции)/год,

либо по времени работы установки:

$$Q_T(W_T) = 3600 \cdot q_q \cdot T, \quad (4.5)$$

где  $q_q$  ( $q_q^T, q_q^r, q_q^H$ ) – удельный выход ВЭР, кДж/с;

$T$  – время работы агрегата-источника ВЭР за рассматриваемый период, ч.

Только часть энергии от теоретического выхода ВЭР может быть использована как полезная. Выработанная тепловая энергия в утилизационной установке  $Q_\phi$ , ГДж/год, за счет ВЭР может быть определена как

$$Q_\phi = Q_T \cdot \beta \cdot (1 - \xi) \cdot \sigma \cdot 10^{-6}, \quad (4.6)$$

где  $Q_T$  – теоретический выход тепловой энергии, кДж/год;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий несоответствие режима и числа часов работы утилизационной установки и агрегата-источника ВЭР;

$\xi$  – коэффициент потерь энергии утилизационной установкой;

$\sigma$  – коэффициент использования выработанной теплоты.

Выработка тепловой энергии  $Q_\phi$ , ГДж/год, за счет горючих ВЭР

$$Q_\phi = Q_T \cdot \sigma \cdot 10^{-6}, \quad (4.7)$$

где  $Q_T$  – теоретический выход тепловой энергии, кДж/год;

$\sigma$  – коэффициент использования выработанной теплоты.

Выработка электроэнергии в утилизационной турбине  $W_\phi$ , кДж/год (кВт·ч/год), за счёт ВЭР избыточного давления

$$W_\phi = W_T \cdot \eta_M \cdot \eta_\varepsilon \cdot \eta_o, \quad (4.8)$$

где  $W_T$  – теоретический выход электрической энергии, кДж/год (кВт·ч/год);

$\eta_o$  – относительный внутренний КПД турбины;

$\eta_M$  – механический КПД турбины;

$\eta_\varepsilon$  – КПД электрогенератора.

Годовая экономия уместаемого топлива  $\Delta B$ , т у. т., при использовании горючих ВЭР непосредственно для сжигания рассчитывается как

$$\Delta B = 0,0342 \cdot Q_{\phi} \cdot \frac{\eta_y}{\eta_{зам}}, \quad (4.9)$$

где  $Q_{\phi}$  – использованные горючие ВЭР за рассматриваемый период, ГДж;

$\eta_y$  – КПД утилизационной установки;

$\eta_{зам}$  – КПД установки, работающей на замещаемом топливе.

Годовая экономия топлива  $\Delta B$ , т у. т., при использовании тепловых ВЭР для нагрева пара или воды, теплоснабжения, в случае отдельной схемы энергоснабжения предприятия, определяется как

$$\Delta B = Q_{\phi} \cdot \frac{0,0342}{\eta_{зам}}, \quad (4.10)$$

где  $Q_{\phi}$  – использованные горючие ВЭР за рассматриваемый период, ГДж;

$\eta_{зам}$  – КПД установки, работающей на замещаемом топливе.

При выработке на утилизационной установке электроэнергии или механической работы экономия топлива рассчитывается как

$$\Delta B = \frac{0,123}{\eta_{зам}} \cdot W_{\phi} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 10^{-9} \cdot b_{э} \cdot W_{\phi}, \quad (4.11)$$

где  $b_{э}$  – удельный расход энергоносителя на производство энергии, г у. т./кВт·ч;

$W_{\phi}$  – количество вырабатываемой электроэнергии, кВт·ч/год;

$\eta_{зам}$  – КПД установки, работающей на замещаемом топливе.

## 4.2 Практическая часть

**Задача 4.1.** Предприятие использует топливные ресурсы в размере  $M$ , т/год, которые при переработке дают выход  $m_n$ , м<sup>3</sup>/кг, горючих газов с низкой теплотой сгорания  $Q_n$ , МДж/м<sup>3</sup>. Определить выработку тепловой энергии и годовую экономию топлива от использования горючих ВЭР. Исходные данные к задаче приведены в таблице 4.1.

**Задача 4.2.** Определить возможную выработку электроэнергии и экономию ТЭР в утилизационной турбине за счет избыточного давления. Исходные данные к задаче приведены в таблице 4.2.

**Задача 4.3.** Определить выработку электроэнергии и экономию условного топлива при использовании ВЭР избыточного давления в турбине за счет природного газа, подаваемого на газораспределительный пункт. Исходные данные к задаче представлены в таблице 4.3. Газовая постоянная  $R = 0,52$  кДж/(кг·К),

коэффициент адиабаты природного газа  $k = 1,315$ .

Таблица 4.1 – Исходные данные к задаче 4.1

Вариант	$M$ , т/год	$m_c$ , м <sup>3</sup> /кг	$Q_H$ , МДж/м <sup>3</sup>	$\eta_y$	$\sigma$	$\eta_{зам}$
1	30,5	0,30	20,1	0,60	0,85	0,70
2	22,5	0,33	21,7	0,65	0,70	0,60
3	20,0	0,28	19,6	0,70	0,85	0,65
4	24,5	0,30	22,1	0,65	0,75	0,75
5	21,0	0,33	20,6	0,70	0,90	0,70
6	23,5	0,28	21,2	0,75	0,88	0,80
7	20,5	0,30	21,5	0,70	0,92	0,82
8	20,0	0,33	20,3	0,75	0,74	0,78
9	21,0	0,28	20,8	0,80	0,78	0,74
10	28,0	0,30	21,6	0,68	0,82	0,85
11	20,0	0,33	20,7	0,73	0,86	0,80
12	21,5	0,28	20,6	0,78	0,89	0,86
13	28,0	0,30	21,3	0,67	0,79	0,80
14	22,0	0,33	19,9	0,72	0,77	0,75
15	24,5	0,28	20,2	0,77	0,87	0,88

Таблица 4.2 – Исходные данные к задаче 4.2

Вариант	$M$ , ед. прод.	$m_c$ , м <sup>3</sup> /ед. прод.	$L$ , кВт·ч/м <sup>3</sup>	$\eta_m$	$\eta_\varepsilon$	$\eta_o$	$\eta_{зам}$
1	10000	20,0	10,1	0,60	0,81	0,96	0,85
2	12500	19,5	11,7	0,65	0,89	0,98	0,70
3	13000	18,0	9,6	0,70	0,92	0,92	0,85
4	14500	18,5	12,1	0,65	0,91	0,90	0,75
5	11000	20,5	10,6	0,70	0,90	0,91	0,90
6	13500	20,0	11,2	0,75	0,87	0,97	0,88
7	10500	19,5	11,5	0,70	0,85	0,95	0,92
8	12000	18,0	10,3	0,75	0,88	0,94	0,74
9	11500	18,5	10,8	0,80	0,92	0,93	0,78
10	14000	20,5	11,6	0,68	0,91	0,96	0,82
11	10000	20,0	10,7	0,73	0,90	0,98	0,86
12	12500	19,5	10,6	0,78	0,86	0,92	0,89
13	13000	18,0	11,3	0,67	0,84	0,90	0,79
14	14500	18,5	9,9	0,72	0,83	0,91	0,77
15	11000	20,5	10,2	0,77	0,82	0,97	0,87

Таблица 4.3 – Исходные данные к задаче 4.3

Вариант	$m_{ч}$ , кг/с	$t_1$ , °C	$t_2$ , °C	$T$ , ч	$b_{э}$ , г у. т./ (кВт·ч)	$\eta_m$	$\eta_{э}$	$\eta_o$
1	0,036	220	80	5600	310	0,8	0,92	0,93
2	0,032	200	50	6400	308	0,68	0,91	0,96
3	0,04	210	75	6000	298	0,73	0,9	0,98
4	0,033	240	85	7200	306	0,78	0,86	0,92
5	0,042	230	90	5600	297	0,67	0,84	0,9
6	0,035	220	80	6400	307	0,72	0,83	0,91
7	0,041	200	50	6000	299	0,77	0,82	0,97
8	0,034	210	75	7200	302	0,8	0,92	0,93
9	0,039	240	85	5600	305	0,68	0,91	0,96
10	0,037	230	90	6400	300	0,73	0,9	0,98
11	0,036	220	80	6000	303	0,78	0,86	0,92
12	0,032	200	50	7200	309	0,67	0,84	0,9
13	0,04	210	75	5600	301	0,72	0,83	0,91
14	0,033	240	85	6400	304	0,77	0,82	0,97
15	0,042	230	90	6000	310	0,67	0,84	0,9

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Основные виды вторичных энергетических ресурсов.
- 2 Основные направления применения ВЭР.
- 3 За счет использования каких ВЭР получена наибольшая экономия топлива?

## **5 Практическая работа № 5. Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи**

***Цель работы:*** ознакомиться с защитными свойствами и правилами применения средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи.

### ***5.1 Теоретическая часть***

#### ***5.1.1 Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).***

К СИЗОД относятся фильтрующие противогазы (гражданские, детские, промышленные), камеры защитные детские, респираторы, простейшие средства (ватно-марлевые повязки), изолирующие дыхательные аппараты.

***Фильтрующие противогазы.*** Фильтрующие противогазы предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от вредных примесей, находящихся в воздухе. Они состоят из лицевой части (шлем-маски, маски) и фильтрующе-поглощающей коробки, которые соединяются между собой непосредственно или с помощью соединительной трубки. Кроме того, в комплект входят сумка и незапотевающие пленки, а также в зависимости от типа противогаза мембраны

переговорного устройства и трикотажный чехол для противогазной коробки.

Фильтрующе-поглощающая коробка предназначена для очистки воздуха, подводимого к органам дыхания, от вредных примесей в воздухе.

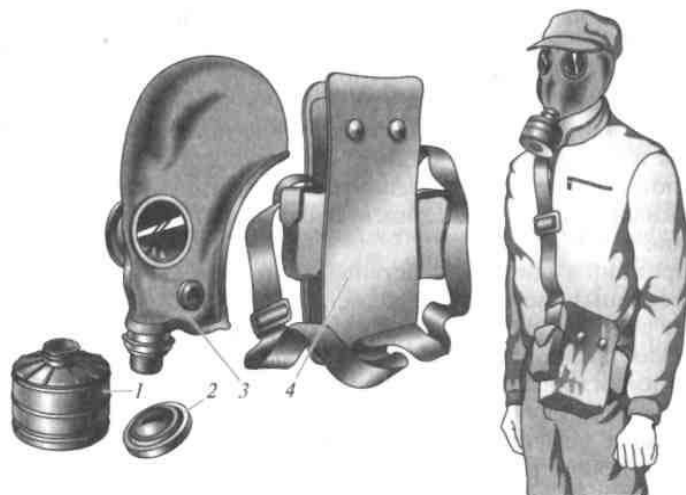
По току воздуха коробка снабжена противоаэрозольным фильтром (ПАФ) и углем-катализатором. Фильтр изготовлен из волокон различной природы (целлюлозы, асбеста, полимерных волокон) диаметром от 0,2 до 30 мкм. Для увеличения фильтрующей поверхности ПАФ собран в прямоугольные или фигурные (в виде улитки) складки. Поверхность развернутого фильтра составляет до 1500 см<sup>2</sup>. На ПАФ воздух очищается от аэрозолей (пыли, дыма, тумана).

От паров и газов воздух очищается в слое угля-катализатора, который еще называется сорбентом. Поглощение паров и газов осуществляется за счет процессов адсорбции, хемосорбции и катализа. Адсорбция – это поглощение газов и паров поверхностью твердого тела, называемого адсорбентом, под действием сил молекулярного притяжения. В противогазах адсорбентом является активированный уголь. Он представляет собой гранулы угля размером 1,0...1,5 мм и обладает большой пористостью.

Лицевая часть противогаза служит для подведения очищенного в коробке воздуха к органам дыхания, а также для защиты лица и глаз. Она состоит из корпуса, очкового узла, клапанной коробки и системы крепления на голове, может оборудоваться также обтекателями, переговорным устройством и системой для приема жидкости. Клапанная коробка служит для разделения потоков вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. В ней размещаются один вдыхательный и два выдыхательных клапана.

**Гражданские противогазы.** Для обеспечения взрослого населения в системе ГО используются противогазы ГП-5, ГП-5М, ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ.

В комплект противогаза ГП-5 входят фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62у (рисунок 5.1). Противогазовая коробка присоединяется непосредственно к лицевой части (ввинчивается в клапанную коробку). Кроме того, в комплект входят сумка и незапотевающие пленки.



1 – противогазовая коробка; 2 – коробка с незапотевающими пленками; 3 – шлем-маска; 4 – сумка для противогаза

Рисунок 5.1 – Гражданский фильтрующий противогаз ГП-5



Рост лицевых частей ШМ-62у и ШМ-66Му определяется по величине вертикального обхвата головы путем ее измерения по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок (рисунок 5.2, а). Измерения округляются до 0,5 см. Лицевая часть ШМ-62у имеет пять ростов. Измерению до 63 см соответствует рост 0, от 63,5 до 65,5 см – рост 1, от 66 до 68 см – рост 2, от 68,5 до 70,5 см – рост 3, от 71 см и более – рост 4.

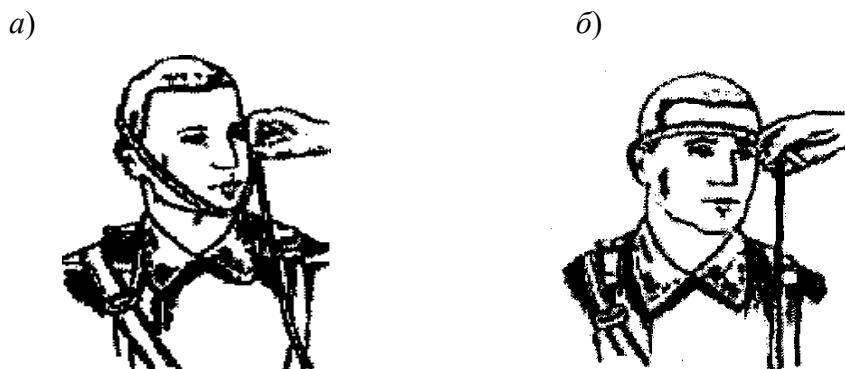


Рисунок 5.2 – Измерение вертикального (а) и горизонтального (б) обхватов головы

В холодное время года лицевые части доукомплектовываются утеплительными манжетами, надеваемыми на очки. Масса противогаза в комплекте – около 1 кг.

Гражданский противогаз ГП-7 состоит из фильтрующей поглощающей коробки ГП-7к, лицевой части МГП, незапотевающих пленок (6 шт.), утеплительных манжет (2 шт.), защитного трикотажного чехла и сумки. Особенностью противогаза ГП-7 является то, что у него меньше сопротивление дыханию и меньше давление лицевой части на голову. Это позволяет увеличить время пребывания в противогазе, а также противогазом могут пользоваться люди старше 60 лет, больные с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. В ГП-7 имеется мембранное устройство, позволяющее пользоваться телефоном, радио, общаться с другими людьми.

Подбор лицевой части МГП необходимого типоразмера (роста) осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхватов головы (см. рисунок 5.2, а, б). Горизонтальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей спереди по надбровным дугам, сбоку на 2...3 см выше края ушной раковины и сзади через наиболее выступающую точку головы. Вертикальный обхват измеряют так же, как при подборе ШМ-62у. Измерение округляется с точностью до 5 мм. По сумме двух измерений устанавливают нужный типоразмер и положение (номер) упоров лямок наголовника, в котором они фиксируются (таблица 5.1). Положение упоров лямок указывают: первой цифрой – номер лобной лямки, второй – височных, третьей – щечных.

**Респираторы.** Респиратор представляет собой облегченное СИЗОД. Респираторы получили широкое распространение в шахтах, химически вредных и запыленных предприятиях, при покрасочных, погрузочно-разгрузочных и дру-

гих работах. По конструкции респираторы делят на две группы:

- 1) фильтрующий материал которых одновременно служит и лицевой частью;
- 2) у которых отдельные лицевая часть и фильтрующе-сорбционный элемент (патрон).

Таблица 5.1 – Определение размера противогаза ГП-7 (ГП-7В)

Сумма обхватов головы, см	До 118,5	119...121	121,5...123,5	124...126	126,5...128,5	129...131	131 и более
Рост лицевой части	1	1	2	2	3	3	3
Номера упоров лямок	4-8-8	3-7-8	3-7-8	3-6-7	3-6-7	3-5-6	3-4-5

По назначению респираторы подразделяются на следующие.

1 Противопылевые респираторы: ШБ-1 «Лепесток», У-2К (Р-2), Ф-62Ш, РП-91Ш, ФОРТ-П, РПА-1 и др.

2 Противогазовые респираторы: РПГ-67, ФРЭД.

3 Газопылезащитные респираторы: РУ-60М и ЛУР-1П, У-2ПГ, «Уралец».

Противопылевые респираторы защищают органы дыхания от аэрозолей различных видов, противогазовые – от вредных паров и газов, газопылезащитные – от газов, паров и аэрозолей при их одновременном присутствии в воздухе. В зависимости от срока службы респираторы могут быть одноразового применения (ШБ-1 «Лепесток», «Кама») и многократного использования, в которых предусмотрена замена фильтров.

К простейшим средствам защиты органов дыхания относятся противопыльная тканевая маска (ПТМ) и ватно-марлевая повязка (ВМП).

Все СИЗОД, в том числе простейшие, необходимо приводить в готовность при угрозе возникновения ЧС, связанной с любым видом заражения воздуха. Продолжительность пользования ПТМ и ВМП – не более 4 ч.

**Изолирующие дыхательные аппараты (ИДА).** Такие аппараты предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от любой вредной примеси в воздухе независимо от ее концентрации и содержания кислорода. Они применяются в случаях, если состав и концентрация ОХВ неизвестны, если содержание кислорода в воздухе недостаточно (менее 18 %) или он отсутствует и если время защитного действия фильтрующих СИЗОД недостаточно для выполнения необходимого объема работ. Дыхание в ИДА осуществляется за счет запаса воздуха (кислорода), находящегося в самом аппарате.

По способам создания запасов кислорода ИДА делятся на три группы:

- 1) со сжатым воздухом (АСВ-2, «Влада»);
- 2) со сжатым кислородом (КИП-7, КИП-8);
- 3) химически связанным кислородом (ИП-4, ИП-5).

Изолирующий дыхательный аппарат должен обеспечить подачу кислорода в требуемых человеку количествах при любых физических нагрузках, а также поглощать выдыхаемый углекислый газ.

### 5.1.2 Средства защиты кожи.

Средства защиты кожи – это изделия, предназначенные для защиты кожных покровов человека от воздействия ОВ, ХОВ, РВ, бактериальных средств и тепловых потоков. Они применяются в комплекте с СИЗОД. Средства защиты кожи подразделяют на специальные, изготовленные промышленностью, и подручные, изготовленные населением. По принципу защитного действия выделяют фильтрующие и изолирующие СЗК. Фильтрующие СЗК предназначены для защиты от вредных веществ, находящихся в паровой (газовой) фазе, и аэрозолей; изолирующие СЗК защищают от веществ, находящихся в жидкой фазе.

**Фильтрующие СЗК.** Фильтрующие СЗК изготавливают из воздухопроницаемых тканей. Их защитное действие от ОВ и ХОВ основано на физико-химическом или химическом взаимодействии паров (газов) вредной примеси с веществом, которым пропитана ткань. Фильтрующие СЗК достаточно разнообразны как по конструкции, так и по назначению (для оснащения личного состава военизированных и невоенизированных формирований, рабочих производственных помещений, лабораторий и т. д.).

Комплект защитной фильтрующей одежды ЗФО-58 предназначен для защиты от паров и аэрозолей ОВ, ХОВ, бактериальных средств и радиоактивной пыли. В состав комплекта входят хлопчатобумажный комбинезон, пропитанный водным раствором специальной пасты – химическими веществами, задерживающими пары ОВ и ХОВ или нейтрализующими их, а также мужское нательное белье (рубаша и кальсоны), хлопчатобумажный подшлемник и две пары портянок (одна из которых пропитана тем же составом, что и комбинезон) (рисунок 5.3). Нательное белье, подшлемник и непропитанная пара портянок нужны для того, чтобы не допустить потертостей кожных покровов и раздражения от пропиточного состава. Комбинезоны выпускаются трех размеров: № 1 – для людей ростом до 160 см; № 2 – от 161 до 170 см; № 3 – выше 171 см.

Комплект ЗФО-58 применяется вместе с противогазом, резиновыми сапогами и перчатками.

**Изолирующие СЗК.** Их изготавливают из воздухо непроницаемых прорезиненных тканей или полимерных материалов. Применяют при выполнении дегазационных, дезактивационных и дезинфекционных работ в очагах поражения и зонах заражения, при работах по ликвидации опасных химических аварий и с агрессивными жидкостями и веществами. Защитные свойства изолирующих СЗК характеризуются временем защитного действия и промокаемостью.

Время защитного действия – это время от момента воздействия жидкого или парообразного вещества на внешнюю сторону материала до момента появления на внутренней стороне пара в количестве, соответствующем пороговой токсодозе. Промокаемость – это время с момента воздействия жидкого вещества на внешнюю сторону материала до его появления на внутренней стороне в жидком виде.

Изолирующие СЗК оказывают влияние на теплообмен организма. При высокой температуре и тяжелых физических нагрузках организм может сильно перегреться, что приведет к тепловому удару, поэтому существуют нормативные ограничения по времени работы в изолирующих СЗК при различных тем-

пературах. Влажные экранирующие комбинезоны изготавливают из хлопчатобумажной ткани. Их надевают поверх изолирующих СЗК и периодически смачивают водой (8...10 л воды однократно через 30 мин работы).

Основными средствами изолирующего типа являются легкий защитный костюм Л-1 и общевойсковой защитный комплект ОЗК.

Легкий защитный костюм Л-1 является специальным средством защиты личного состава формирований ГО объекта и используется при длительных действиях на зараженной местности, а также при выполнении дезактивационных и дегазационных работ (рисунок 5.3).



1 – брюки с чулками; 2 – подшлемник; 3 – рубашка с капюшоном; 4 – двухпалые перчатки; 5 – сумка

Рисунок 5.3 – Легкий защитный костюм Л-1

Костюм состоит из брюк с защитными чулками, рубашки с капюшоном, подшлемника и двухпалых перчаток. Брюки сшиты вместе с чулками, заканчивающимися резиновой ооюзкой. К ним пришиты тесемки для крепления к ногам. В верхней части брюк находятся плечевые лямки и полукольца.

Рубашка совмещена с капюшоном, сзади к ее нижнему обрезу пришит промежуточный хлястик, который пропускается между ног и застегивается на пуговицу в нижней части рубашки спереди. Рукава заканчиваются петлями, которые надеваются на большой палец после перчаток. Изготавливаются костюмы трех размеров: № 1 – для людей ростом до 165 см; № 2 – от 165 до 172 см; № 3 – выше 172 см. Масса костюма составляет около 3 кг.

Общевойсковой защитный комплект (ОЗК) имеет аналогичное с Л-1 назначение. Комплект изготовлен из специальной прорезиненной ткани и состоит из защитных плаща ОП-1, чулок и перчаток. Плащ имеет две полы, борта, рукава, капюшон, хлястик, шпеньки, тесемки с закрепками, позволяющие использовать его в виде накидки, надетым в рукава и в виде комбинезона. Плащ из-

готовливают для четырех ростов: № 1 – до 166 см; № 2 – от 166 до 172 см; № 3 – от 172 до 178 см; № 4 – от 178 см и выше.

Защитные чулки надевают поверх обычной обуви. Каждый чулок крепится к ноге двумя или тремя тесемками, а к поясному ремню – одной. Защитные чулки изготавливают трех размеров: № 1 – для обуви 37...40 размера; № 2 – для обуви 41...42 размера; № 3 – для 43 размера и более.

Защитные перчатки сделаны из резины с обтюратором из импрегированной (пропитанной специальным составом) ткани. Изготавливают два вида перчаток – зимние (двупалые) и летние (пятипалые). Все перчатки одного размера.

К изолирующим СЗК относится также комплект изолирующий химический КИХ-4, комплект защитный аварийный (КЗА) и др.

Медицинские средства индивидуальной защиты – это медицинские препараты и изделия, предназначенные для предотвращения или ослабления воздействия на человека поражающих факторов источников ЧС. К ним относятся индивидуальный противохимический пакет ИПП-8 (9, 10, 11), пакет перевязочный индивидуальный, аптечка первой медицинской помощи универсальная.

**Индивидуальный противохимический пакет ИПП-8 (ИПП-9, ИПП-10, ИПП-11).** Предназначен для обеззараживания капельно-жидких ОВ на открытых участках кожи, одежде и СИЗ при проведении специальной обработки.

В комплект входят флакон с дегазирующим раствором, четыре ватно-марлевых тампона и памятка. При попадании ОВ на открытые участки кожи и одежды необходимо смочить тампон жидкостью из флакона и протереть им зараженные участки кожи и участки одежды, прилегающие к открытым участкам кожи. При обработке может появиться ощущение жжения, но оно быстро проходит. Жидкость ядовита и опасна при попадании внутрь и в глаза.

**Аптечка первой медицинской помощи** универсальная комплектуется согласно утвержденному перечню.

## 5.2 Практическая часть

1 Произвести замеры вертикального и горизонтального обхватов головы и высоты лица.

2 Подобрать средства индивидуальной защиты органов дыхания.

3 Результаты измерений и подбора СИЗОД занести в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Подбор средств индивидуальной защиты органов дыхания

Вертикальный обхват головы, см	Горизонтальный обхват головы, см	Сумма измерений головы, см	Высота лица, мм	Размер лицевой части противогаза ГП-5	Размер противогаза ГП-7, номера положений упоров лямок	Размер респиратора Р-2

4 Практические работы измерений и подбора СИЗК:

– измерить рост, обхват груди, определить размер обуви;

- подобрать средства защиты кожи;
- результаты измерений и подбора СИЗ занести в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Подбор средств защиты кожи

Рост, см	Размер одежды (полуобхват груди), см	Размер обуви	Размер за- щитного плаща ОЗК	Размер за- щитных чу- лок ОЗК	Размер защит- ного костюма Л-1	Размер ком- бинезона ЗФО-58

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Принцип действия фильтрующих противогазов.
- 2 Где используются изолирующие противогазы? Их принцип работы.
- 3 Какие респираторы используются на производстве?
- 4 Классификация СИЗК. Изолирующие СИЗ кожи. Назначение и состав защитного комбинезона и костюма – ОЗК и Л-1.
- 5 Медицинские средства индивидуальной защиты.

## **6 Практическая работа № 6. Пожарная безопасность**

**Цель работы:** ознакомиться с устройством, принципом действия и областью применения средств и методов пожаротушения, принципом действия пожарной сигнализации.

### ***6.1 Теоретическая часть***

#### ***6.1.1 Средства и методы тушения пожаров.***

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Особенно опасны пожары в местах хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и газов.

Применяемые средства пожаротушения должны максимально ограничивать размеры пожара и обеспечивать его тушение.

Огнегасящие вещества, используемые при этом, должны обладать одним или несколькими из следующих свойств:

- охлаждать поверхность горения;
- изолировать вещество из зоны горения;
- понижать концентрацию кислорода в зоне горения;
- замедлять или полностью прекращать горение химическим путем.

Наиболее эффективными огнегасящими веществами являются вода, вода с добавками поверхностно-активных веществ, пена, порошковые составы, негорючие газы, галоидированные углеводороды.

Выбор огнетушащего вещества зависит от класса пожара. Согласно ГОСТ 12.1.004–91 пожары делятся на пять классов – А, В, С, D, Е (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Классы пожаров

Класс пожара	Характеристика горючей среды	Огнетушащее вещество
А	Твердые горючие материалы (древесина, уголь, бумага, резина, текстиль)	Все виды огнетушащих веществ
В	Горючие жидкие и плавящиеся при нагревании материалы	Распыленная вода, все виды пен, порошки
С	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	СО <sub>2</sub> , азот, порошки, галоидоуглеводороды
Д	Легкие и щелочные металлы (алюминий, магний, калий, натрий и др.)	Порошки
Е	Электроустановки, находящиеся под напряжением	СО <sub>2</sub> , порошки, галоидоуглеводороды

**Вода.** Вода является наиболее дешевым и распространенным средством пожаротушения. Она охлаждает горящую поверхность, а образующийся при этом водяной пар понижает концентрацию горючих газов и кислорода вокруг горящего вещества, изолирует вещество от зоны горения и тем самым способствует прекращению горения (из 1 л воды образуется 1725 л пара).

Как средство пожаротушения, вода применяется в виде компактных и распыленных струй для тушения большинства горючих веществ и материалов, создания водяных завес и охлаждения объектов вблизи очага пожара. Вода со смачивателями (0,5 %...2 %) – для тушения плохо смачивающихся веществ и материалов (хлопок, сажа и т. п.). Воду не применяют лишь для тушения пожаров на складах с веществами, выделяющими при взаимодействии с водой горючие газы (карбид кальция), а также в случае возможности возникновения взрыва (калий, магний) и обильного выделения отравляющих веществ.

На промышленных предприятиях и в населенных пунктах в качестве источников пожарного водоснабжения используются естественные источники (реки, озера), а также специально проложенные для этих целей наружные водопроводные сети с гидрантами.

В производственных и общественных зданиях, а также в жилых зданиях повышенной этажности устраивается внутреннее пожарное водоснабжение с пожарными кранами, укомплектованными рукавом и стволом.

**Водяной пар технологического назначения и отработанный.** Огнегасительная эффективность пара невелика, поэтому его рекомендуется применять для тушения загораний в помещениях объемом до 500 м<sup>3</sup>. Вытесняя кислород воздуха из объема, водяной пар прекращает процесс горения.

**Пена.** Пена представляет собой массу пузырьков газа (углекислый газ, воздух), заключенных в тонкие оболочки жидкости. Растекаясь по поверхности горящего вещества, пена изолирует его от пламени, вследствие чего прекращается поступление горючих паров и кислорода воздуха в зону горения. Пена классифицируется по ряду признаков:

- по способу получения (химическая и воздушно-механическая);
- по производительности (обычной кратности ( $K = 10...80$ ) и высокократная ( $K = 80$  и более)).

Кратность  $K$  – это число, которое показывает, во сколько раз объем пены превышает объем раствора, взятого для ее получения.

Пена воздушно-механическая – это смесь воздуха, воды и пенообразующих веществ. Покрывая место загорания, она локализует его, предотвращая доступ кислорода воздуха. Пена воздушно-механическая обычной кратности применяется для тушения нефтепродуктов. Воздушно-механическая пена получается в специальных аппаратах, пеногенераторах.

**Порошковые составы.** Применяются для тушения легковоспламеняющихся жидкостей, сжиженных газов, а также для тушения пожаров в тех случаях, когда другие средства тушения непригодны или малоэффективны. Так, например, загорание таких металлов, как калий, натрий, литий, уран, титан, магний. Порошковые составы создают на поверхности металлов жидкую пленку, которая изолирует поверхность горения от воздуха.

Порошковые составы неэлектропроводны, что дает возможность использовать их при тушении пожаров оборудования и аппаратов, находящихся под напряжением (трансформаторы и т. п.). Порошковые составы почти нетоксичны, не оказывают вредных воздействий на материалы и используются при тушении загораний в виде пылевого облака или в сочетании с распыленной водой и пенными средствами тушения.

**Негорючие газы (инертные).** К ним относят углекислый газ, азот, аргон, дымовые газы. Они понижают концентрацию кислорода в очаге горения и тормозят процесс горения. Их целесообразно использовать в тех случаях, когда применение воды может вызвать взрыв или повреждение аппаратуры и т. п.

**Галлоны, хладоны.** Галлоны – это составы, полученные на основе галоидированных углеводородов. Так, например, фреон по эффективности превышает  $\text{CO}_2$  в 14 раз. Используются они для тушения, пламеподавления и для тушения дорогостоящего оборудования, выключенного из сети, т. к. в случае возникновения электрической дуги может произойти взрыв.

**Водоснабжение.** Системой водоснабжения называют комплекс инженерно-технических сооружений, предназначенных для забора воды из природных источников, подъема ее на высоту, очистки (в случае необходимости), хранения запасов и подачи ее к местам потребления.

Противопожарный водопровод (наружный и внутренний) является одним из наиболее важных элементов системы противопожарного водоснабжения. Для отбора воды из наружного водопровода на нем устанавливают на расстоянии 100...150 м пожарные гидранты. Гидранты устанавливают на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части дороги и не ближе 5 м от стен зданий, чтобы обеспечивался удобный подъезд к ним пожарных автомобилей.

**Первичные средства пожаротушения.** Первичные средства пожаротушения – это средства, которые используются в начальной стадии загорания. Они просты в обращении. Обычно они располагаются в открытых и доступных местах и должны постоянно находиться в боевой готовности. Количество первичных средств пожаротушения определяется в зависимости от назначения помещения, пожарной опасности техпроцесса (ППБ-2014).

К первичным средствам пожаротушения относятся:



- огнетушители;
- пожарные щиты, укомплектованные инструментами;
- ящики с песком.

Самым распространенным видом первичных средств пожаротушения являются огнетушители. Все огнетушители можно классифицировать:

- по виду огнегасящего состава:
  - а) жидкостные (вода с добавками поверхностно-активных веществ);
  - б) пенные (воздушно-пенные);
  - в) газовые (углекислотные);
  - г) порошковые и др.;
- по размерам и количеству огнетушащего состава:
  - а) малолитражные – до 5 л;
  - б) промышленные ручные – от 5 до 10 л;
  - в) передвижные (возимые) и стационарные – более 10 л.

**Газовые (углекислотные) огнетушители.** Углекислотные огнетушители бывают ручные, стационарные и передвижные. Предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, а также электроустановок, находящихся под напряжением до 10 кВ.

Принцип действия углекислотных огнетушителей основан на свойстве углекислого газа изменять агрегатное состояние. Так, в огнетушителе типа ОУ находится углекислота в жидком состоянии (при 0 °С и давлении 3,5 МПа), причем 1 кг жидкости занимает 1,34 л объема.

Для приведения огнетушителя в действие углекислота по сифонной трубке выходит наружу через раструб, при этом происходит переход углекислоты в снегообразное состояние (твердая фаза), объем ее увеличивается в 400...500 раз, поглощается большое количество тепла. Углекислота превращается в «снег» с температурой минус 72 °С. Эту «снегообразную» массу применяют для локального тушения загораний. Тушение при этом происходит за счет действия двух факторов: уменьшается концентрация кислорода в зоне горения и понижается температура в очаге. «Снег» постепенно превращается в газ, минуя жидкое состояние, опять переходит в газообразное состояние. При применении углекислотных огнетушителей следует учитывать токсичность  $\text{CO}_2$ .

**Порошковые огнетушители.** Применяются для ликвидации загораний и пожаров всех классов и предназначены для тушения загораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, щелочных металлов, электроустановок, находящихся под напряжением. В качестве огнетушащего состава используют порошки, тип которых определяется, как правило, специфическими особенностями конкретных веществ и материалов, подлежащих тушению. При работе ОП-1 образуется плотное порошковое облако, которое быстро подавляет пламя. При работе огнетушителя необходимо защищать органы дыхания и глаза от попадания порошка. Продолжительность действия – не менее 10 с.

#### *6.1.2 Системы автоматического пожаротушения и пожарные извещатели.*

**Системы автоматического пожаротушения.** Спринклерная установка представляет собой разветвленную, заполненную водой систему труб, оборудо-

ванную спринклерными головками. Один спринклер устанавливают на площади 6...9 м<sup>2</sup> помещения в зависимости от пожарной опасности производства. Спринклерные установки могут быть трех систем: водяной, сухотрубной, смешанной. При водяной системе все трубопроводы постоянно заполнены водой. Эта система применяется для отопления помещений. При сухотрубной системе трубы наполнены сжатым воздухом, выходящим при пожаре и открывающим доступ воде. Эта система применяется в неотапливаемых помещениях. При смешанной системе трубы в теплое время заполнены водой, а в холодное – сжатым воздухом. Спринклер является ответственной деталью установки. Спринклеры изготавливают на различные температуры срабатывания: 73 °С, 93 °С, 141 °С и 182 °С.

Дренчерная установка предназначена для образования водяных завес, защиты от возгорания при пожаре в соседнем сооружении, образования водяных завес в помещении с целью предупреждения распространения огня и для противопожарной защиты в условиях повышенной пожарной опасности.

Спринклерные и дренчерные установки всегда остаются открытыми и одновременно с подачей воды к месту возникновения пожара дают сигнал пожарной тревоги.

**Пожарные извещатели.** Технические средства обнаружения загораний, или извещатели, предназначены для получения информации о состоянии контролируемых признаков пожара на контролируемом объекте.

Классификация пожарных извещателей.

Ручные извещатели подключены к приемной станции, предназначены для передачи информации о пожаре по линии связи на технические средства оповещения с помощью человека, обнаружившего пожар, и должны размещаться на высоте 1,5 м от уровня пола.

Автоматические пожарные извещатели по виду контролируемого признака пожара подразделяются на тепловые, дымовые, световые, комбинированные, ультразвуковые.

**Тепловые извещатели.** Принцип действия тепловых извещателей заключается в изменении свойств чувствительных элементов при изменении температуры. В качестве чувствительных элементов применяют биметаллические пластинки, легкоплавкие сплавы, терморезисторы и др.

**Дымовые извещатели.** Существует два основных принципа обнаружения дыма: оптико-электронный и радиоизотопный. Характерной особенностью дымов является способность поглощать и рассеивать свет, чем и обусловлена их непрозрачность. Процессы рассеивания и поглощения света определяются физико-химическими показателями дыма и оптическими свойствами света.

**Световые извещатели.** Открытое пламя излучает свет в широком диапазоне спектра – от ультрафиолетового до инфракрасного. Световые извещатели регистрируют излучение открытого пламени на фоне посторонних источников света. Чувствительными элементами служат фотоприемники с различными принципами действия.

Комбинированные извещатели выполняют функции теплового и дымового извещателя. Выполнены они на базе дымового извещателя с добавлением эле-

ментов электрической схемы, необходимой для работы теплового извещателя.

Ультразвуковые датчики предназначены для обнаружения в закрытых помещениях движущихся объектов (колеблющееся пламя, идущий человек).

## ***6.2 Практическая часть***

Отчет должен содержать ответы на контрольные вопросы.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Методы и средства пожаротушения.
- 2 Устройство и принцип действия первичных средств пожаротушения.
- 3 В чем отличие спринклерной и дренчерной систем пожаротушения?
- 4 Назовите и охарактеризуйте виды пожарных извещателей.

## **7 Практическая работа № 7. Категорирование зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности**

**Цель работы:** изучить категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности; произвести расчет категории складского помещения.

### ***7.1 Теоретическая часть***

Среди чрезвычайных событий, инициирующих ЧС техногенного характера, пожары занимают особое место, поскольку происходят часто и на самых различных объектах и что, может быть, самое главное – являются источником последующих катастрофических событий – взрывов на химически и радиационноопасных объектах, водном и воздушном транспорте, трубопроводах и т. д. С другой стороны, взрывы часто сопровождаются пожарами.

Пожаром принято называть неконтролируемое горение вне специального очага, приводящее к ущербу. Горение – основной процесс пожара, это относительно быстропротекающая экзотермическая реакция соединения или разложения веществ, сопровождающаяся выделением значительного количества тепла и свечением.

Пространство, в котором развивается пожар и проявляется его поражающее действие, в общем случае условно можно разделить на три зоны:

- 1) зона горения (очаг пожара);
- 2) зона теплового воздействия;
- 3) зона задымления.

Характеристики пожароопасности некоторых материалов приведены в таблице 7.1.

Для профилактики пожаров на производстве одним из важных факторов является определение категорий зданий, помещений и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Категории помещений, зданий и

наружных установок следует применять для установления нормативных требований по обеспечению взрывопожарной и пожарной безопасности указанных помещений, зданий и наружных установок в отношении планировки застройки, этажности и площадей пожарных отсеков, размещения помещений, обеспечения эвакуации людей, конструктивных решений, инженерного оборудования.

Таблица 7.1 – Характеристики пожарной опасности некоторых материалов

Продукт (ГОСТ, ТУ) (состав смеси), % (масс.)	Теплота сгорания, кДж/кг	Продукт (ГОСТ, ТУ) (состав смеси), % (масс.)	Теплота сгорания, кДж/кг
Бензин авиационный Б-70	44094	Краситель фталоцианотен 4 «З» М	13706
Бензин А-72 (зимний)	44239	Ледерин (кожзаменитель)	17706
Бензин АИ-93 (летний)	43641	Линкруст поливинилхлоридный	17008
Бензин АИ-93 (зимний)	43641	Линолеум масляный	20907
Дизельное топливо «З»	43590	Линолеум поливинилхлоридный	14310
Дизельное топливо «Л»	43419	Линолеум поливинилхлоридный двухслойный	17910
Керосин осветительный КО-20	43692	Линолеум поливинилхлоридный на войлочной основе	6570
Керосин осветительный КО-22	43692	Линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе	20290
Керосин осветительный КО-25	43692	Линопор	19710
Ксилол (смесь изомеров)	43154	Краситель 9-78Ф п/э	20607
Уайт-спирит	43966	Натрий металлический	10880
Масло трансформаторное	43111	Органическое стекло	27670
Масло АМТ-300	42257	Полистирол	39000
Масло АМТ-300 Т	41778	Резина	33520
Растворитель Р-4	40936	Текстолит	20900
Растворитель Р-5	43154	Пенополиуретан	24300
Растворитель Р-12	43154	Волокно штапельное	13800
Растворитель М	36743	Волокно штапельное в кипе	13800
Растворитель РМЛ	40936	Полиэтилен	47140
Растворитель РМЛ-218	43154	Полипропилен	45670
Растворитель РМЛ-315	43154	Хлопок в тюках	16750
Уайт-спирит	43966	Хлопок разрыхленный	15700
Бумага	13400	Лен разрыхленный	15700
Древесина	13800	Хлопок + капрон (3:1)	16200
Кальций (стружка)	15800	Фанера клееная	20300
Канифоль	30400	Плиты ДСП, ДВП	17400
Кинопленка триацетатная	18800	Искусственная кожа	17760
Капрон	31009	Пенополиуретан	24300
Карболитовые изделия	26900	Смазочное масло	41870
Каучук СКС	43809	Ткань синтетическая	22310
Каучук натуральный	44703	Пергамин	17400
Каучук хлоропреновый	27909	Краситель жировой 5С	33108

В настоящее время [4] устанавливает методику определения категорий помещений и зданий производственного и складского назначений по взрывопожарной и пожарной опасности в зависимости от количества и пожароопасных свойств обращающихся в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов размещенных в них производств. Категории помещений, определенные расчетами, следует использовать для установления нормативных требований по обеспечению взрывопожарной и пожарной безопасности в отношении планировки, площадей, конструктивных решений, размещения оборудования, его исполнения, оборудования помещений автоматической пожарной сигнализации, автоматическим пожаротушением и другими техническими средствами противопожарной защиты.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 7.2.

Таблица 7.2 – Определение категорий помещений

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А (взрывопожароопасная)	Горючие газы (далее – ГГ), легковоспламеняющиеся жидкости (далее – ЛВЖ) с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б (взрывопожароопасная)	Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости (далее – ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пыле- или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 (пожароопасные)	ГГ, ЛВЖ, ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом взрываться и гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категории А или Б
Г1	ГГ, ЛВЖ, ГЖ, твердые горючие вещества и материалы, которые сжигаются или утилизируются в процессе контролируемого горения в качестве топлива
Г2	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии, горючие и трудногорючие вещества и материалы в таком количестве, что удельная пожарная нагрузка на участке их размещения в помещении не превышает 100 МДж/м <sup>2</sup> , а пожарная нагрузка в пределах помещения – 1000 МДж

*Примечания*

1 Разделение помещений на категории В1–В4 осуществляется согласно подразделу 5.3

технического кодекса [7].

2 К категории В4 допускается относить помещения (без проведения соответствующего расчета), в которых находятся:

– горючие и трудногорючие жидкости с температурой вспышки 120 °С и выше в системах смазки, охлаждения и гидропривода оборудования массой менее 60 кг на единицу оборудования при давлении в системе менее 0,2 МПа, при этом расстояние между оборудованием не нормируется;

– трудногорючие вещества и материалы, строительные материалы группы горючести Г1 в качестве временной пожарной нагрузки. Масса трудногорючих веществ и материалов, строительных материалов группы горючести Г1 не ограничивается при условии отсутствия в помещении иных горючих веществ и материалов. При наличии в помещении горючих веществ и материалов расчет производится с учетом полной массы трудногорючих веществ и материалов, строительных материалов группы горючести Г1;

– электрические кабели для запитки технологического и инженерного оборудования, приборов освещения (за исключением маслonaполненных), при этом указанное положение не распространяется на серверные, помещения АТС и аналогичные;

– ГГ (при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, согласно расчету не относятся к категории А и отсутствует иная пожарная нагрузка).

При обращении в помещении легковоспламеняющихся жидкостей (газов, пылей) в качестве критерия, определяющего отнесение помещения к какой-либо категории, применяется значение избыточного давления взрыва газо-, паро- или пылевоздушной смеси с кислородом воздуха.

В случае, если избыточное давление взрыва превышает 5 кПа, помещение необходимо отнести к взрывоопасной категории (А либо Б), если избыточное давление взрыва составляет 5 кПа и менее, помещение относится к категории В (В1-В4) или Д по пожарной опасности.

За критерий при отнесении помещения к какой-либо из пожароопасных категорий, принимается значение удельной пожарной нагрузки на любом из участков ее размещения.

**Определение пожароопасной категории помещения.** Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Пожароопасные категории помещений

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка $g$ на участке, МДж/м <sup>2</sup>	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1400...2200	См. п. 5.3.2 ТКП 474–2013
В3	200...1400	То же
В4	100...200	На любом участке пола помещения площадью не более 10 м <sup>2</sup> . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно п. 5.3.4 ТКП 474-2013

Если при определении категории В2 или В3 количество пожарной нагрузки  $Q$ , определенное по формуле (7.1), отвечает неравенству

$$Q = 0,64 \cdot g_T \cdot H^2, \quad (7.1)$$

то помещение будет относиться к категории В1 или В2 соответственно.

Здесь  $g_T = 2200 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$  при  $1400 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2} < g \leq 2200 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$  и  $g_T = 1400 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$  при  $200 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2} < g \leq 1400 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ .

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка  $Q$ , МДж, определяется из соотношения

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{ni}^p, \quad (7.2)$$

где  $G_i$  – количество  $i$ -го материала пожарной нагрузки, кг;

$Q_{ni}^p$  – низшая теплота сгорания  $i$ -го материала пожарной нагрузки, МДж·кг<sup>-1</sup>.

Удельная временная пожарная нагрузка  $g$ , МДж·м<sup>-2</sup>, определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (7.3)$$

где  $S$  – площадь размещения пожарной нагрузки, определяется как ее линейная проекция на пол в пределах пожарного участка (не менее 10 м<sup>2</sup> и не более площади помещения), м<sup>2</sup>.

При наличии в технологическом оборудовании ЛВЖ, ГЖ площадь размещения пожарной нагрузки определяется с учетом следующих предпосылок:

- в процессе аварии все содержимое аппарата поступает в помещение;
- под площадью размещения пожарной нагрузки понимается площадь разлива ЛВЖ, ГЖ, ограниченная бортиками, поддонами, сливными емкостями и др.

В помещениях категорий В1–В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в таблице 7.3. В помещениях категории В4 при пожарной нагрузке более 2000 МДж (в пределах помещения) расстояния между участками размещения пожарной нагрузки должны быть более предельных, в противном случае помещение относится к категории В3.

## 7.2 Практическая часть

**Задача.** Произвести расчет категории складского помещения общей площадью 200 м<sup>2</sup>. Помещение не оборудовано системой автоматического пожаротушения и пожарной сигнализацией. Исходные данные представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Исходные данные для задачи

Номер варианта	Продукт (ГОСТ, ТУ) (состав смеси), % (масс.)	Количество пожарной нагрузки $G_i$ , кг				Площадь размещения пожарной нагрузки $S$ , м <sup>2</sup>	Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия $H$ , м
		Вариант					
		1	2	3	4		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Бумага	100	150	200	250	11	3
	ДВП	50	100	150	200		
2	Картон	200	300	400	500	12	3,5
	Поливинилхлорид	100	150	200	250		
3	ДСП	150	300	350	500	13	3,75
	Линолеум масляный	200	250	300	350		
4	Кальций (стружка)	400	300	200	250	14	4
	Деревянные стеллажи	450	500	350	550		
5	Древесина	150	200	250	300	15	4,25
	Капрон	400	500	600	700		
6	Линолеум поливинилхлоридный	60	45	65	70	16	4,5
	Органическое стекло	50	55	75	80		
7	Линолеум поливинилхлоридный двухслойный	125	230	332	455	17	4,75
	ДВП	50	55	60	65		
8	ДСП	234	326	432	545	18	5
	Линолеум поливинилхлоридный на войлочной основе	100	120	140	160		
9	Бумага	130	132	180	145	19	5,25
	Искусственная кожа	250	270	290	310		
10	Картон	340	444	220	330	20	5,5
	Линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе	220	240	260	280		
11	Ткань синтетическая	329	425	537	625	21	5,75
	Деревянные стеллажи	200	220	180	160		
12	Киноплёнка триацетатная	41	20	70	20	22	6
	Хлопок + капрон (3:1)	300	340	380	420		
13	Карболитовые изделия	25	38	32	40	23	6,5
	Деревянные стеллажи	230	360	420	480		
14	Каучук СКС	25	40	33	55	24	6,75
	Картон	30	40	50	70		
15	Каучук натуральный	45	20	25	40	25	7



Окончание таблицы 7.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	Бумага	70	80	90	100		
16	Каучук хлоропреновый	320	324	235	425	26	7,25
	Ткань синтетическая	80	90	100	110		
17	Краситель жировой 5С	200	370	450	260	27	7,5
	Уайт-спирит	5	7	9	11		
18	Краситель 9-78Ф п/э	27	21	40	25	28	7,75
	Деревянные стеллажи	100	129	150	170		
19	Ледерин (кожзаменитель)	390	445	521	628	29	8
	ДВП	105	115	125	145		
20	Линкруст поливинилхлоридный	335	233	740	555	30	8,25
	ДСП	205	210	215	220		
21	Полиэтилен	25	22	30	32	11	8,5
	Бумага	15	20	25	30		
22	Волокно штапельное	300	500	470	370	17	8,75
	Картон	25	30	35	40		
23	Хлопок в тюках	450	400	320	700	15	9
	Древесина	105	130	160	190		
24	Лен разрыхленный	437	580	626	218	25	5
	Деревянные стеллажи	134	145	156	167		
25	Фанера клееная	25	30	37	45	10	6,5
	Уайт-спирит	2	3	4	5		

## 8 Практическая работа № 8. Расследование несчастных случаев и профессиональных заболеваний

**Цель работы:** изучить порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве; изучить порядок расследования и учета профессиональных заболеваний.

### 8.1 Теоретическая часть

Расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний проводятся в соответствии с Правилами расследования и учета несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

При несчастном случае на производстве работники принимают меры по предотвращению воздействия травмирующих факторов на потерпевшего, оказанию ему первой помощи, вызову на место происшествия медицинских работников или доставке потерпевшего в организацию здравоохранения.

О каждом несчастном случае на производстве потерпевший или другие работники немедленно сообщают должностному лицу организации.

Должностное лицо организации, нанимателя, страхователя:

- при необходимости немедленно организует оказание первой помощи потерпевшему, вызов медицинских работников на место происшествия (доставку потерпевшего в организацию здравоохранения);
- принимает неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;
- обеспечивает до начала расследования несчастного случая сохранение обстановки на месте его происшествия, а если это невозможно – фиксирование обстановки путем составления схемы, фотографирования или иным методом;
- сообщает нанимателю о происшедшем несчастном случае.

*8.1.1 Расследование несчастного случая на производстве (кроме группового, со смертельным или тяжелым исходом).*

Проводится уполномоченным должностным лицом организации, нанимателя, страхователя с участием уполномоченного представителя профсоюза, специалиста по охране труда или другого специалиста, на которого возложены эти обязанности, а также страховщика и потерпевшего (по их требованию).

При необходимости для участия в расследовании могут привлекаться соответствующие специалисты иных организаций.

Расследование несчастного случая на производстве должно быть проведено в срок не более трех рабочих дней. В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертиз.

При расследовании несчастного случая на производстве:

- проводится обследование состояния условий и охраны труда на месте происшествия несчастного случая;
- при необходимости организуется фотографирование места происшествия, поврежденного объекта, составление схем, проведение технических расчетов, лабораторных исследований, экспертиз и др.;
- опрашиваются потерпевшие, свидетели, должностные и иные лица;
- устанавливаются обстоятельства, причины несчастного случая, лица, допустившие нарушения актов законодательства о труде и об охране труда.

После завершения расследования уполномоченное должностное лицо организации, нанимателя с участием вышеуказанных лиц оформляет акт о несчастном случае на производстве формы Н-1 в четырех экземплярах.

Несчастный случай оформляется актом о непроизводственном несчастном случае формы НП, если повреждение здоровья или смерть произошли:

- когда пострадавший совершал противоправные действия: воровство, угон транспортных средств;
- вследствие установленного судом умысла потерпевшего или умышленного причинения вреда своему здоровью (попытка самоубийства, др.);
- при обстоятельствах, когда причиной повреждения здоровья, смерти потерпевшего явилось его нахождение в состоянии алкогольного опьянения либо в состоянии, вызванном потреблением наркотических средств их аналогов,

подтвержденном документом, выданным организацией здравоохранения;

– вследствие исключительно из-за заболевания потерпевшего и др.

Акт формы НП составляется в *трех* экземплярах.

Наниматель, страхователь в течение двух рабочих дней по окончании расследования:

– рассматривает материалы расследования, утверждает акт формы Н-1 или формы НП и регистрирует его в журнале регистрации несчастных случаев;

– направляет по одному экземпляру акта формы Н-1 или формы НП потерпевшему или лицу, представляющему его интересы, государственному инспектору труда, специалисту по охране труда или специалисту, на которого возложены его обязанности, с материалами расследования;

– направляют один экземпляр акта формы Н-1 с материалами расследования страховщику;

– направляют копии акта формы Н-1 или акта формы НП руководителю подразделения, где работает (работал) потерпевший, в профсоюз, в вышестоящую организацию (по ее требованию) и др.

Акт формы Н-1 с документами расследования хранится в течение 45 лет в организации, у которых взят на учет несчастный случай.

Несчастные случаи с обучающимися учреждений образования, проходящими практику под руководством уполномоченного должностного лица организации, нанимателя, страхователя, расследуются организацией, нанимателем, страхователем с участием представителя учреждения образования и учитываются организацией, нанимателем, страхователем.

Несчастные случаи с обучающимися учреждений образования или воспитанниками, кроме случаев групповых и со смертельным исходом, расследуются комиссией создаваемой приказом руководителя учреждения образования. В комиссию включают уполномоченного представителя руководителя, представителя профсоюза и специалиста по охране труда. Расследование проводится в течение *пяти* дней и составляется акт формы Н-2.

#### *8.1.2 Специальное расследование несчастных случаев на производстве.*

Специальному расследованию подлежат:

– групповые несчастные случаи (с двумя и более лицами);

– несчастные случаи со смертельным исходом;

– несчастные случаи с тяжелым исходом.

Тяжесть несчастного случая определяется организациями здравоохранения по схеме, утверждаемой Министерством здравоохранения.

О групповом несчастном случае, несчастном случае со смертельным исходом или несчастном случае с тяжелым исходом организация, наниматель немедленно сообщает:

– в районный (межрайонный), городской, районный в городе отдел Следственного комитета по месту, где произошел несчастный случай;

– в территориальное структурное подразделение Департамента государственной инспекции труда;

- в профсоюз (иной представительный орган работников);
- в вышестоящую организацию (при наличии) и местный исполнительный и распорядительный орган, где зарегистрирован наниматель, страхователь;
- в территориальный уполномоченный орган надзора, если несчастный случай произошел на поднадзорном ему объекте;
- страховщику.

Специальное расследование несчастного случая (группового, с тяжелым исходом или с летальным исходом) проводит государственный инспектор труда с участием уполномоченных представителей организации, нанимателя, страхователя, профсоюза, специалиста по охране труда, а также страховщика и потерпевшего или его представителя (по их требованию).

Специальное расследование группового несчастного случая, в результате которого погибли два-четыре человека, проводится главным государственным инспектором труда области или г. Минска с участием выше указанных лиц.

Специальное расследование несчастного случая, в результате которого погибли пять и более человек (если по нему не было решения Правительства Республики Беларусь), проводится главным государственным инспектором труда Республики Беларусь.

Специальное расследование несчастного случая проводится (включая оформление и рассылку документов) в течение 15 рабочих дней со дня получения сообщения о несчастном случае на производстве.

В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертиз, технических расчетов, лабораторных исследований и др.

Главным государственным инспектором труда области и г. Минска срок проведения специального расследования может быть однократно продлен не более чем на 15 рабочих дней. Главный государственный инспектор труда РБ может устанавливать более длительные сроки проведения специального расследования.

По результатам специального расследования государственным инспектором труда составляется и подписывается *заключение* о несчастном случае. Лица, принимавшие участие в расследовании, удостоверяют свое участие в расследовании подписями на заключении. Государственный инспектор труда направляет заключение и документы специального расследования организации, нанимателю, страхователю.

В соответствии с заключением организация, наниматель, страхователь в течение одного рабочего дня составляет акты формы Н-1 или формы НП на каждого потерпевшего и утверждают их. На последней странице акта формы Н-1 или формы НП производится заверенная руководителем организации, нанимателем запись: «Составлен в соответствии с заключением...».

Специальное расследование несчастных случаев (групповые и с летальным исходом), произошедшие с учащимися и воспитанниками, расследуются вышестоящей организацией (Министерством образования) в течение 10 дней совместно с комиссией, создаваемой в организации, где произошел несчастный случай. По результатам специального расследования уполномоченным пред-

ставителем вышестоящей организации составляется и подписывается заключение о несчастном случае. В соответствии с заключением руководитель учреждения образования в течение одного рабочего дня составляет акт формы Н<sub>2</sub> на каждого пострадавшего и утверждает его. На последней странице акта производится заверенная руководителем запись: «Составлен в соответствии с заключением ...».

### *8.1.3 Расследование и учет профессиональных заболеваний.*

Организация здравоохранения о каждом случае острого профзаболевания в течение 12 ч извещает территориальный центр гигиены и эпидемиологии и нанимателя по месту работы заболевшего.

Расследование профессионального заболевания проводится врачом-гигиенистом центра гигиены и эпидемиологии с участием уполномоченного должностного лица нанимателя, страхователя, представителей профсоюза (трудового коллектива), организации здравоохранения, а также страховщика и заболевшего (по их требованию). Расследование проводится в течение трех дней, а хронического – в течение 14 дней после получения извещения. В расследовании профессиональных заболеваний двух и более работников и профзаболеваний со смертельным исходом принимает участие государственный инспектор труда, а также могут привлекаться специалисты вышестоящих центров гигиены и эпидемиологии и др. Расследование случаев профессиональных заболеваний, вызванных особо опасными и другими инфекциями, проводится с участием врача-эпидемиолога.

По результатам расследования врач-гигиенист составляет акт о профессиональном заболевании формы ПЗ-1 на каждого заболевшего в семи экземплярах. При одновременном профзаболевании двух и более человек, профзаболевании со смертельным исходом акт формы ПЗ-1 составляется в восьми экземплярах.

Акты формы ПЗ-1 утверждаются главным государственным санитарным врачом города (района). Утвержденный акт о профессиональном заболевании формы ПЗ-1 регистрируется центром гигиены и эпидемиологии в журнале регистрации профзаболеваний и направляется: заболевшему; нанимателю, страхователю; государственному инспектору труда; организации здравоохранения, обслуживающей нанимателя; страховщику.

Утвержденные акты формы ПЗ-1 с документами расследования профессиональных заболеваний *со смертельным исходом* и одновременно с острым профессиональным заболеванием двух и более человек направляются территориальным центром гигиены и эпидемиологии также в районный (городской) отдел Следственного комитета по месту нахождения организации. Один экземпляр акта хранится в территориальном центре гигиены и эпидемиологии.

Организация наниматель, страхователь регистрирует акты формы ПЗ-1 в журнале регистрации профессиональных заболеваний и направляет их копии в профсоюз, областное объединение профсоюзов Федерации профсоюзов Беларуси, местный исполнительный и распорядительный орган, вышестоящую организацию, а также в течение пяти рабочих дней ознакомляет лиц, допустив-

ших нарушения актов законодательства о труде и об охране труда, приведшие к профессиональному заболеванию, с актами формы ПЗ-1. Наниматель, страхователь обеспечивает сохранность акта формы ПЗ-1 в течение 45 лет.

## ***8.2 Практическая часть***

Изучить теоретические сведения и составить краткий отчет. Требования к отчету: отчет должен содержать ответы на нижеприведенные контрольные вопросы. По заданию преподавателя составить акт формы Н-1.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Порядок расследования несчастных случаев (кроме групповых со смертельным и тяжелым исходом) и оформление актов формы Н-1 и НП.
- 2 Порядок проведения специального расследования.
- 3 Расследование и учет профессиональных заболеваний.