

---

В.Н. Босак А.В. Домненкова

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА Практикум

Допущено  
Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов учреждений  
высшего образования по специальностям профилей  
«Педагогика», «Искусство и дизайн», «Гуманитарные науки»,  
«Коммуникации. Право. Экономика. Управление.  
Экономика и организация производства»



Минск  
«Вышэйшая школа»  
2016

---

УДК 614.8.084(076.58)  
ББК 68.9я73  
Б85

Рецензенты: кафедра безопасности жизнедеятельности Белорусского государственного аграрного технического университета (доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой *Л.В. Мисун*); доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экологии Белорусского национального технического университета *С.А. Хорева*

*Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.*

### **Босак, В. Н.**

**Б85**      **Безопасность жизнедеятельности человека. Практикум : учеб. пособие / В. Н. Босак, А. В. Домненкова. — Минск : Вышэйшая школа, 2016. — 192 с. : ил.**  
**ISBN 978-985-06-2783-4.**

Представлен комплекс заданий для выполнения практических работ по основным разделам дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека». Приведены необходимые теоретические сведения и справочные материалы, даны методические указания к выполнению заданий.

Адресуется студентам высших учебных заведений всех специальностей, практическим работникам, преподавателям. Будет полезно широкому кругу читателей, интересующихся вопросами безопасности жизнедеятельности человека.

**УДК 614.8.084(076.58)**  
**ББК 68.9я73**

**ISBN 978-985-06-2783-4**

© Босак В.Н., Домненкова А.В., 2016  
© Оформление. УП «Издательство  
“Вышэйшая школа”», 2016

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности человека» включена в учебные планы учреждений высшего образования. Она необходима для формирования эколого-безопасного мышления специалистов, поскольку представляет область научных знаний, изучающую различные виды опасностей и соответствующие меры защиты от них в любой среде обитания человека. Содержание представленного издания имеет практико-ориентированный характер. Учебное пособие включает материалы по защите населения и объектов от воздействия чрезвычайных ситуаций, в нем рассматриваются вопросы радиационной безопасности, экономической оценки природных ресурсов, эффективного использования электрической и тепловой энергии и др. Практикум состоит из 16 тем. Темы включают сведения теоретического характера («Основные понятия», «Пояснения и справочный материал»). Для самостоятельной работы даются «Задания» и «Контрольные вопросы».

Учебное пособие подготовлено в соответствии с действующей программой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» для студентов учреждений по специальностям профилей «Педагогика», «Искусство и дизайн», «Гуманитарные науки», «Коммуникации. Право. Экономика и организация производства», «Социальная защита», рассчитано на формирование у будущих специалистов практических навыков.

Авторы выражают признательность рецензентам, доктору технических наук, профессору заведующему кафедрой безопасности жизнедеятельности Белорусского государственного аграрного технического университета Л.В. Мисуну и доктору биологических наук, профессору, профессору кафедры экологии Белорусского национального технического университета С.А. Хоревой за ценные замечания и пожелания в ходе подготовки учебного пособия и подробное рассмотрение представленного материала.

---

# 1. ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

## Основные понятия

Под *оценкой химической обстановки* понимается определение масштабов и характера загрязнения воздуха, местности химически опасными веществами (ХОВ) и анализ их влияния на деятельность объектов экономики и населения.

Масштаб химического загрязнения характеризуется:

- радиусом и площадью района аварии;
- глубиной и площадью загрязнения местности с опасными плотностями;
- глубиной и площадью распространения первичного и вторичного облаков химически опасных веществ.

Под *глубиной загрязнения* понимается максимальная протяженность соответствующей площади загрязнения за пределами района аварии, а под *глубиной распространения* — максимальная протяженность зоны распространения первичного или вторичного облака химически опасных веществ.

*Зоной распространения* называется площадь химического загрязнения воздуха за пределами района аварии, создаваемая в результате распространения облака аварийно химически опасного вещества по направлению ветра.

*Аварийно химически опасное вещество (АХОВ)* — это опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах).

*Зона химического загрязнения*, образованная АХОВ, включает участок разлива ядовитых веществ в поражающих концентрациях.

Под *поражающими концентрациями* понимается такое содержание в воздухе паров АХОВ, при которых исключается пребывание людей без противогазов.

*Очагом химического поражения* называют территорию, на которой в результате воздействия АХОВ произошли массовые поражения людей и животных.

Размеры зоны химического загрязнения характеризуются глубиной распространения загрязненного воздуха ( $G$ ) с поражающими концентрациями, шириной ( $Ш$ ) и площадью ( $S$ ).

---

Оценка последствий химически опасных аварий осуществляется с помощью метода прогнозирования и данных химической разведки местности.

Исходные данные для прогнозирования последствий аварии:

- 1) характеристика объекта аварии (место и время аварии, тоннаж емкостей, наименование АХОВ);
- 2) метеорологические условия (скорость и направление ветра, степень вертикальной устойчивости атмосферы, температура воздуха и подстилающей поверхности);
- 3) топографические особенности местности (рельеф, наличие лесных массивов, характер застройки).

Знание направления и скорости ветра дает возможность правильно оценить степень угрозы поражения населения парами АХОВ, распространяющимися по направлению движения потока воздушных масс. От скорости ветра также зависят образование поражающих концентраций, глубина распространения загрязненного воздуха.

На глубину распространения АХОВ и их концентрацию в атмосфере значительно влияют вертикальные потоки воздуха. Их направление характеризуется степенью вертикальной устойчивости атмосферы. Различают три степени вертикальной устойчивости: инверсию, изотермию, конвекцию.

*Инверсия* — повышение температуры воздуха по мере увеличения высоты. Она чаще всего образуется в безветренные ясные ночи в результате интенсивного излучения тепла земной поверхностью. Инверсия препятствует рассеиванию воздуха по высоте и создает наиболее благоприятные условия для сохранения высоких концентраций (застой) АХОВ.

*Изотермия* характеризуется стабильным равновесием воздуха. Изотермия наиболее типична для пасмурной погоды и так же, как инверсия, способствует длительному застою паров АХОВ на открытой местности, в лесу, жилых кварталах населенных пунктов.

*Конвекция* — вертикальное перемещение воздуха с одних высот на другие. Более теплый воздух перемещается вверх, а более холодный и более плотный — вниз. Конвекция вызывает сильное рассеивание загрязненного воздуха, поэтому концентрация АХОВ в воздухе быстро снижается. Отмечается конвекция в весенне-летне-осенний период в ясные дни при отсутствии снежного покрова.

## Пояснения и справочный материал

Прогнозирование масштабов химического загрязнения при возможных авариях ведется с помощью нижепредложенных формул 1.1–1.16 и данных, приведенных в табл. 1.1–1.7.

Вертикальную устойчивость воздуха (ВУВ) принимают за термодинамический критерий (ТДК). Для определения этого критерия необходимо измерить температуру воздуха ( $T$ ) на высоте 50 и 200 см от поверхности земли и скорость ветра ( $v$ ) на высоте 100 см. По разности температуры на высоте 50 и 200 см вычисляют *температурный градиент*:  $\Delta T = T_{50} - T_{200}$ , который делят на квадрат скорости ветра на высоте 100 см, и получают термодинамический критерий:

$$\text{ТДК} = \frac{T_{50} - T_{200}}{v^2}. \quad (1.1)$$

При  $\frac{T_{50} - T_{200}}{v^2} \leq -0,1$  – вертикальная устойчивость воздуха соответствует инверсии;

при  $0,1 \geq \frac{T_{50} - T_{200}}{v^2} \geq -0,1$  – ВУВ соответствует изотермии;

при  $\frac{T_{50} - T_{200}}{v^2} \geq +0,1$  – ВУВ соответствует конвекции.

Если скорость ветра более 4 м/с – происходит интенсивное перемещение приземного слоя воздуха. При отсутствии ветра (штиль) ВУВ определяют только по температурному градиенту  $\Delta T$ .

Эквивалентное количество вещества ( $\tau$ ) в первичном облаке ( $Q_{31}$ ) определяется по формуле

$$Q_{31} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0, \quad (1.2)$$

где  $K_1$  – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ;  $K_3$  – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ;  $K_5$  – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха (для инверсии принимается равным 1, для изо-

термии – 0,23, для конвекции – 0,08);  $K_7$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (табл. 1.1);  $Q_0$  – количество выброшенного при аварии вещества, т.

Таблица 1.1

**Значения вспомогательных коэффициентов для определения эквивалентного количества аварийно химически опасного вещества и времени испарения**

Наименование аварийных химически опасных веществ	Значения вспомогательных коэффициентов							
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_7$ для температуры воздуха, °С				
				– 40	– 20	0	20	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Аммиак: хранение под давлением	0,18	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,4}{1}$
изотермическое хранение	0,01	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$
Ацетонциангидрин	0	0,002	0,316	0	0	0,3	1	1,5
Водород: фтористый	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1
хлористый	0,28	0,037	0,3	$\frac{0,4}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,2}{1}$
цианистый	0	0,026	3	0	0	0,4	1	1,3
Диметиламин	0,06	0,041	0,5	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,8}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,5}{1}$
Метил: бромистый	0,04	0,039	0,5	$\frac{0}{0,2}$	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,3}{1}$
хлористый	0,125	0,044	0,056	$\frac{0}{0,5}$	$\frac{0,1}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,5}{1}$
меркаптан	0,06	0,043	0,353	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,8}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,4}{1}$
Нитрил акриловой кислоты	0	0,007	0,8	0,04	0,1	0,4	1	2,4
Оксиды азота	0	0,04	0,4	0	0	0,4	1	1
Оксид этилена	0,05	0,041	0,27	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,7}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3,2}{1}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сернистый ангидрид	0,11	0,049	0,333	$\frac{0}{0,2}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,7}{1}$
Сероводород	0,27	0,042	0,036	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,2}{1}$
Серовуглерод	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1
Соляная кислота	0	0,021	0,3	0	0,1	0,3	1	1,6
Формальдегид	0,19	0,034	1	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,5}{1}$
Фосген	0,05	0,061	1	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,7}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,7}{1}$
Хлор	0,18	0,052	1	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,4}{1}$
Хлорциан	0,04	0,048	0,8	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0,6}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3,9}{1}$

*Примечание.* Значения коэффициента  $K_7$  приведены в числителе для расчета первичного, в знаменателе — для вторичного облака АХОВ и времени испарения.

Для сжатых газов количество выброшенного при аварии вещества вычисляется по формуле

$$Q_0 = dV_X, \quad (1.3)$$

где  $d$  — плотность АХОВ, т/м<sup>3</sup> (табл. 1.2);  $V_X$  — объем хранилища, м<sup>3</sup>.

При авариях на газопроводе количество выброшенного при аварии вещества рассчитывается из соотношения

$$Q_0 = \frac{ndV_r}{100}, \quad (1.4)$$

где  $n$  — содержание АХОВ в природном газе, %;  $d$  — плотность АХОВ, т/м<sup>3</sup>;  $V_r$  — объем секции газопровода между автоматическими отсекающими, м<sup>3</sup>.



Эквивалентное количество вещества ( $t$ ) во вторичном облаке находится по следующей формуле:

$$Q_{32} = (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 \frac{Q_0}{hd}, \quad (1.5)$$

где  $K_2$  — коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (см. табл. 1.1);  $K_4$  — коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 1.3);  $K_6$  — коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии ( $N$ );  $h$  — толщина слоя АХОВ, м;  $d$  — плотность АХОВ, т/м<sup>3</sup> (см. табл. 1.2).

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

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T; \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T. \end{cases} \quad \text{При } T < 1 \text{ ч, } K_6 \text{ принимается для 1 ч,}$$

где  $N$  — время, прошедшее после начала аварии, ч;  $T$  — продолжительность поражающего действия АХОВ, определяется временем его испарения с площади разлива.

Таблица 1.2

**Физические и токсические свойства аварийно химически опасных веществ**

Наименование аварийных химически опасных веществ	Плотность аварийных химически опасных веществ ( $d$ ), т/м <sup>3</sup>		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза, мг · мин/л
	Газ	Жидкость		
1	2	3	4	5
Аммиак:				
хранение под давлением	0,0008	0,681	−33,42	15
изотермическое хранение	—	0,681	−33,42	15
Ацетонциангидрин	—	0,932	120	1,2
Водород:				
фтористый	—	0,989	19,52	4
хлористый	0,0016	1,191	−85,1	2
цианистый	—	0,687	25,7	0,2
Диметиламин	0,0020	0,680	6,9	1,2
Метил:				
бромистый	—	1,732	3,6	1,2
хлористый	0,0023	0,983	−23,76	10,8
меркаптан	—	0,867	5,95	1,7
Нитрил акриловой кислоты	—	0,806	77,3	0,75

1	2	3	4	5
Оксиды азота	—	1,491	21,0	1,5
Оксид этилена	—	0,882	10,7	2,2
Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	−10,1	1,8
Сероводород	0,0015	0,964	−60,35	16,1
Сероуглерод	—	1,263	46,2	45
Соляная кислота	—	1,198	—	2
Формальдегид	—	0,815	−19,0	0,6
Фосген	0,0035	1,4332	8,2	0,6
Хлор	0,0032	1,553	−34,1	0,6
Хлорпикрин	—	1,658	112,3	0,02
Хлорциан	—	1,220	12,6	0,75

Таблица 1.3

Значение коэффициента ( $K_4$ ) в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
$K_4$	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

Время испарения аварийно химически опасного вещества ( $T$ ) с площади разлива вычисляется по формуле, ч:

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7}. \quad (1.6)$$

Толщина слоя жидкости ( $h$ ) АХОВ, разлившихся свободно на подстилающей поверхности, принимается равной 0,05 м по всей площади разлива. Для АХОВ, разлившихся в поддон или обваловку, толщина слоя жидкости определяется следующим образом:

— при разливах из емкостей, имеющих поддон (обваловку)

$$h = H - 0,2, \quad (1.7)$$

где  $H$  — высота поддона (обваловки), м;

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

$$h = \frac{Q_0}{Fd}, \quad (1.8)$$

где  $F$  — площадь разлива в поддон (обваловку),  $\text{м}^2$ .

Глубина зоны загрязнения первичным ( $\Gamma_1$ ) облаком, вторичным ( $\Gamma_2$ ) облаком АХОВ при авариях на технологических трубопроводах, емкостях, хранилищах и транспорте оценивается по табл. 1.4.

Таблица 1.4

Глубина зоны загрязнения, км

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

Если эквивалентное количество аварийно химически опасного вещества в первичном ( $Q_{\text{э}1}$ ) облаке, вторичном ( $Q_{\text{э}2}$ ) облаке, рассчитанное по формулам (1.2) и (1.5), не соответствует табличным (табл. 1.4), глубина зоны загрязнения облаком находится интерполированием по следующим формулам:

$$\Gamma_1 = \Gamma_{\min} + \left( \frac{\Gamma_{\max} - \Gamma_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}} \right) (Q_{\text{э}1} - Q_{\min}); \quad (1.9)$$

$$\Gamma_2 = \Gamma_{\min} + \left( \frac{\Gamma_{\max} - \Gamma_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}} \right) (Q_{\text{э}2} - Q_{\min}), \quad (1.10)$$

где  $\Gamma_1$  – глубина зоны загрязнения первичным облаком АХОВ ( $Q_{\text{э}1}$ ), км;  $\Gamma_2$  – глубина зоны загрязнения вторичным облаком АХОВ ( $Q_{\text{э}2}$ ), км;  $\Gamma_{\min}$  – минимально возможная глубина зоны

загрязнения первичным (вторичным) облаком АХОВ, км;  $\Gamma_{\max}$  — максимально возможная глубина зоны загрязнения первичным (вторичным) облаком АХОВ, км;  $Q_{\min}$  — минимально возможное количество АХОВ в первичном (вторичном) облаке, т;  $Q_{\max}$  — максимально возможное количество АХОВ в первичном (вторичном) облаке, т (табл. 1.4);  $Q_{\text{э}1}$  — эквивалентное количество АХОВ (т) в первичном облаке, рассчитанное по формуле (1.2);  $Q_{\text{э}2}$  — эквивалентное количество АХОВ (т) во вторичном облаке, вычисленное по формуле (1.5).

Полная глубина зоны загрязнения (км), обусловленная воздействием первичного или вторичного облаков АХОВ, определяется по формуле

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \quad (1.11)$$

где  $\Gamma'$  — наибольший из размеров глубин  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , км;  $\Gamma''$  — наименьший из размеров глубин  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , км.

Предельно возможная глубина переноса (км) воздушных масс ( $\Gamma_{\Pi}$ ) находится по формуле

$$\Gamma_{\Pi} = N\nu, \quad (1.12)$$

где  $\nu$  — скорость переноса переднего фронта загрязненного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (табл. 1.5).

Таблица 1.5

**Скорость переноса переднего фронта облака  
загрязненного воздуха в зависимости от скорости ветра, км/ч**

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

Площадь зоны возможного загрязнения (км<sup>2</sup>) для первичного (вторичного) облака аварийно химически опасного вещества рассчитывается по формуле

$$S_{\text{в}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \Gamma^2 \varphi, \quad (1.13)$$

где  $S_{\text{в}}$  — площадь зоны возможного загрязнения АХОВ, км<sup>2</sup>;  $\varphi$  — угловые размеры зоны возможного загрязнения (табл. 1.6).

Таблица 1.6

**Угловые размеры зоны возможного загрязнения аварийно химически опасных веществ в зависимости от скорости ветра**

Скорость ветра, м/с	Меньше 0,5	0,6–1,0	1,1–2,0	Больше 2
Угловые размеры, градус	360	180	90	45

Площадь зоны фактического загрязнения аварийно химически опасными веществами ( $S_{\phi}$ ) вычисляется по формуле, км<sup>2</sup>:

$$S_{\phi} = K_8 \Gamma^2 N^{0,2}, \quad (1.14)$$

где  $K_8$  — коэффициент, зависящий от вертикальной устойчивости воздуха, принимается равным при инверсии — 0,081; изотермии — 0,133; конвекции — 0,235.

Время подхода ( $t$ ) облака аварийно химически опасных веществ к заданному объекту зависит от скорости переноса переднего фронта облака загрязненного воздуха и определяется из соотношения, ч:

$$t = \frac{S(R)}{v}, \quad (1.15)$$

где  $S(R)$  — расстояние от источника загрязнения до заданного объекта защиты, км;  $v$  — скорость переноса переднего фронта загрязненного воздуха, км/ч (см. табл. 1.5).

В случае разрушения химически опасного объекта при прогнозировании глубины зоны загрязнения рекомендуется брать данные на одновременный выброс суммарного запаса АХОВ на объекте.

Эквивалентное количество аварийно химически опасных веществ ( $Q_9$ ) в облаке загрязненного воздуха находится по формуле

$$Q_9 = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \sum_{i=1}^n \left( K_{2i} K_{3i} K_{6i} K_{7i} \frac{Q_i}{d_i} \right), \quad (1.16)$$

где  $K_{2i}$  — коэффициент, зависящий от физико-химических свойств  $i$ -го АХОВ;  $K_{3i}$  — коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе  $i$ -го АХОВ;  $K_{6i}$  — коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после разрушения объекта;  $K_{7i}$  — поправка на температуру для  $i$ -го АХОВ;  $Q_i$  — запасы  $i$ -го АХОВ на объекте, т;  $d_i$  — плотность  $i$ -го АХОВ, т/м<sup>3</sup>.

Таблица 1.7

## Определение степени вертикальной устойчивости воздуха по прогнозу погоды

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность
2 и менее	ин	из	из (ин)	из	к (из)	из	ин	из
2,0–3,9	ин	из	из (ин)	из	из	из	из (ин)	из
4 и более	из	из	из	из	из	из	из	из

*Примечание.* Здесь ин – инверсия; из – изотермия; к – конвекция; буквы в скобках – при снежном покрове.

При проведении расчетов необходимо использовать значения степени вертикальной устойчивости воздуха (табл. 1.7).

## Задания

**Задание 1.** На химически опасном объекте произошла авария с выбросом 110 т жидкого аммиака, находящегося под давлением.

Определите:

- глубины зон заражения для первичного ( $\Gamma_1$ ) и вторичного ( $\Gamma_2$ ) облаков;
- полную глубину зоны возможного заражения ( $\Gamma$ );
- предельно возможную глубину переноса воздушных масс ( $\Gamma_n$ );
- площадь зоны фактического заражения ( $S_{\text{ф}}$ ) аммиаком при времени от начала аварии 2 ч;
- продолжительность действия источника заражения ( $T$ ), определяемого временем испарения аммиака.

Метеоусловия на момент аварии: время суток – ночь, скорость ветра – 1 м/с, сплошная облачность, температура воздуха – +20 °С. Разлив аммиака по подстилающей поверхности – свободный. Ширина санитарно-защитной зоны – 1 км.

**Задание 2.** Оцените масштабы и последствия аварии на химически опасном объекте через 1 ч после аварии, при разру-

---

шении емкости, содержащей 42 т жидкого хлора. Высота обваловки емкости 3,5 м.

Определите:

- полную глубину зоны возможного заражения (Г);
- площадь зоны фактического заражения ( $S_{\text{ф}}$ ) хлором.

Метеоусловия на момент аварии: время суток — день, скорость ветра — 2 м/с, ясно, температура воздуха — +30 °С. Ширина санитарно-защитной зоны — 1 км.

**Задание 3.** В результате аварии на объекте, расположенном на расстоянии 7 км от населенного пункта, разрушена емкость со сжиженным аммиаком. Метеоусловия: изотермия, скорость ветра 4 м/с. Определите время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту.

### Контрольные вопросы

1. Что понимается под оценкой химической обстановки?
2. Как вы охарактеризуете факторы, влияющие на оценку химической обстановки.
3. Какие вы знаете данные для прогнозирования последствий химически опасных аварий.
4. В чем сущность инверсии, конвекции и изотермии?
5. Как производится прогнозирование масштабов и последствий заражения аварийно химически опасных веществ?

### Литература

*Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.

Методика прогнозирования масштабов заражения СДЯВ при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте: РД 52.04.253-90. Л., 1991.

*Чернушевич, Г.А.* Оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях / Г.А. Чернушевич, В.В. Перетрухин, В.В. Терешко. Минск, 2013.

*Чернушевич, Г.А.* Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность / Г.А. Чернушевич [и др.]. Минск, 2014.

---

## 2. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

### Основные понятия

Под *радиационной обстановкой* понимают совокупность последствий радиоактивного загрязнения местности, оказывающих влияние на деятельность хозяйственных объектов, сил гражданской обороны (МЧС) и населения.

Радиационная обстановка характеризуется размерами зон, степенью радиоактивного загрязнения — мощностью экспозиционной дозы (уровнем радиации) и дозами радиации до полного распада.

*Источниками загрязнения местности и атмосферы* при ядерном взрыве являются радиоактивные продукты (осколки деления ядерного горючего, часть ядерного горючего и радиоактивные вещества, образующиеся в грунте при воздействии нейтронов).

*Оценка радиационной обстановки* включает:

- определение масштабов радиоактивного загрязнения;
- анализ влияния радиоактивного загрязнения на деятельность объектов и населения;
- выбор наиболее целесообразных вариантов действий, при которых исключаются радиационные поражения.

Оценку радиационной обстановки производят на основании данных радиационной разведки и методом прогнозирования. Для решения задач по радиационной обстановке применяют специальные таблицы, линейки и формулы. Наиболее распространен табличный метод.

### Пояснения и справочный материал

*Приведение мощности экспозиционной дозы (МЭД) к одному времени после взрыва* предполагает решение двух типов задач:

- 1) приведение МЭД к одному времени после взрыва, когда время взрыва известно (используется табл. 2.1);
- 2) приведение МЭД к одному времени после взрыва, когда время взрыва неизвестно (используется табл. 2.2).

*Пример 1* (время взрыва известно). На территории объекта в 12 ч 00 мин МЭД составила 10 Р/ч. Определите МЭД на 1 ч 00 мин после взрыва, если взрыв произошел в 8 ч 00 мин.



### Решение

1. Находим время, прошедшее с момента взрыва до измерения МЭД:

$$\Delta t = 12 \text{ ч } 00 \text{ мин} - 8 \text{ ч } 00 \text{ мин} = 4 \text{ ч } 00 \text{ мин}.$$

2. Воспользуемся данными табл. 2.1. В ней представлены коэффициенты перевода мощности экспозиционной дозы (МЭД) на различное время после взрыва. В графе «Время измерения МЭД» найдем по вертикали число 4 ч 00 мин. Для времени 1 ч в графе «Время после взрыва, на которое переводится МЭД», определим коэффициент ( $K_1$ ):

$$K_1 = 5,3.$$

3. МЭД на время ( $t$ ) после взрыва находим по формуле

$$\dot{X}_t = \dot{X}_{\text{изв}} \cdot K_t,$$

где  $\dot{X}_t$  — МЭД на время ( $t$ ) после взрыва, Р/ч;  $\dot{X}_{\text{изв}}$  — значения МЭД по условию задачи (известное), Р/ч;  $K_t$  — коэффициент перевода МЭД на время ( $t$ ) после взрыва (табл. 2.1).

4. Определяем МЭД на 1 ч 00 мин после взрыва:

$$\dot{X}_1 = \dot{X}_4 \cdot K_1 = 10 \cdot 5,3 = 53 \text{ Р/ч}.$$

*Пример 2* (время взрыва неизвестно). На территории объекта в 10 ч 30 мин МЭД ( $X_1$ ) составила 30 Р/ч, а в 11 ч 00 мин в той же точке МЭД ( $X_2$ ) — 24 Р/ч. Определите время ядерного взрыва.

### Решение

Если время, прошедшее с момента взрыва, неизвестно, его определяют по скорости спада МЭД. Для этого в одной точке местности делают два замера МЭД с интервалом времени между измерениями 10, 20, 30 мин или с любым другим интервалом. По найденному отношению МЭД при втором и первом

измерениях  $\frac{\dot{X}_2}{\dot{X}_1}$  и промежутку времени между измерениями с

помощью табл. 2.2 определяют время с момента взрыва до времени второго измерения мощности экспозиционной дозы.

1. Находим интервал времени между измерениями ( $\Delta t$ ):

$$\Delta t = 11.00 - 10.30 = 30 \text{ мин}.$$

2. Определяем отношение МЭД при втором и первом измерениях:

$$\frac{\dot{X}_2}{\dot{X}_1} = \frac{24}{30} = 0,8.$$

3. В табл. 2.2 по отношению МЭД, равному 0,8, и интервалу времени между двумя измерениями – 30 мин, устанавливаем, что с момента взрыва до второго измерения прошло  $\Delta t = 3 \text{ ч } 00 \text{ мин}$ . Следовательно ( $11 \text{ ч } 00 \text{ мин} - 3 \text{ ч } 00 \text{ мин} = 8 \text{ ч } 00 \text{ мин}$ ), взрыв произошел в 8 ч 00 мин.

Таблица 2.1

**Коэффициенты перевода мощности экспозиционной дозы (МЭД)  
на различное время после взрыва**

Время измерения МЭД (с момента взрыва)		Время после взрыва, на которое переводится МЭД, ч									
		0,5	1	2	3	4	6	8	10	12	24
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Минуты	15	0,44	0,19	0,082	0,051	0,036	0,029	0,023	0,016	0,0096	0,0042
	20	0,61	0,27	0,12	0,071	0,051	0,041	0,032	0,022	0,013	0,0058
	25	0,8	0,35	0,15	0,094	0,067	0,055	0,042	0,03	0,018	0,0078
	30	1,0	0,44	0,19	0,12	0,082	0,067	0,052	0,037	0,022	0,0096
	40	1,4	0,61	0,27	0,17	0,12	0,098	0,075	0,053	0,031	0,014
	50	1,8	0,8	0,35	0,21	0,15	0,123	0,095	0,068	0,041	0,018
Часы	1,0	2,3	1,0	0,44	0,27	0,19	0,155	0,12	0,086	0,051	0,022
	1,5	3,7	1,6	0,71	0,44	0,31	0,257	0,2	0,143	0,082	0,036
	2,0	5,3	2,3	1,0	0,61	0,4	0,36	0,28	0,2	0,12	0,051
	2,5	6,9	3,0	1,3	0,8	0,57	0,47	0,365	0,26	0,15	0,066
	3,0	8,6	3,7	1,6	1,0	0,71	0,58	0,45	0,32	0,19	0,082
	3,5	10,0	4,5	2,0	1,2	0,85	0,698	0,542	0,386	0,23	0,1
	4,0	12,0	5,3	2,3	1,4	1,0	0,817	0,635	0,452	0,27	0,12
	4,5	14,0	6,1	2,65	1,6	1,15	0,94	0,73	0,519	0,31	0,135
	5,0	16,0	6,9	3,0	1,8	1,3	1,062	0,825	0,587	0,35	0,15
	5,5	18,0	7,75	3,35	2,05	1,45	1,186	0,922	0,658	0,395	0,17
	6,0	20,0	8,6	3,7	2,3	1,6	1,31	1,02	0,73	0,44	0,19

Окончание табл. 2.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Часы	6,5	22,0	9,45	4,1	2,525	1,77	1,448	1,126	0,804	0,482	0,21
	7	24,0	10,3	4,5	2,75	1,95	1,594	1,237	0,881	0,525	0,23
	7,5	26,0	11,15	4,9	2,975	2,125	1,735	1,346	0,956	0,567	0,25
	8,0	28,0	12,0	5,3	3,2	2,3	1,877	1,455	1,032	0,61	0,27
	8,5	30,0	13,0	5,7	3,45	2,475	2,02	1,566	1,11	0,657	0,29
	9,0	32,0	14,0	6,1	3,7	2,65	1,163	1,677	1,191	0,705	0,31
	9,5	34,0	15,0	6,5	3,95	2,825	2,306	1,79	1,27	0,752	0,33
	10,0	36,0	16,0	6,9	4,2	3,0	2,45	1,9	1,35	0,8	0,35
	11,0	40,5	18,0	7,75	4,75	3,35	2,737	2,125	1,51	0,9	0,395
	12,0	45,0	20,0	8,6	5,3	3,7	3,025	2,35	1,675	1,0	0,44
	14,0	54,67	24,0	10,4	6,4	4,5	3,675	2,85	2,025	1,2	0,53
	16,0	64,3	28,0	12,2	7,5	5,3	4,325	3,35	2,375	1,4	0,62
	18,0	74,0	32,0	14,0	8,6	6,1	4,975	3,85	2,725	1,6	0,71
Сутки	1	104	45,0	20	12	8,6	7,025	5,45	3,875	2,3	1,0
	2	240	104	45	28	20	16,32	12,65	8,975	5,3	2,3
	3	390	170	74	45	32	26,15	20,3	14,45	8,6	3,7
	4	550	240	104	64	45	36,75	28,5	20,25	12,0	5,3
	6,0	20,0	8,6	3,7	2,3	1,6	1,31	1,02	0,73	0,44	0,19

Определение возможных доз облучения при нахождении (действиях) на загрязненной местности. Для определения дозы облучения на загрязненной радиоактивными веществами местности, необходимо знать время взрыва, мощность экспозиционной дозы на определенное время после взрыва, продолжительность нахождения на загрязненной местности и степень защищенности людей (условия пребывания (действий) людей, коэффициент ослабления  $K_{осл}$ ) (табл. 2.3).

Фактическая доза облучения ( $P$ ) на открытой местности ( $X_{\phi}$ ) находится по формуле

$$X_{\phi} = \frac{X_T \cdot \dot{X}_{\phi}}{100}, \quad (2.1)$$

где  $X_T$  — доза облучения, получаемая на открытой местности при мощности экспозиционной дозы (МЭД) 100 Р/ч на 1 ч 00 мин после взрыва (табл. 2.4), Р;  $\dot{X}_{\phi}$  — фактическая МЭД на время 1 ч 00 мин после взрыва, Р/ч.

Таблица 2.2

**Время, прошедшее после взрыва до второго измерения (в зависимости от величины отношения мощности экспозиционной дозы (МЭД))**

Отношение МЭД при втором и первом измерениях $\dot{X}_2 / \dot{X}_1$	Время между двумя измерениями							
	Минуты				Часы			
	10	15	20	30	45	1	2	3
0,95	4 ч 00 мин	6 ч 00 мин	8 ч 00 мин	12 ч 00 мин	18 ч 00 мин	24 ч 00 мин	48 ч 00 мин	72 ч 00 мин
0,90	2 ч 00 мин	3 ч 00 мин	4 ч 00 мин	6 ч 00 мин	9 ч 00 мин	12 ч 00 мин	24 ч 00 мин	36 ч 00 мин
0,85	1 ч 20 мин	2 ч 00 мин	2 ч 10 мин	4 ч 00 мин	6 ч 00 мин	8 ч 00 мин	16 ч 00 мин	24 ч 00 мин
0,80	1 ч 00 мин	1 ч 30 мин	2 ч 00 мин	3 ч 00 мин	4 ч 30 мин	6 ч 00 мин	12 ч 00 мин	18 ч 00 мин
0,75	50 мин	1 ч 15 мин	1 ч 40 мин	2 ч 30 мин	3 ч 40 мин	5 ч 00 мин	9 ч 00 мин	14 ч 00 мин
0,70	40 мин	1 ч 00 мин	1 ч 20 мин	2 ч 00 мин	3 ч 00 мин	4 ч 00 мин	8 ч 00 мин	12 ч 00 мин
0,65	35 мин	50 мин	1 ч 10 мин	1 ч 40 мин	2 ч 30 мин	3 ч 20 мин	7 ч 00 мин	10 ч 00 мин
0,60	30 мин	45 мин	1 ч 00 мин	1 ч 30 мин	2 ч 10 мин	3 ч 00 мин	6 ч 00 мин	9 ч 00 мин
0,55	—	40 мин	50 мин	1 ч 20 мин	1 ч 50 мин	2 ч 30 мин	5 ч 00 мин	8 ч 00 мин
0,50	—	35 мин	45 мин	1 ч 10 мин	1 ч 45 мин	2 ч 20 мин	4 ч 30 мин	7 ч 00 мин
0,45	—	30 мин	40 мин	1 ч 00 мин	1 ч 30 мин	2 ч 00 мин	4 ч 00 мин	6 ч 00 мин
0,40	—	—	35 мин	55 мин	1 ч 25 мин	1 ч 50 мин	3 ч 40 мин	5 ч 30 мин
0,35	—	—	—	50 мин	1 ч 20 мин	1 ч 45 мин	3 ч 30 мин	5 ч 00 мин
0,30	—	—	—	—	1 ч 10 мин	1 ч 35 мин	3 ч 10 мин	4 ч 40 мин
0,25	—	—	—	—	1 ч 05 мин	1 ч 30 мин	3 ч 00 мин	4 ч 20 мин
0,20	—	—	—	—	1 ч 00 мин	1 ч 20 мин	2 ч 40 мин	4 ч 00 мин

Таблица 2.3

**Коэффициент ослабления  $\gamma$ -излучения укрытиями  
и транспортными средствами**

Наименование укрытий и транспортных средств	$K_{осл}$
Открытое расположение на местности	1
Открытые траншеи, щели	3
Перекрытые щели	50
Автомобили, автобусы	2
Железнодорожные платформы	1,5
Крытые вагоны	2
Пассажирские вагоны	3
Производственные одноэтажные здания	7
Жилые каменные дома:	
одноэтажные	10
подвал	40
двухэтажные	15
подвал	100
трехэтажные	20
подвал	400
пятиэтажные	27
подвал	400
Жилые деревянные дома:	
одноэтажные	2
подвал	7
двухэтажные	8
подвал	12
Убежища:	
1 класса	5000
2 класса	3000
3 класса	2000
4 класса	1000
Противорадиационные укрытия:	
1 группы	1000
2 группы	500
3 группы	200
4 группы	100

Таблица 2.4

**Дозы облучения, получаемые на открытой местности при мощности экспозиционной дозы (МЭД) 100 Р/ч на 1 ч 00 мин после взрыва**

Время начала облучения с момента взрыва, ч	Продолжительность нахождения, ч, мин														
	0,5	1	2	3	4	6	7	8	10	12	14	16	18	20	24
0,5	74,5	11,3	158,0	186,0	204,0	231,0	240,0	249,0	262,0	273,0	282,0	289,0	295,0	301,0	310,0
1,0	39,9	64,8	98,8	121,0	138,0	161,0	170,0	178,0	190,0	201,0	209,0	216,0	222,0	228,0	237,0
1,5	25,8	44,8	72,8	91,0	106,0	127,0	135,0	142,0	154,0	164,0	172,0	179,0	185,0	190,0	199,0
2,0	19,0	34,0	56,4	72,8	85,8	105,0	113,0	119,0	131,0	140,0	148,0	155,0	161,0	166,0	174,0
2,5	14,9	28,0	46,2	61,6	72,5	90,4	97,6	103,0	115,0	123,0	131,0	137,0	143,0	149,0	156,0
3,0	12,2	22,4	38,8	51,8	62,4	77,8	84,6	91,9	100,0	110,0	117,0	124,0	130,0	134,0	142,0
4,0	8,8	16,4	29,4	40,2	56,6	66,6	69,4	74,7	83,8	91,6	98,3	104,0	109,0	114,0	122,0
5,0	6,8	13,0	23,6	32,4	40,0	52,8	58,0	62,8	71,2	78,5	84,7	90,2	95,3	99,8	108,0
6,0	5,5	10,6	19,4	27,0	33,8	45,0	49,8	54,2	62,0	68,7	74,5	79,8	84,6	88,9	96,6
7,0	4,7	9,0	16,5	23,3	29,3	39,4	43,4	47,8	55,1	61,6	66,7	71,6	76,1	80,2	87,2
8,0	3,9	7,6	14,4	20,4	25,6	34,8	38,8	42,6	49,3	55,1	60,4	65,2	73,5	69,5	80,5
9,0	3,5	6,8	12,8	18,1	22,9	31,3	35,1	38,6	45,3	50,4	55,2	59,6	63,7	67,3	73,4
10,0	3,1	6,0	11,2	16,0	20,4	28,2	31,7	34,9	40,7	46,0	58,8	55,1	59,7	62,8	69,4
12,0	2,5	4,8	9,2	13,2	17,0	23,7	26,7	29,5	34,8	39,6	43,9	47,9	51,4	54,7	60,8
16,0	1,8	3,5	6,7	9,7	12,5	17,8	20,3	22,6	26,9	30,9	34,6	37,9	41,1	44,1	48,8
20,0	1,4	2,7	5,3	7,8	10,1	14,4	16,6	18,4	22,1	25,4	28,5	31,1	33,5	35,9	40,6
24,0	1,1	2,2	4,3	6,3	8,3	12,0	13,7	15,8	18,5	24,1	23,8	26,2	28,6	30,9	35,1

*Примечание.* При вычислении доз облучения для других значений МЭД необходимо дозу в таблице умножить на отношение  $\dot{X}/100$ , где  $\dot{X}$  – фактическая МЭД на 1 ч после взрыва.

Доза облучения (Р) для определенных условий пребывания (действий) людей ( $X_{\text{усл.пр}}$ ), находится по формуле

$$X_{\text{усл.пр}} = \frac{X_{\text{ф}}}{K_{\text{осл}}}, \quad (2.2)$$

где  $X_{\text{ф}}$  – фактическая доза облучения, Р;  $K_{\text{осл}}$  – коэффициент ослабления.

*Определение продолжительности пребывания людей на загрязненной местности.* Для определения продолжительности пребывания людей на загрязненной местности необходимо знать:

- время входа ( $t_{\text{вх}}$ ) на загрязненную местность (или время образования радиоактивного загрязнения);
- мощность экспозиционной дозы (МЭД) на момент входа ( $\dot{X}_{\text{вх}}$ );
- установленную дозу облучения ( $X_{\text{у}}$ ), которую может получить население (личный состав формирований при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций);
- коэффициент ослабления ( $K_{\text{осл}}$ ).

Определение продолжительности пребывания людей на зараженной местности производится по табл. 2.5 с расчетом отношения:

$$\frac{X_{\text{у}} \cdot K_{\text{осл}}}{\dot{X}_{\text{вх}}}. \quad (2.3)$$

Таблица 2.5

**Допустимое время пребывания на местности, загрязненной радиоактивными веществами, ч, мин**

$\frac{X_{\text{у}} \cdot K_{\text{осл}}}{\dot{X}_{\text{вх}}}$	Время, прошедшее с момента взрыва до начала облучения										
	мин	ч, мин									
	30	1	2	3	4	5	6	8	10	12	24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,2	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,4	0,4	0,3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
0,5	1	0,4	0,35	0,35	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
0,6	1,1	1	0,45	0,45	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
0,7	1,3	1,1	0,5	0,5	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
0,8	1,4	1,3	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,9	2	1,4	1,1	1,1	1	1	1	1	0,55	0,55	0,55
1	3,1	2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1	1	1
1,2	12	3,1	2	2	1,3	1,3	1,3	1,25	1,2	1,2	1,2
2	31	12	4	3,1	2,45	2,35	2,3	2,2	2,1	2,1	2,1
2,5	без огра- ниче- ния	31.0	6,3	4,3	3,5	3,3	3,15	3	2,5	2,5	2,4
3		без огра- ниче- ния	10	6	5	4,3	4	3,5	3,3	3,3	3,15
4			24	11	8	7	6	5,45	5	5	4,3
6		без огра- ниче- ния	без огра- ниче- ния	36.0	20.0	15	12	10	8	8	7
10				без огра- ничения		60	40	25	21	18	13

*Примечание.* Здесь  $X_y$  — установленная (допустимая) доза облучения;  $K_{\text{осл}}$  — коэффициент ослабления;  $\dot{X}_{\text{вх}}$  — МЭД в момент входа в загрязненный район или в момент обнаружения радиоактивных веществ.

*Оценка радиационной обстановки при аварии (разрушении) атомной электрической станции (АЭС).* Оценка радиационной обстановки при аварии (разрушении) АЭС проводится на основе данных следующих операций:

1) нахождения спада уровня радиации после аварии с выбросом в окружающую среду смеси радионуклидов (Р/ч) определяется уравнением

$$\dot{X}_k = \dot{X}_n \left( \frac{t_k}{t_n} \right)^{-0,4}, \quad (2.4)$$

где  $\dot{X}_k$  — мощность экспозиционной дозы в момент времени ( $t_k$ ) после аварии (конец облучения), Р/ч;  $\dot{X}_n$  — МЭД в момент времени ( $t_n$ ) после аварии, Р/ч;  $t_n$  — время начала облучения (время входа на загрязненную местность), ч;  $t_k$  — время окончания облучения, ч;

2) нахождения времени окончания облучения ( $t_k$ ) как суммы времени начала ( $t_n$ ) облучения (время входа на загрязненную местность) и продолжительности пребывания (работы) в зоне заражения ( $T$ ), ч:

$$t_k = t_n + T; \quad (2.5)$$

3) расчет доз облучения персонала АЭС и ликвидаторов аварии (Р) производится по формуле



$$X = 1,7 \cdot (\dot{X}_K \cdot t_K - \dot{X}_H \cdot t_H), \quad (2.6)$$

или с учетом коэффициента ослабления:

$$X = \frac{1,7 \cdot (\dot{X}_K \cdot t_K - \dot{X}_H \cdot t_H)}{K_{\text{осл}}}, \quad (2.7)$$

где  $X$  — доза облучения, Р;  $\dot{X}_H$  и  $\dot{X}_K$  — МЭД соответственно в начале  $t_H$  и в конце  $t_K$  пребывания в зоне заражения, Р/ч;  $K_{\text{осл}}$  — коэффициент ослабления.

Формулы 2.4–2.7 используются для определения МЭД и доз при суммарном воздействии смеси радионуклидов аварийного выброса примерно в течение 10 лет после аварии. За этот период основная масса короткоживущих радионуклидов распадается, и доза излучения будет зависеть от загрязнения долгоживущим радионуклидом цезий-137 (период полураспада  $T_{1/2} = 30$  лет).

Для вычисления МЭД и доз через 10 лет с момента аварии могут быть использованы следующие формулы:

$$\dot{X}_t = \frac{\dot{X}_0}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}}, \quad (2.8)$$

где  $\dot{X}_t$  — МЭД в рассматриваемый момент времени  $t$ , Р/ч;  $\dot{X}_0$  — первоначальная (исходная) МЭД, соответствующая первоначальной поверхностной активности (уровень загрязнения) радионуклида, Р/ч;  $t$  — время, отсчитываемое от исходной активности (исходного уровня загрязнения), ч;  $T_{1/2}$  — период полураспада радионуклида, год.

Тогда доза облучения ( $P$ ) за время от  $t_1$  до  $t_2$  после аварии составит:

$$X = \frac{1,44 \cdot T_{1/2} \cdot \dot{X}_z \cdot (2^{\frac{t_1}{T_{1/2}}} - 2^{\frac{t_2}{T_{1/2}}})}{K_{\text{осл}}}. \quad (2.9)$$

Для проведения практических расчетов по формуле (2.9) необходимо знать величину  $\dot{X}_z$ , соответствующую данному уровню загрязнения радионуклидом. При решении этой задачи используется зависимость:

$$\dot{X}_z = 0,2 \cdot \mu \cdot E \cdot A \cdot n, \quad (2.10)$$

где  $\dot{X}_z$  — МЭД, Р/ч;  $\mu$  — линейный коэффициент ослабления (табл. 2.6);  $E$  — энергия  $\gamma$ -квантов, МэВ;  $A$  — поверхностная активность первоначального загрязнения, Ки/км<sup>2</sup>;  $n$  — число  $\gamma$ -квантов, приходящихся на один распад.

Таблица 2.6

Линейный коэффициент ослабления  $\gamma$ -излучения воздухом

$E$ , МэВ	0,1	0,25	0,5	0,7	1,0	2,0	3,0
$\mu \cdot 10^{-4}$ , см <sup>-1</sup>	1,98	1,46	1,11	0,95	0,81	0,57	0,46

При выпадении радиоактивных частиц из облака заражается не только местность, но и находящиеся на ней предметы, объекты, техника. Это первичное заражение объектов. В сухую погоду радиоактивная пыль, выпавшая на местность, под действием ветра может вновь подняться в воздух и стать источником вторичного заражения.

## Задания

**Задание 1.** На территории объекта после взрыва в 12 ч 00 мин мощность экспозиционной дозы составила 35 Р/ч. Определите МЭД на время 1 ч 00 мин после взрыва, если взрыв произошел в 9 ч 00 мин.

**Задание 2.** В 14 ч 00 мин мощность экспозиционной дозы (МЭД) на территории объекта составила 50 Р/ч, через 30 мин МЭД была 40 Р/ч. Определите время ядерного взрыва и МЭД на 1 ч после взрыва.

**Задание 3.** На объекте через 3 ч после ядерного взрыва мощность экспозиционной дозы составила 45 Р/ч. Определите дозы облучения, которые получают рабочие и служащие объекта на открытой местности и в одноэтажных производственных зданиях за 4 ч, если облучение началось через 2 ч после взрыва.

**Задание 4.** Определите допустимую продолжительность работы группы ликвидаторов на радиоактивно загрязненной местности, при входе в зону через 4 ч после ядерного взрыва, если мощность экспозиционной дозы (МЭД) на 2 ч после взрыва составляла 137 Р/ч. Для ликвидаторов установлена доза облучения 30 Р. Работы ведутся на открытой местности.

**Задание 5.** Формированию гражданской обороны предстоит работать в течение ( $T$ ) 6 ч на радиоактивно загрязненной

местности ( $K_{\text{осл}} = 2$ ). Определите дозу облучения ( $X$ ), которую получит личный состав формирования при входе в зону ( $t_n$ ) через 4 ч после аварии, если мощность экспозиционной дозы к этому времени составила  $\dot{X}_{4(n)} = 5 \text{ Р/ч}$ .

**Задание 6.** Определите мощность экспозиционной дозы (МЭД) на местности, загрязненной радионуклидом цезий-137, через 10 и 20 лет после аварии, если первоначальная МЭД загрязнения составила  $\dot{X}_0 = 20 \text{ мР/ч}$ . Период полураспада цезия-137 ( $T_{1/2}$ ) составляет 30 лет.

**Задание 7.** Определите дозу облучения населения при проживании его на местности с поверхностной активностью загрязнения ( $A$ ) по цезию-137  $5 \text{ Ки/км}^2$  за период  $t_1 = 10$  лет до  $t_2 = 70$  лет после аварии. Период полураспада цезия-137 ( $T_{1/2}$ ) составляет 30 лет, энергия  $\gamma$ -квантов ( $E$ )  $0,7 \text{ МэВ}$ , число  $\gamma$ -квантов, приходящихся на один распад, —  $n = 1$ . Коэффициент ослабления  $\gamma$ -излучения  $K_{\text{осл}} = 2$ .

**Задание 8.** Определите мощность экспозиционной дозы (МЭД) на местности ( $K_{\text{осл}} = 2,5$ ) с поверхностной активностью первоначального загрязнения ( $A$ ) по цезию-137  $7 \text{ Ки/км}^2$  через 24 года после аварии, если первоначальная МЭД загрязнения ( $\dot{X}_0$ ) составляла  $21 \text{ мР/ч}$ . Рассчитайте дозу облучения населения при проживании на местности, загрязненной радионуклидом цезия-137, за период от  $t_1 = 10$  лет до  $t_2 = 50$  лет после аварии. Энергия гамма-квантов ( $E$ )  $0,5 \text{ МэВ}$ , число гамма-квантов, приходящихся на один распад, —  $n = 1$ .

### Контрольные вопросы

1. Что понимают под радиационной обстановкой и в результате чего она может возникнуть?
2. Что понимают под выявлением и оценкой радиационной обстановки?
3. Какие вы знаете способы оценки радиационной обстановки? (Дайте им характеристику.)

### Литература

Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: курс лекций / Г.А. Чернушевич [и др.]. Минск, 2014.

Чернушевич, Г.А. Оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях / Г.А. Чернушевич, В.В. Перетрухин, В.В. Терешко. Минск, 2013.

---

### 3. ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

#### Основные понятия

Одним из основных способов защиты персонала объекта от современных средств поражения в результате крупномасштабных ЧС, вызванных авариями и катастрофами на химических и радиационно опасных объектах, пожарами и взрывами, является укрытие персонала предприятий в защитных сооружениях.

**Защитные сооружения** — это инженерные сооружения, предназначенные для защиты персонала объекта, а также другого населения, от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с техническим кодексом установившейся практики (ТКП 45-2.03-231-2011 «Защитные сооружения гражданской обороны. Нормы проектирования») защитные сооружения делят *по их защитным свойствам*:

1) на убежища, защищающие от поражающих факторов современных средств поражения, АХОВ, высоких температур и продуктов горения при пожарах. Обеспечивают непрерывное пребывание в них укрываемых в течение двух суток;

2) противорадиационные укрытия (ПРУ), защищающие от воздействия ионизирующих излучений, возникающих при радиоактивном заражении местности (коэффициент защиты от ионизирующих излучений не ниже 100 и от избыточного давления ударной волны не ниже 20 кПа);

3) сооружения двойного назначения, обеспечивающие защиту от избыточного давления ударной волны не ниже 20 кПа и допускающие непрерывное пребывание в них укрываемых до 6 ч;

4) защитные укрытия, обеспечивающие защиту укрываемых от избыточного давления ударной волны не ниже 20 кПа и допускающие непрерывное пребывание укрываемых до двух суток.

#### Пояснения и справочный материал

**Убежища** — сложные в техническом отношении сооружения, оборудованные различными инженерными системами и измерительными приборами для обеспечения защиты людей.

Для защиты от химически опасных веществ, биологических средств и радиоактивной пыли убежища герметизируют и оснащают фильтровентиляционным оборудованием, которое очищает наружный воздух, распределяет его по отсекам. Для жизнеобеспечения укрываемых защитные сооружения помимо системы фильтровентиляции, снабжающей людей воздухом, должны иметь надежное электроснабжение, санитарно-технические системы (водопровод, канализацию, отопление), радио- и телефонную связь, а также запасы воды и продовольствия.

По степени защиты убежища подразделяются на классы в зависимости от расчетной величины избыточного давления воздушной ударной волны (которую они могут выдержать) и коэффициента защиты от ионизирующих излучений (табл. 3.1). Убежища классов А—I и А—II предназначены для размещения пунктов управления и крупных узлов связи, строятся по особому указанию. Для укрытия населения и персонала промышленных объектов используют убежища класса А—IV.

Таблица 3.1

**Классификация убежищ по защитным свойствам**

Класс убежища	Степень защиты	
	от избыточного давления ударной волны, кПа	ионизирующих излучений (коэффициент защиты)
А—I	500	5000
А—II	300	3000
А—III	200	2000
А—IV	100	1000

По месту расположения в застройке убежища делятся на убежища отдельно стоящие и встроенные. Отдельно стоящие убежища возводят на свободных от застройки участках, а встроенные убежища сооружают в подвалах, полуподвальных (цокольных) и первых этажах зданий. К встроенным относятся убежища, возводимые внутри одноэтажных производственных зданий и не связанные с его ограждающими конструкциями.

**Инженерная защита персонала** — это комплекс мероприятий, направленных на создание фонда сооружений, обеспечи-

вающих защиту населения и работающих на производстве от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций.

Оценка укрытия наибольшей работающей смены проводится в следующей последовательности.

1. *Оценка соответствия вместимости защитного сооружения по установленным нормам.* Вместимость защитного сооружения (убежищ, противорадиационных укрытий) определяется в соответствии с нормами объемно-планировочных решений. Возможность укрытия наиболее многочисленной рабочей смены в защитном сооружении оценивается по количеству имеющихся в нем мест.

- Рассчитываем количество мест ( $M$ ) для укрываемых людей на имеющейся площади основного помещения исходя из установленных норм на одного человека:

$$M_i = \frac{S_{\text{п}}}{S_1}, \quad M_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n M_i, \quad (3.1)$$

где  $S_{\text{п}}$  — площадь основного помещения для укрываемых в защитных сооружениях,  $\text{м}^2$ ;  $S_1$  — норма площади основного помещения на одного укрываемого,  $\text{м}^2$  (табл. 3.2).

- Проверяем соответствие объема помещений в зоне герметизации установленной норме на одного укрываемого (норма: не менее  $1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$ ):

$$V_1 = \frac{S_0 h}{M}, \quad (3.2)$$

где  $V_1$  — объем помещения, приходящийся на одного укрываемого,  $\text{м}^3$ ;  $S_0$  — площадь всех помещений (общая),  $\text{м}^2$ ;  $h$  — высота помещения,  $\text{м}$ .

- Проверяем соответствие площади вспомогательных помещений установленным нормам:

$$S_{\text{всп}} = M \cdot S_2, \quad (3.3)$$

где  $S_{\text{всп}}$  — площадь вспомогательных помещений,  $\text{м}^2$ ;  $M$  — количество мест для укрываемых;  $S_2$  — норма площади вспомогательного помещения на одного укрываемого,  $\text{м}^2$  (табл. 3.2).

- Определяем количество нар ( $H$ ) для размещения укрываемых:

$$H = M \cdot D, \quad (3.4)$$

где Д – установленная норма: 0,1 – при одноярусном расположении нар (высота помещения – 2,2 м), 0,2 – при двухярусном расположении нар (высота помещения – 2,25–2,85 м), 0,3 – при трехярусном расположении нар (высота помещения – 2,9 м и выше).

Таблица 3.2

**Требования к защитным сооружениям гражданской обороны**

Основные требования	Норма
Площадь пола основного помещения на одного человека, м <sup>2</sup> , при высоте помещения:	
2,15 м	0,6
2,15–2,9 м	0,5
2,9 м и более	0,4
в защитных сооружениях двойного назначения	1,0
Внутренний объем помещения на одного человека, м <sup>3</sup>	1,5
Место для сидения на одного человека, м	0,45×0,45
Место для лежания на одного человека, м	1,8×0,55
Площадь вспомогательных помещений на одного человека, м <sup>2</sup> :	
без автономных систем водо-, электроснабжения	0,12
при наличии ДЭС, но без автономного водоснабжения	0,13
с автономными системами водо-, электроснабжения при вместимости:	
до 600 чел.	0,23
600–1200 чел.	0,22
более 1200 чел.	0,2
Площадь медпункта при вместимости 900–1200 чел., м <sup>2</sup>	9
Санпост на каждые 500 чел., м <sup>2</sup>	2
Площадь помещения на один комплект ФВК-1 (ФВК-2), м <sup>2</sup>	9–12
Площадь помещения для ДЭС, м <sup>2</sup>	16–20
Содержание кислорода, не менее, %	16,5
Концентрация углекислого газа, не более, %	4
Концентрация окиси углерода, не более, мг/м <sup>3</sup>	100
Концентрация метана, не более, мг/м <sup>3</sup>	300
Концентрация пыли, не более, мг/м <sup>3</sup>	10
Относительная влажность воздуха не менее и не более, %	30 и 90
Температура воздуха в убежище, не более, °С	32

Рассчитываем коэффициент вместимости  $K_{\text{вм}}$ , который характеризует возможности защитного сооружения по укрытию людей:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{общ}}}{N}, \quad (3.5)$$

где  $N$  — численность персонала, подлежащего укрытию (наибольшая работающая смена).

Требования к защитным сооружениям (см. табл. 3.2) приведены в соответствии с техническим кодексом установившейся практики для убежищ, противорадиационных укрытий (ПРУ), сооружений двойного назначения и защитных укрытий ТКП 45.3.02-231-2011 «Защитные сооружения гражданской обороны. Нормы проектирования». В таблице приведены объемно-планировочные и конструктивные решения к основным и вспомогательным помещениям, основные данные по микроклимату защитных сооружений.

2. *Оценка защитных свойств сооружения.* Защитные свойства сооружения определяем в зависимости от ионизирующего излучения.

Вычисляем коэффициент ослабления ( $K_{\text{осл}}$ ) ионизирующих излучений:

$$K_{\text{осл}} = K_{\text{зас}} \cdot 2^{\frac{h}{d_{\text{пол}}}}, \quad (3.6)$$

где  $K_{\text{зас}}$  — коэффициент, учитывающий условия расположения защитного сооружения (для встроенных равен 1,5, для отдельно стоящих — 1,0);  $h$  — толщина слоя материала защитного сооружения, см;  $d_{\text{пол}}$  — толщина слоя половинного ослабления, см (табл. 3.3).

Для защитных сооружений, имеющих *многослойное перекрытие* из разных материалов, коэффициент ослабления радиации находим по формуле

$$K_{\text{осл}} = K_{\text{зас}} \cdot 2^{\frac{h_1}{d_{\text{пол}}}} \cdot 2^{\frac{h_2}{d_{\text{пол}}}}. \quad (3.7)$$

3. *Оценка системы жизнеобеспечения защитного сооружения: оценка системы воздухообеспечения.* В ходе расчетов выбираем тип и параметры фильтровентиляционных комплектов (ФВК), определяем количество подаваемого воздуха системой в режиме I — чистой вентиляции и в режиме II — фильтровентиляции.



Таблица 3.3

Толщина слоев половинного ослабления ( $d_{\text{пол}}$ ) ионизирующих излучений  
для некоторых материалов

Материал	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Толщина слоя половинного ослабления ( $d_{\text{пол}}$ ), см	
		для гамма-излучения на следе облака	для нейтронов
Свинец	11,3	1,3	12,0
Железо, броня	7,8	1,8	11,5
Бетон	2,3	5,6	12,0
Кирпич	1,6	8,4	10,0
Грунт	1,8	7,2	12,0
Древесина	0,7	19,0	9,7
Вода	1,0	13,0	2,7
Полиэтилен	0,95	14,0	2,7

Вычисляем количество ( $N$ ) укрываемых людей, которое может обеспечить очищенным воздухом система водоснабжения:

$$N_{\text{возд}} = \frac{W_o}{W_n}, \quad (3.8)$$

где  $W_o$  — общая производительность системы воздухообеспечения, м<sup>3</sup>/ч (табл. 3.4);  $W_n$  — норма подачи воздуха на одного человека в час, м<sup>3</sup>/ч: в режиме чистой вентиляции — 10 м<sup>3</sup>/ч, в режиме фильтровентиляции — 2 м<sup>3</sup>/ч на человека.

Таблица 3.4

Характеристики фильтровентиляционных комплектов и вентиляторов

Название фильтровентиляционных комплектов и вентиляторов	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	
	в режиме вентиляции	в режиме фильтровентиляции
1	2	3
Фильтровентиляционный комплект ФВА-100/50	—	100
Фильтровентиляционный комплект ФВА-50/25	—	50
Комплект ФВК-200	—	200

1	2	3
Комплект ФВК-1, ФВК-2	1200	300
Фильтровентиляционный агрегат ФВА-49: с одним фильтром ФП-100у	450	100
с двумя фильтрами ФП-100у	450	200
с тремя фильтрами ФП-100у	450	300
Вентилятор ЭРВ-72	900	—
Вентилятор ЭРВ-72-2	1000	—
Вентилятор ЭРВ 600/300	600	—

*Примечание.* При выборе фильтровентиляционных комплектов брать основной — ФВК-1 (ФВК-2) из расчета один комплект на 150 чел., а в случае недостатка их производительности — другие комплекты совместно с вентиляторами.

4. *Оценка системы водоснабжения защитного сооружения.* Определяем количество ( $N$ ) укрываемых людей, которое может обеспечить водой система водоснабжения:

$$N_{\text{вод}} = \frac{W_{\text{о.вод}}}{W_{\text{ин}} \cdot C}, \quad (3.9)$$

где  $W_{\text{о.вод}}$  — общий запас воды в защитном сооружении, л;  $W_{\text{ин}}$  — норма обеспечения водой одного укрываемого в сутки (норма — 3 л/сут);  $C$  — заданный срок пребывания укрываемых в защитном сооружении, сут.

5. *Оценка санитарно-технических систем.* Санузел подключается к внешним водопроводным и канализационным сетям; оборудуется аварийным резервуаром для сбора стоков.

Вместимость резервуара определяется из расчета 2 л/сут сточных вод. Количество обслуживаемых системой укрываемых находится по формуле

$$N_{\text{ост}} = \frac{W_{\text{о.ст}}}{W_{\text{н}} \cdot C}, \quad (3.10)$$

где  $W_{\text{о.ст}}$  — общая вместимость санитарно-технической системы, ед. изм.;  $W_{\text{н}}$  — норма сточных вод на одного укрываемого в сутки (норма — 2 л/сут).

---

На основании расчетов оценивается возможность системы жизнеобеспечения по минимальному показателю. При этом учитывается, что определяющим показателем является система воздухообеспечения.

6. *Оценка подготовленности защитных сооружений к своевременному укрытию людей.* Оценка подготовленности защитных сооружений к своевременному укрытию людей проводится в зависимости от расположения защитного сооружения и места работы. Нормы для расчетов: скорость движения человека от места работы до места убежища — 100 м за 2 мин; время заполнения убежища — 2 мин.

## Задание

Дайте оценку обеспечения инженерной защиты персонала наиболее многочисленной рабочей смены объекта, и предложите меры по повышению этой защиты (исходные данные в табл. 3.5).

На основании расчета (формулы 3.1—3.10) сделайте общие выводы.

*Пример вывода.* 1. На объекте инженерной защитой обеспечивается (%) наибольшей работающей смены.

2. Возможности имеющегося убежища используются не полностью из-за ограниченной производительности системы вентиляции.

3. Для обеспечения инженерной защиты всего состава работающей смены необходимо:

- дооборудовать систему воздухообеспечения убежища одним комплектом ФВК-1;

- построить дополнительно одно убежище вместимостью (количество человек с пунктом управления и защищенной ДЭС для аварийного электрообеспечения двух убежищ на объекте.

До завершения строительства убежища предусмотреть защиту неукрываемой части персонала в подвальных помещениях, оборудовав их фильтровентиляционными системами.

Таблица 3.5

## Исходные данные

Номер варианта	Численность наибольшей работающей смены, чел.	Убежища (в числителе формулы (строка 1) даются параметры встроенных убежищ, в знаменателе – параметры отдельно стоящих убежищ)								Срок нахождения, сут
		Количество	Толщина, м		Высота, м	Площадь пола основного помещения, м <sup>2</sup>	Площадь пола вспомогательного помещения, м <sup>2</sup>	Запас воды, л	Емкость для сбора сточных вод, л	
			бетонного перекрытия	грунтовой засыпки						
1	2405	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,55}{0,2}$	$\frac{—}{0,63}$	$\frac{2,1}{5}$	$\frac{154}{152}$	$\frac{63}{62}$	$\frac{2730}{2700}$	$\frac{1900}{1800}$	2
2	2910	$\frac{6}{1}$	$\frac{0,53}{0,23}$	$\frac{—}{0,65}$	2,95	$\frac{150}{305}$	$\frac{60}{120}$	$\frac{2700}{5400}$	$\frac{1950}{3600}$	2
3	2397	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,57}{0,22}$	$\frac{—}{0,66}$	2,2	$\frac{160}{155}$	$\frac{63}{62}$	$\frac{1900}{1850}$	$\frac{1300}{1250}$	3
4	2205	$\frac{4}{2}$	$\frac{0,56}{0,54}$	$\frac{—}{0,67}$	3,0	$\frac{151}{152}$	$\frac{61}{62}$	$\frac{2000}{1900}$	$\frac{1260}{1300}$	3
5	2390	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,52}{0,25}$	$\frac{—}{0,68}$	2,3	$\frac{149}{150}$	$\frac{59}{60}$	$\frac{2700}{2720}$	$\frac{1950}{1850}$	2

---

## Контрольные вопросы

1. Каковы основные способы защиты населения в чрезвычайных ситуациях?
2. Какие вы знаете категории защитных сооружений в соответствии с ТКП?
3. Какие вы знаете факторы, влияющие на вместимость людей в убежище?
4. Как вы охарактеризуете виды убежищ по месту их размещения?
5. Какие инженерные системы оборудуются в убежищах? (Дайте им характеристику.)
6. Каков физический смысл коэффициента ослабления?
7. Какова последовательность оценки инженерной защиты персонала объекта?

## Литература

Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. (Основы гражданской обороны) / В.В. Перетрухин [и др.]. Минск, 2012.

Защитные сооружения гражданской обороны. Нормы проектирования: ТКП 45-3.02-231-2011. Введ. 01.07.2011. Минск, 2011.

Ковалевич, З.С. Безопасность жизнедеятельности человека: учебное пособие / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.

Чернушевич, Г.А. Оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях: учебно-методическое пособие / Г.А. Чернушевич, В.В. Перетрухин, В.В. Терешко. Минск, 2013.



---

## 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

### Основные понятия

Правовую основу системы пожарной безопасности и государственного пожарного надзора в Республике Беларусь определяют:

— Закон Республики Беларусь «О пожарной безопасности» от 15 июня 1993 г. № 2403-XII (в редакции от 20 июля 2006 г. № 162-3);

— Правила пожарной безопасности Республики Беларусь: ППБ Беларуси 01-2014 (постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 14 марта 2014 г. № 3 в редакции от 26 августа 2014 г. № 25).

Руководство в области пожарной безопасности в Республике Беларусь осуществляется Министерством по чрезвычайным ситуациям (МЧС).

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности на предприятии возлагается на руководителя предприятия и руководителей структурных подразделений. Руководители предприятия обязаны реализовать следующие задачи: обеспечить полное и своевременное выполнение правил пожарной безопасности, противопожарных требований, строительных норм при проектировании, строительстве и эксплуатации подведомственных им объектов; организовать на предприятии пожарную охрану, добровольные пожарные дружины и пожарно-техническую комиссию и руководить ими; предусмотреть необходимые ассигнования на содержание пожарной охраны, приобретение средств пожаротушения; назначить лиц, ответственных за пожарную безопасность подразделений и сооружений предприятия.

На предприятиях со всеми вновь поступающими на работу проводится противопожарный инструктаж, а на производстве с повышенной пожарной опасностью, кроме того, — занятия по пожарно-техническому минимуму. Для каждого производства или объекта на основе типовых правил пожарной безопасности должны разрабатываться противопожарные инструкции.

*Горением* называется сложный физико-химический процесс взаимодействия горючего вещества и окислителя, сопровождающийся выделением тепла и излучением света.

*Окислителем* в процессах горения обычно является газобразный кислород, находящийся в воздухе, но горение может быть и в среде хлора, брома, озона и других окислителей.

Для возникновения процесса горения необходимо наличие горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Горючее вещество и окислитель составляют горючую систему.

## Пояснения и справочный материал

Опасные факторы пожара — повышенная температура воздуха и предметов; открытый огонь и искры; токсичные продукты горения; взрывы; повреждение и разрушение зданий и сооружений.

Взрыво- и пожароопасные свойства веществ зависят от их агрегатного состояния (газообразные, жидкие, твердые), физико-химических свойств, условий хранения и применения.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В<sub>1</sub>–В<sub>4</sub>, Г<sub>1</sub>, Г<sub>2</sub>, Д (табл. 4.1); здания — на категории А, Б, В, Г, Д; наружные установки — на категории Ан, Бн, Вн, Гн, Дн (ТКП 474-2013 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»). Категории помещениям присваиваются в зависимости от агрегатного состояния горючих веществ и температуры вспышки в случае возможного пролива легко воспламеняющихся и горючих жидкостей.

Таблица 4.1

**Категории производственных помещений по взрыво- и пожароопасности**

Категория	Характеристика
1	2
А (взрыво- и пожароопасная)	Взрывоопасные производства, в которых применяются горючие газы и легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более +28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых в помещении развивается избыточное давление взрыва, превышающее 5 кПа, а также вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, при котором избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.
Б (взрыво- и пожароопасная)	Взрывоопасные производства, в которых применяются горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более +28 °С в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные пыле- и паровоздушные смеси, при воспламенении которых в помещении развивается избыточное давление взрыва, превышающее 5 кПа.

1	2
В (пожароопасная)	Пожароопасные производства, в которых используются горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, в том числе пыль и волокна, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом гореть при условии, что помещения, в которых они имеются, не относятся к категории А и Б.
Г (пожароопасная)	Производства, в которых используются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, обработка которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д (пожароопасная)	Производства, в которых используются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

*Пожарная безопасность* — это состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, а также обеспечивается защита людей и материальных ценностей от воздействия его опасных факторов (СТБ 11.0.02-95 «Пожарная безопасность. Общие термины и определения»).

Пожарная безопасность должна обеспечиваться системой предотвращения пожара и противопожарной защитой.

*Система предотвращения пожара* — комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение пожара.

*Противопожарная защита* — комплекс организационных мероприятий, технических средств и сил, направленных на предотвращение возникновения, развития и обеспечение тушения пожара, а также на защиту людей и материальных ценностей от воздействия его опасных факторов.

*Мероприятия по пожарной профилактике* подразделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные.

Пожарная безопасность зданий и сооружений в значительной мере определяется возгораемостью строительных материалов и конструкций, размерами зданий, их расположением, а также огнестойкостью.

На каждом предприятии приказом должен быть установлен соответствующий противопожарный режим.

При обнаружении пожара необходимо:



- немедленно сообщить в пожарную службу по телефону 101;
- задействовать систему оповещения о пожаре;
- принять меры к эвакуации людей;
- организовать встречу пожарных подразделений, приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

Администрация, руководители подразделений и другие должностные лица при возникновении пожара обязаны:

- проверить, сообщено ли в пожарную службу;
- организовать эвакуацию людей, принять меры к предотвращению паники, для чего организовать включение системы оповещения о пожаре; при наличии громкоговорящей связи объявить о необходимости покинуть здание; выделить необходимое количество людей для обеспечения контроля и сопровождения эвакуирующихся;
- организовать тушение пожара имеющимися средствами;
- направить персонал, хорошо знающий расположение подъездных путей и водоисточников для организации встречи и сопровождения пожарных подразделений;
- удалить из опасной зоны всех работников, не занятых тушением пожара;
- прекратить все работы, не связанные с эвакуацией людей и ликвидацией пожара;
- отключить сети электро- и газоснабжения, технологическое оборудование, систему вентиляции и кондиционирования;
- организовать эвакуацию материальных ценностей из опасной зоны и при необходимости обеспечить их охрану.

Для своевременного оповещения о времени и месте пожара и принятия мер по его ликвидации применяют пожарную сигнализацию. Системы пожарной сигнализации состоят из пожарных извещателей (датчиков), линий связи, приемной станции и др. Пожарная сигнализация должна соответствовать требованиям СТБ 11.16.04-2009 «Системы пожарной сигнализации адресные. Общие технические условия».

В качестве *огнегасительных веществ* применяется вода (ее нельзя использовать при тушении нефтепродуктов и других горючих жидкостей с плотностью меньше единицы (бензин, керосин, эфир, ацетон, масла, спирты и др.), а также электрооборудования под напряжением); водяной пар, углекислый газ, азот и другие газы (аргон, гелий, дымовые и отработанные газы, галогенизированные углеводороды (бромэтил)), химиче-

---

ские и воздушно-механические пены, порошковые составы на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия, песок, различные покрывала.

Средства пожаротушения подразделяются на первичные, стационарные и передвижные.

К *первичным средствам пожаротушения* относятся огнетушители, гидropомпы (поршневые насосы), ведра, бочки с водой, ящики с песком, асбестовые полотна, войлочные маты, кошмы, брезент и др. Для размещения первичных средств пожаротушения устанавливают специальные щиты.

Огнетушители бывают химические пенные (ОХП-10, ОП-5, ОХПВ-10 и др.), воздушно-пенные (ОВП-5, ОВП-10), углекислотные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-10), углекислотно-бромэтиловые (ОУБ-3, ОУБ-7), порошковые (ОПС-6, ОПС-10), хладоновые (ОХ-3) и др. (Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации (ТКП 295-2011).)

Предприятия должны обеспечиваться первичными средствами пожаротушения согласно требованиям ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание», Правил пожарной безопасности Республики Беларусь ППБ 01-2014 и др.

Средства пожаротушения и пожарные щиты располагают на видных местах и окрашивают в соответствующие цвета по СТБ 1392-2003 «Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности. Общие технические требования. Методы испытаний».

*Стационарные противопожарные установки* представляют собой неподвижно смонтированные аппараты, трубопроводы и оборудование, которые предназначены для подачи огнегасительных веществ в зону горения. К ним относятся средства пожарного водоснабжения, спринклерные и дренчерные установки, устройства пожарной связи и сигнализация.

*Передвижные средства пожаротушения* делятся на основные (пожарные автомобили, автоцистерны, пожарные поезда, самолеты, теплоходы и др.) и специальные (автомобили службы связи, автолестницы, самоходные лафетные стволы и др.).

При проектировании зданий должна быть предусмотрена безопасная эвакуация людей на случай возникновения пожара. При возникновении пожара люди должны покинуть любое здание в течение нормированного минимального времени, ре-

---

гламентируемого строительными нормами и правилами в зависимости от категории производства и объема помещения.

## Задания

*Задание 1.* Изучите требования нормативных документов.

*Задание 2.* Определите время эвакуации людей из помещения цеха по переработке плодоовощной продукции, расположенного на втором этаже здания, и сравните его с нормативными сведениями для данной категории помещений. Исходные данные: объем помещения ( $V \text{ м}^3$ ), число рабочих мест  $N$ . Эвакуация производится по двум лестницам, расположенным в противоположных боковых сторонах здания. Ширина марша каждой лестницы — 2,4 м. Перед каждой лестницей есть фойе и дверь шириной  $b = 1,2 \text{ м}$ , такой же ширины — наружная дверь. Наиболее удаленное рабочее место от выхода из цеха расположено на расстоянии  $L \text{ (м)}$ . Расстояние от двери фойе до лестницы  $L_1 = 15 \text{ м}$ . Протяженность пути по лестнице  $L_2 = 10 \text{ м}$ .

*Решение*

1. Определяем категорию помещения по пожаро- и взрывоопасности (см. табл. 4.1) и нормативное время эвакуации людей из производственного помещения ( $T_{\text{н}}$ , мин) в соответствии с данными табл. 4.2.

2. Определяем время (мин) предельного расстояния до выхода из цеха

$$T_1 = \frac{L}{V}, \quad (4.1)$$

где  $V = 16 \text{ м/мин}$  — средняя скорость движения потока людей.

3. Рассчитываем время (мин) преодоления дверей

$$T_2 = \frac{N}{2bn_0}, \quad (4.2)$$

где  $n_0 = 60 \text{ чел./м} \cdot \text{мин}$  — расчетная удельная пропускная способность одного метра дверей.

4. Полное время (мин) эвакуации:

$$T = T_1 + T_2 + \frac{L_1}{V} + \frac{L_2}{V_2}, \quad (4.3)$$

где  $V_2 = 10$  м/мин — скорость движения потока людей по лестнице вниз.

Сравниваем полное время эвакуации с нормативным временем ( $T_n$ ). В случае, если  $T > T_n$ , разработаем мероприятия по обеспечению времени эвакуации в соответствии с нормативными требованиями.

5. Определяем время эвакуации людей из производственного помещения согласно заданному преподавателем варианту (см. табл. 4.1) (табл. 4.2, 4.3). Сделаем выводы и предложим рекомендации по усовершенствованию системы пожарной безопасности объекта.

Таблица 4.2

**Необходимое время ( $t$ ) для эвакуации людей из производственных зданий, мин**

Категория производства	Объем помещения, тыс. м <sup>3</sup>					
	До 15	30	40	50	60 и более	
А, Б	$t$	0,50	0,75	1	1,5	1,75
В, Г, Д	$t$	1,25	2	2	2,50	3

Таблица 4.3

**Параметры производственных помещений**

Параметр	Символ	Вариант					
		1	2	3	4	5	6
Объем помещения, м <sup>3</sup>	$V$	12 000	14 000	16 000	18 000	20 000	21 600
Число рабочих мест	$N$	210	220	260	300	310	340
Расстояние от наиболее удаленного места до двери, м	$L$	45	48	52	54	58	60

Параметр	Символ	Вариант					
		7	8	9	10	11	12
Объем помещения, м <sup>3</sup>	$V$	20 500	18 200	16 400	13 000	14 500	15 800
Число рабочих мест	$N$	330	290	250	215	225	245
Расстояние от наиболее удаленного места до двери, м	$L$	59	54	48	46	42	51

---

## Контрольные вопросы

1. На кого возложена ответственность за обеспечение пожарной безопасности в организации?
2. Какие вы знаете опасные факторы пожара?
3. На какие категории делятся производства по взрыво- и пожароопасности?
4. Какие вы знаете обязанности персонала и администрации организации при возникновении пожара?
5. Какова характеристика основных средств пожаротушения?

## Литература

*Босак, В.Н.* Безопасность труда и пожарная безопасность в лесном хозяйстве / В.Н. Босак. Минск, 2013.

*Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека: учебное пособие / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.

*Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / З.С. Ковалевич [и др.]. Минск, 2015.

Правила пожарной безопасности Республики Беларусь: ППБ Беларуси 01-2014: постановление МЧС Республики Беларусь № 3 от 14 марта 2014 г. (в редакции от 26 августа 2014 г. № 25). Минск, 2014.

Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре: СНБ 2.02.02-01. Минск, 2001.



---

## 5. ОРГАНИЗАЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА

### Основные понятия

Авария на Чернобыльской АЭС по своим последствиям является самой крупной катастрофой современности, последствия катастрофы привели к загрязнению радиоактивными элементами: территории Беларуси — 46 445 км<sup>2</sup>, России — 56 905 км<sup>2</sup>, Украины — 41 835 км<sup>2</sup>.

На территории Беларуси на радиоактивно зараженной территории расположено 3600 населенных пунктов, в том числе 27 городов, где проживало 2,2 млн человек, т.е. свыше 20% населения Беларуси.

*Естественные барьеры для радионуклидов.* Главную опасность после Чернобыльской катастрофы представляют радиационно грязные продукты питания. Возможны различные пути попадания радионуклидов в наш организм, самым распространенным из которых является пищевая цепочка. Радионуклиды из почвы переходят в растения, которые скормливаются животным, в овощи, фрукты. В конечном итоге они попадают на наш стол с молоком, мясом и другими продуктами питания. В связи с этим, с одной стороны, очень актуальным становится радиологический контроль продуктов питания в соответствии с «Республиканскими допустимыми уровнями содержания радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и питьевой воде» (РДУ-99), с другой стороны, важно знать, как и чем питаться в этой ситуации.

Важнейшим принципом для организации рационального питания служит *биологическое правило избирательного поглощения* организмом схожих элементов. Природа распорядилась так, что если в нашем организме не хватает какого-нибудь элемента, то происходит компенсация его за счет другого похожего элемента. В связи с этим возникает возможность поставить барьер для поступления в организм радионуклидов Чернобыльского выброса.

Радиоактивные элементы часто ведут себя, как и подобные им нерадиоактивные. Принцип избирательного поглощения основан на известном биологическом факте: когда клетки ор-

---

ганизма человека насыщаются необходимыми питательными веществами, то уменьшается вероятность поглощения радиоактивных схожих элементов. С другой стороны, если наши органы не получают достаточных количеств необходимых элементов, таких как кальций и калий в течение длительного времени, то организм начинает интенсивно поглощать доступные в данный момент радиоактивные вещества, подобные недостающим.

В настоящее время основными *долгоживущими радионуклидами*, формирующими суммарную дозовую нагрузку населения, являются: цезий-137, стронций-90 и плутоний-239. Основным аварийным источником облучения населения, проживающего в зонах, пострадавших от чернобыльского выброса, является *цезий-137*, который определяет 90–95% суммарной дозы (*внешнее и внутреннее облучение*). Доза внутреннего облучения человека от радиоцезия дает вклад в суммарную дозу более 50%.

Цезий химически активен и легко вступает в соединения. В основном цезий не стабилен, в стабильном состоянии встречается очень редко. Из всех изотопов Чернобыльского выброса преобладают цезий-137 и цезий-134 с наибольшим периодом полураспада 30 лет. Цезий легко растворимый элемент, следовательно, попадая в организм человека с продуктами питания, он хорошо растворяется в крови человека и переносится по всему организму, создавая равномерную концентрацию.

В природе существует также и стабильный цезий, но в очень малых количествах. Обладая свойствами, подобными калию, цезий ведет себя в окружающей среде и в организме человека аналогично. Калий крайне нужен любой живой структуре на Земле (растениям, животным, человеку). При недостатке калия во внутренних органах человека поглощенный радиоактивный цезий концентрируется в мышцах и органах воспроизводства. Так как радиоактивный цезий легко всасывается в ткани и кровь, то природа уравнивала процессы поглощения и выведения его из организма.

Время, в течение которого выводится половина поступившего в организм с пищей цезия-137, зависит от возраста человека. У детей до одного года — за 9 сут. выводится половина инкорпорированного с продуктами питания цезия, до 9 лет — за 38 сут. У взрослых в возрасте 30 лет — за 70 сут, 70 лет — за 90 сут.

Значительно стимулируется вывод цезия при обогащении рациона питания калием.

---

*Стронций-90* имеет период полураспада 29 лет, период полного распада около 560 лет, бета-радиоактивен. При попадании в организм с продуктами питания и через кожу аккумулируется в основном в костной ткани, медленно выводится. Большая концентрация стронция наблюдается в зерне и корнеплодах. В растениях он концентрируется в надземной части. В организме человека стронций замещает кальций, как строительный материал костной ткани, поэтому блокировка стронция в организме может осуществляться за счет кальциевой диеты.

*Плутоний-239* имеет период полураспада 24 360 лет, обладает высокой альфа-радиоактивностью, слабым гамма-излучением. Схож по структуре с железом, может поглощаться кровью; связавшись с белками, переносится к клеткам печени и костного мозга. Главную опасность для человека и животных, плутоний представляет при дыхании. Он попадает в легкие с воздухом, где окислившись, остается в течение многих лет, прожигая близлежащие ткани. Период полувыведения плутония — 4000 дней.

Из *короткоживущих* радионуклидов наибольшую опасность представлял *йод-131*. Йод — вещество, потребляемое щитовидной железой при образовании определенных гормонов. Йодсодержащие гормоны важны для регуляции процессов в организме. Если в пище недостаточно йода, организм поглотит радиоактивный йод-131, который заполнит щитовидную железу. Радиоактивный йод может попасть из воздуха (в виде паров) или поступать во внутрь организма в виде солей йода. В любом случае, попав в щитовидную железу, он начнет облучать окружающие клетки и в зависимости от концентрации может нарушить функцию щитовидной железы, что приводит к замедлению роста, рождению недоношенных детей, развитию рака щитовидной железы.

## **Пояснения и справочный материал**

*Содержание блокировочных элементов в основных продуктах питания.* Организм человека может уменьшить поступление радиоактивных элементов, создав резервы жизненно важных для него веществ. В табл. 5.1 приведены стабильные элементы, которые блокируют поглощение организмом радиоактивных элементов.



Таблица 5.1

**Избирательное поглощение радионуклидов**

Стабильный элемент	Радиоактивный элемент
Кальций	Стронций-90
Йод	Йод-131
Железо	Плутоний-238, -239
Калий	Цезий-137
Сера	Сера-35
Витамин В <sub>12</sub>	Кобальт-60
Цинк	Цинк-65

Перечисленные выше блокировочные элементы находятся в той или иной концентрации в обычных продуктах питания. Составляя соответствующую диету, можно исключить дефицит основных элементов в организме человека, тем самым блокируя поглощение радиоактивных веществ.

*Молоко и молочные продукты являются основными поставщиками в организм солей кальция.* В молоке кальций связан с белком казеином и легко усваивается. При недостатке кальция в рационе повышается всасывание (с 20–30% до 60–70%) радиоактивного аналога кальция — стронция-90. Поскольку стронций откладывается в костной ткани и облучает костный мозг, то следует всячески ограничивать его всасывание в желудочно-кишечном тракте, одним из методов которого является обеспечение организма полноценным белком и кальцием.

Кальций, который является блокировочным элементом радиоактивного стронция, содержится в зеленых овощных культурах, капусте, фасоли, луке, турнепсе, бобовых (соевые бобы, молодой горох), семенах (миндаль, орех, семена подсолнечника), молочнокислых продуктах (молоко, творог, сыр, яйца) (табл. 5.2).

*Овощи и фрукты* — важные поставщики калия и многих микроэлементов. При недостатке калия в рационе, происходит повышенное накопление в организме его аналога — радиоактивного цезия.

Калий, который является блокировочным элементом радиоактивного цезия, присутствует в овощах, особенно в свекле, бобовых, фруктах (персиках, абрикосах, сливах, яблоках, но особенно в урюке, черносливе), ягодах (винограде, черной

смородине, изюме), чае, натуральном кофе, какао, сухом молоке, яичном порошке, хлебе, отрубях, овсяной крупе, мясе, рыбе (табл. 5.3). Калий стимулирует сердечную мышцу, улучшает обменные процессы и работу печени; рекомендуемая ежедневная потребность калия – 1–2 г.

Таблица 5.2

**Основные пищевые источники кальция**

Продукты	Содержание кальция, мг/100 г
<i>1. Молочные продукты</i>	
Молоко коровье	120
Творог жирный	150
Творог п/жирный	164
Кефир жирный	120
Молоко сухое цельное	1000
Молоко сгущенное с сахаром	307
Сыры твердые	900–1050
Сыры плавленые	430–760
<i>2. Хлеб и хлебобулочные продукты</i>	
Хлеб из ржаной муки	18–38
Хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки	23–42
Хлеб из пшеничной муки	18–43
<i>3. Мука</i>	
Мука ржаная	19–43
Мука пшеничная	18–39
<i>4. Крупа</i>	
Манная, гречневая (ядрица, продел)	20–55
Пшено	27
Толокно, «Геркулес»	52–58
Овсяная	64
Перловая	38
Ячневая	42
Бобовые: горох лущеный	89
Фасоль	150
<i>5. Овощи</i>	
Капуста белокочанная и квашеная	48
Картофель	10
Лук зеленый (перо)	100
Морковь красная	51
Салат	77
Чеснок	60
Капуста морская	2200

Таблица 5.3

## Основные пищевые источники калия

Продукты	Содержание калия, мг/100 г
<i>1. Овощи</i>	
Картофель	568
Шпинат	574
Щавель	500
<i>2. Зерновые продукты</i>	
Гречневая, овсяная, толокно, «Геркулес»	320–380
Бобовые: горох лущеный	873
Фасоль	1100
Мука ржаная	100–294
Мука пшеничная	122–310
Макаронные изделия	123–212
<i>3. Фрукты свежие</i>	
Абрикосы, персики	305–363
Вишня, слива, хурма, черешня, яблоки	200–278
Цитрусовые	155–197
<i>Ягоды свежие</i>	
Виноград, малина, крыжовник, смородина	224–350
Земляника (садовая), клюква, облепиха	103–161
<i>Сухофрукты</i>	
Виноград, груши, яблоки, чернослив	580–872
Курага, урюк	1717–2043
<i>4. Рыба</i>	
Мойва	290
Окунь морской, треска	296–339
<i>Продукты моря</i>	
Морская капуста	970
<i>5. Яйцепродукты</i>	
Яйца куриные	140
Яичный порошок	488
<i>6. Грибы сушеные (белые, подберезовики)</i>	
Грибы свежие	310–560
<i>7. Орехи</i>	
	664

---

Существенную роль в защитных функциях организма человека играют микроэлементы, которые служат естественным барьером для поступления радионуклидов. Микроэлементы важны также для стимуляции иммунной системы человека, обменных процессов, что способствует выводу радионуклидов. Включение микроэлементов в рацион питания, является особенно актуальным для районов, где их естественное содержание в почвах недостаточное. К таким районам относятся и почвы Чернобыльского следа. Это приводит к различного рода заболеваниям: железодефицитных анемий, снижению иммунитета, приводящее к целому спектру болезней, задержке роста, и другим функциональным нарушениям обмена веществ. Важнейшим микроэлементом является *железо*, блокирующее поступление альфа-излучающих радионуклидов плутония-238, -239, а также америция в организм человека. Железо является важнейшим кроветворным микроэлементом, особенно для образования эритроцитов.

Железо содержится в зеленых овощах: луке, салате, укропе, щавеле, капусте, грецких орехах, семенных, бобовых культурах; в мясных продуктах: почках, мясе, говяжьей и свиной печени; крупах: овсяной, гречневой, горохе; фруктах: яблоках, сливах, абрикосах, персиках.

Суточная норма железа в рационе питания человека составляет около 20 мг. Концентрация железа в 100 г проса — 6,8 мг, овощей — 2 мг, морских овощей — 20 мг, семенах подсолнечника — 7 мг.

Радиозащитными свойствами обладает также *селен*, который восстанавливает иммунную систему, противодействует свободным радикалам, тем самым снижает частоту опухолей молочной железы, щитовидной железы. Селен содержится в зерне, хлебе из муки грубого помола, чесноке, мясопродуктах, овощах, рыбе, макаронных изделиях. Содержание селена в 100 г продукта: овес — 5–10 мкг, ячмень — 35 мкг, рис — 40 мкг, рыба — 20–40 мкг.

*Магний* — способствует обменным процессам, регулирует кислотность. Содержится в луке, салате, шпинате, щавеле, орехах. Ежедневная потребность — 300–350 мг.

*Йод* — блокировочный элемент радиоактивного йода, участвует в функции щитовидной железы, обменных процессах, повышает устойчивость иммунной системы организма. Запоздавшая йодная профилактика в первые дни Чернобыльской катастрофы обусловила интенсивное поглощение радио-

йода-131, что привело к росту заболеваний щитовидной железы и, как следствие, раку щитовидной железы, особенно у детей. Ежедневная рекомендуемая доза потребления йода – 150 мкг/сут (табл. 5.4).



Таблица 5.4

**Основные пищевые источники йода**

Продукты	Содержание йода, мкг/100 г
1	2
<i>1. Морепродукты</i>	
Морская капуста сухая	200 000–300 000
Морской окунь	57
Нототения	19
Треска	135
Хек	33
Креветки (мясо)	110
2. Яйцо куриное	20
Яичный порошок	70
3. Молоко сухое цельное	346
Молоко стерилизованное	15
<i>4. Мясопродукты</i>	
Говядина	7,2
Свинина	6,6
Мясо кролика	5,0
<i>Субпродукты</i>	
Печень говяжья	6,3
Сердце говяжье	7,3
Печень свинная	13,1
Жир свиной топленый	9,7
<i>5. Крупы</i>	
Крупа пшеничная	7,8
Пшено	4,5
Крупа «Геркулес»	6,0



1	2
6. Мука ржаная	9,3
Мука пшеничная в/с	1,5
7. Овощи	
Картофель	5,0
Морковь красная	5,0
Редис	8,9
Чеснок	9,0
8. Фрукты	
Слива	4,0
Виноград	8,0
9. Грибы	
Шампиньоны	18,0

Очень важно также в рационе питания присутствие витаминов группы А (каротин), В ( $B_1$  – тиамин,  $B_2$  – рибофлавин,  $B_6$  – пиридоксин,  $B_{12}$  – цианокобаламин), С (аскорбиновая кислота), Е (токтоферол), Р (антициановые пигменты, катехины, флавоны). Витамины, как и минеральные элементы, в достаточном количестве находятся в натуральных продуктах питания.

Источником *витамина А* являются желтые и зеленые овощи, бобовые, говяжья печень, сливочное масло, маргарин, сметана.

*Витамин С* – шиповник, облепиха, черная смородина, зеленые овощи, фрукты, цитрусовые, красный сладкий перец, картофель, капуста. Ежедневная потребность 50–70 мг.

*Витамин Р* – черноплодная рябина, черная смородина, боярышник, клюква, брусника, зеленый чай, чай байховый.

*Витамин Е* – зерновые, овощи, орехи, растительное масло, подсолнечное и конопляное масло, печень.

В зимний период из-за отсутствия натуральных витаминов, находящихся в продуктах, целесообразно их заменить поливитаминами. Очень важной особенностью рационального питания в условиях проживания на загрязненных территориях является включение в рацион грубых, необработанных продуктов, которые в большом количестве содержат клетчатку или

пищевые волокна. Попадая в желудочно-кишечный тракт, эти вещества способны образовывать соединения с радиоактивными веществами, а также с токсичными металлами, способствуя их выводу из организма.

*Клетчатка и пищевые волокна* в больших количествах содержатся в белково-отрубном хлебе, перловой крупе, пшенице, миндале, кукурузе, яблоках, грушах, сливах, чечевице, овсе, в ягодах: черной и красной смородине, малине, клубнике (табл. 5.5). Для рационального питания человеку необходимо в день употреблять около 20 г пищевых волокон.

Таблица 5.5

**Содержание клетчатки в продуктах**

Продукты	Содержание пищевого волокна, г/100 г
Миндаль	5,1
Кукуруза	3,9
Яблоки	3,9
Чечевица	3,7
Овес плющенный	2,8

Одним из видов пищевого волокна являются пектины, которые в значительных количествах содержатся во фруктах и ягодах. Пектины хорошо связывают соли тяжелых металлов, обезвреживают ягоды, холестерин, а также адсорбируют и способствуют выведению токсичных веществ из организма.

В настоящее время, специальные вещества, обладающие радиопротекторными свойствами, изготавливают из натурального сока алоэ.

*Способы уменьшения концентрации радионуклидов в основных продуктах питания при кулинарной обработке.* На территориях, загрязненных радионуклидами, особенно с плотностью загрязнения свыше 10 Ки/км<sup>2</sup>, продукция животноводства, земледелия как в государственном, так и в частном секторе зачастую превышает республиканские допустимые уровни. Значительному снижению концентрации радионуклидов в основных продуктах питания способствует технологическая и кулинарная обработка при получении готового к употреблению продукта.

---

Предложенные ниже способы уменьшения концентрации радионуклидов в основных продуктах сельскохозяйственного производства позволяют существенно уменьшить поступление радионуклидов с пищей в организм человека, и, как следствие, уменьшить накапливаемую внутреннюю дозу облучения.

*Мясные продукты.* В мясе и мясных продуктах в основном накапливаются радионуклиды цезия и стронция. Радиоактивный цезий собирается мышечной тканью животных, внутренними органами, почками, легкими, печенью, сердцем. Стронций — костной тканью. В связи с этим рекомендуется варить мясные бульоны, предварительно отделив мясо от костей. Особенно это касается мяса молодых животных и кур. Перед кулинарной обработкой мясных продуктов следует удалить из мясного сырья загрязненные участки соединительной ткани, тщательно вымыть под проточной водой. Также рекомендуется вымачивать мясо в течение 2 ч в подсоленной холодной воде, лучше проточной, а также сливать отвар после 10-минутного кипячения. Это позволяет уменьшить концентрацию радионуклидов в готовых продуктах на 50–80%. Жарение, вяление и копчение мясных продуктов, не соответствующих РДУ, не рекомендуется, так как этот процесс может только увеличить концентрацию радионуклидов в готовом блюде из-за выпаривания жидкости. Содержание мяса в морозильных камерах также не ведет к уменьшению концентрации долгоживущих радионуклидов, таких как цезий и стронций.

Особенно опасно потребление мяса диких животных, так как они живут в лесных массивах и там питаются (леса имеют большую плотность загрязнения радионуклидами). Наибольшую опасность среди диких животных представляет мясо кабана, косули, лося. Концентрация радиоцезия в основных внутренних органах животных (сердце, печени, легких) выше, чем в мясе. В связи с этим *категорически запрещается употребление мяса диких животных без радиологического контроля и специальных выше описанных мероприятий.*

*Рыба.* Наибольшее содержание радионуклидов у рыбы находится в ее голове и во внутренностях. Свежую рыбу следует очистить от чешуи, удалить внутренности; у донных рыб, таких как сом, линь, щука, удалить хребет. Особенно важно удалить жабры, а у крупных и донных рыб — голову. Затем рыбу нужно разрезать на куски и вымочить в течение 10–15 ч, сменяя при этом воду. Данный способ дает эффект уменьшения радионуклидов цезия на 70–75%. Наиболее активно аккумуля-



---

лирует радиоцезий донная рыба: линь, карась, сом, окунь, щука.

Более строгому радиологическому контролю подлежит рыба из озер и водоемов на территории Чернобыльского следа. Вода в таких водоемах не обновляется, как речная, и здесь может быть повышенная концентрация радиоцезия, особенно у глубоководных, донных рыб. Концентрация радиоцезия в рыбе из подобных водоемов будет в 1000 раз больше, чем в воде. Таким образом, потребление рыбы из озер на загрязненных радионуклидами территориях без радиологического контроля небезопасно.

*Овощи и фрукты.* Обработку овощей, фруктов и пищевого сырья целесообразно начинать с механической очистки от загрязнения их поверхности от земли. Все продукты должны быть тщательно промыты теплой проточной водой. Перед мытьем капусты, лука, чеснока необходимо удалить верхние, наиболее загрязненные листья.

По степени накопления радиоактивных веществ как цезия, стронция, так и других радионуклидов, овощи и фрукты размещают в следующей последовательности: капуста, огурцы, томаты, лук, чеснок, картошка, морковь, свекла, редис, фасоль, горох, бобовые, щавель. Особенно активно связывают радионуклиды в почве щавель и бобовые.

Среди ягод и фруктов менее радиационно восприимчивы яблоки и груши, более — красная и черная смородина. Перед употреблением огородные культуры, не требующие кулинарной обработки, следует тщательно мыть под проточной водой, снимая кожуру 3–5 мм.

Тщательно должны быть очищены участки поверхности овощей и фруктов, имеющие неровности, трещины, в которых могут накапливаться радиоактивные частицы. Механическая очистка позволяет удалить 50% радиоактивных веществ, находящихся на поверхности и в наружных слоях продукта.

Засолка овощей и фруктов уменьшает количество радиоцезия на 30–40%, так как последний переходит в рассол, который потреблять нельзя.

Сушку фруктов следует проводить после мытья, в местах, защищенных от пыли. Перед употреблением сухофрукты также целесообразно тщательно вымыть.

*Молочные продукты.* Основной радионуклид, аккумулирующийся в молочных продуктах — цезий-137. Содержание радиоцезия в молоке существенно зависит от кормов животных.

---

Населению, проживающему на загрязненных радионуклидами территориях, и имеющих в личных хозяйствах скот, рекомендуется не менее трех раз в год проводить радиометрический контроль молочной продукции. Целесообразно также проводить радиометрический контроль кормов животных.

Если невозможно перевести животное на чистые корма, и получить чистую продукцию, то молоко необходимо перерабатывать на молочные продукты длительного хранения (сыр, масло). В процессе сепарирования молока до 90% всех радионуклидов остаются в сыворотке.

*Яйца.* При употреблении куриных яиц следует знать, что почти все радионуклиды содержатся в скорлупе. В связи с этим не рекомендуется варить яйцо, так как возможен переход радионуклидов во внутреннюю часть яйца. Перед употреблением яйца необходимо хорошо вымыть.

*Картофель.* Традиционным продуктом питания для населения Республики Беларусь является картофель, который занимает в рационе питания одно из основных мест. Хотя картофель не является хорошим накопителем радионуклидов, но, учитывая большую долю его в общем рационе питания, следует выполнять простые рекомендации: перед очисткой картофель вымыть от земли, снять кожуру на 3–5 мм, тщательно вымыть очищенный картофель, поменять воду, и повторить замену воды через 10–15 мин варки. Это позволит уменьшить концентрацию радионуклидов вдвое, что очень важно с учетом большого потребления картофеля.

Следует отметить, что наибольшее содержание радионуклидов содержится:

- у картофеля — в поверхностном слое и сердцевине,
- у капусты — в кочерыжке, зеленых листьях,
- у моркови — в верхушке корнеплода и сердцевине,
- у огурца — в кожуре и задней части плода,
- у свеклы — в верхнем слое и верхушке корнеплода.

*Грибы и ягоды.* Следует быть очень осторожным с включением в рацион питания даров леса: грибов и ягод. На территориях Гомельской и Могилевской областей грибы, как правило, радиационно грязные. Особенно это касается маслят, зеленков, моховиков и всех грибов в сушеном виде. Корневая система ягод и грибов находится в поверхностном слое почвы и подстилке, в то же время около 90% от общего количества цезия-137, также сосредоточено в лесной подстилке и верхнем минеральном слое почвы. В связи с этим грибы и дикорасту-

---

щие ягоды характеризуются наибольшим накоплением радионуклидов среди лесной флоры.

Различные виды лесных грибов существенно различаются по способности накапливать радионуклиды. Наибольшим накопителем радиации являются маслята, моховики, польский гриб, зеленки, грузди, волнушки. В меньшей степени накапливают радионуклиды: белый гриб, лисички, подберезовики, подосиновики, сыроежки, опята. Накопление радионуклидов существенно зависит от плотности загрязнения и состава почвы, от влажности. Как уже отмечалось, цезий-137 хорошо растворяется в воде, поэтому на увлажненных почвах, болотах переход цезия в корневую систему грибов, ягод очень интенсивный. Различные части грибов также неравномерно поглощают радионуклиды, так, например, в шляпках польского гриба, подберезовика, боровика наблюдается самая большая концентрация радионуклидов. Наибольшая концентрация радионуклидов будет у старых переросших грибов.

Среди ягод активно связывают радиацию — черника, клюква. В связи с этим употребление грибов и ягод, собранных на загрязненных территориях, без радиологического контроля запрещено.

Если грибы не превышают РДУ в 2 и более раза, то возможна их кулинарная обработка и дальнейшее употребление. Свежие грибы необходимо тщательно очистить, промыть в проточной воде или в большом количестве, подсоленной воды. Затем грибы подвергают термической обработке — варке в течение 25–60 мин с промежуточным сливом отвара. Таким образом, можно снизить содержание радионуклидов в 10 раз.

Грибы, предназначенные для сушки, желателно предварительно очистить и вымыть, это снизит их уровень загрязненности. Перед употреблением сухих грибов их обрабатывают по описанной выше технологии.

Включение в рацион питания ягод, превышающих допустимые уровни радиации, также крайне опасно, поскольку снижение радиоактивности путем специальной обработки в ряде случаев не представляется возможным. Приготовление компотов из лесных ягод может снизить удельную активность за счет уменьшения концентрации радионуклидов в водном растворе. Однако приготовление варенья, джемов, практически не изменяет концентрации радионуклидов.

Сушка ягод, особенно черники, нецелесообразна, так как в процессе сушки вода из ягоды испаряется, и концентрация

---

радионуклидов возрастает в 5–7 раз. Употребление черники без радиологического контроля крайне опасно, так как с одной стороны, эта ягода на территориях Чернобыльского выброса наиболее заражена, а с другой стороны, концентрация воды в ней также велика и при сушке радиоактивность значительно увеличивается.

Дары леса (*грибы и ягоды*) требуют обязательного радиологического контроля.

*Мероприятия по снижению поступления радионуклидов в продукты питания.* Ведение сельского хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения земель осуществляется согласно «Рекомендациям по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 гг.». Производимая сельскохозяйственная продукция (животноводства и растениеводства) подвергается постоянному радиационному контролю и должна соответствовать республиканским допустимым уровням.

Для получения сельскохозяйственной продукции с допустимым содержанием радионуклидов в каждом звене трофических цепочек выстраивается целая система защитных мероприятий (контрмер).

К общим *организационным и санитарно-гигиеническим мероприятиям* относятся:

- обследование и инвентаризация земель по плотности радиоактивного загрязнения и их картирование;
  - прогноз содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции;
  - исключение земель из сельскохозяйственного пользования;
  - изменение отраслевой специализации хозяйств;
  - оптимизация землепользования, структуры посевов и севооборотов на основе подбора сельскохозяйственных культур.
- По степени накопления цезия-137 зерновые размещают в следующей последовательности: озимая рожь, пшеница, ячмень, просо, рапс, горох, люпин. По степени накопления стронция-90 зерновые размещают в следующей последовательности: озимая рожь, озимая пшеница, овес, ячмень, горох, люпин, рапс. За счет подбора сортов можно снизить поступление радионуклидов в 2–3 раза;
- соблюдение санитарно-гигиенических и других требований, установленных действующим в республике законодательством;

- организация радиационного контроля продукции;
- оценка эффективности защитных мероприятий.

В звене **почва** → **растения** основные контрмеры включают:

1) агротехнические мероприятия:

— коренное и поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ;

— гидромелиорация (осушение и оптимизация водного режима);

— противоэрозионные мероприятия для предотвращения вторичного загрязнения;

2) агрохимические мероприятия:

— внесение повышенных доз фосфорных (Р) и калийных удобрений (К) и цезий (Cs) являются антагонистами, поэтому вместо радиоактивного цезия в растения поступает калий из удобрений;

— известкование кислых почв (внесение мела, доломитовой муки). Кальций (Ca) и стронций (Sr) — антагонисты, при внесении кальцийсодержащих мелиорантов вместо радиоактивного стронция в растения поступает кальций;


— внесение органических удобрений;

— оптимизация азотного питания растений, так как высокие дозы азота увеличивают поступление радионуклидов в растения;

— применение микроудобрений — микроэлементы (Cu, Zn, Mn, B, Se, Co) повышают урожайность и качество продукции).

В звене **растения** → **человек** приемы по снижению поступления радионуклидов в продукцию растениеводства включают технологические мероприятия:

— правильную первичную подготовку продуктов к употреблению (тщательное мытье овощей и фруктов, домашняя переработка);

— глубокую технологическую переработку растениеводческой продукции (производство спирта из зерна с повышенным содержанием радионуклидов, изготовление хлебобулочной продукции с содержанием антиоксидантов и радиопро-  


— употребление в пищу продукции из тех культур, которые способны меньше накапливать радионуклиды;

— радиационный контроль растениеводческой продукции, в том числе строгий радиационный контроль дикорастущих грибов и ягод.

---

В звене **растения** → **животные** контрмеры включают зоотехнические мероприятия:

- специальную систему кормления животных. Самые «чистые» корма используют молочному скоту, самые «грязные» — скоту на откорме и рабочему скоту;

- раздельный выпас скота для производства молока цельного и молока-сырья;

- двухстадийный откорм животных перед отправкой на мясокомбинат (проводят откорм животных на «чистых» кормах последние 2 месяца);

- применение сорбирующих препаратов, связывающих радионуклиды.

В звене **животные** → **человек** мероприятия по снижению поступления радионуклидов в животноводческую продукцию включают:

- радиационный контроль животноводческой продукции с рынка;

- выбор мясной продукции с наименьшим накоплением радионуклидов (по накоплению радиоцезия мясо животных составляет убывающий ряд: говядина — баранина — свинина — птица);

- первичную подготовку и переработку животноводческой продукции;

- глубокую технологическую промышленную переработку животноводческой продукции (переработку молока и мясного сырья, специальную очистку молока и др.).

Существенное значение в обеспечении снижения поступления радионуклидов в организм человека имеет информирование населения о правильном питании и применении способов снижения поступления в организм радионуклидов с пищей.

**Информационные мероприятия** включают:

- информирование населения, заинтересованных министерств и ведомств о результатах радиационного контроля и эффективности проводимых защитных мероприятий;

- информирование населения о новых эффективных мерах, снижающих переход радионуклидов в возделываемые культуры и готовую продукцию;

- научные исследования;

- подготовка и повышение квалификации специалистов сельского хозяйства и пищевой промышленности.

## Задания

**Задание 1.** Уровень загрязнения почвы радионуклидами  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  составляют соответственно  $\text{As}_1$  и  $\text{As}_2$ ,  $\text{Ки/км}^2$ . С учетом коэффициентов перехода радионуклидов в растениеводческую продукцию  $K_{\text{п}}$  (табл. 5.6) проведите прогноз загрязнения выращенной на этой почве продукции и оцените уровень безопасности в соответствии с РДУ (табл. 5.7).

Таблица 5.6

**Коэффициенты перехода радионуклидов цезия-137 и стронция-90  
в растениеводческую продукцию**

Продукция	Дерново-подзолистые суглинистые почвы ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ 6,0–6,7; $\text{K}_2\text{O}$ – 201–300 мг/кг)		Дерново-подзолистые супесчаные почвы ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ 5,6–6,0; $\text{K}_2\text{O}$ – 201–300 мг/кг)		Дерново-подзолистые песчаные почвы ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ 5,6–6,0; $\text{K}_2\text{O}$ – 201–300 мг/кг)		Торфяные низинные почвы ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ 5,01–5,5; $\text{K}_2\text{O}$ – 601–1000 мг/кг)	
	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Зерно, влажность 14%								
Овес	0,040	1,20	0,041	1,00	0,07	1,50	0,50	0,60
Озимая рожь	0,010	0,73	0,017	0,72	0,03	1,10	0,04	0,50
Озимое тритикале	0,010	0,68	0,020	0,91	0,03	1,10	0,30	0,60
Озимая пшеница	0,010	0,89	0,018	1,00	—	—	—	—
Яровая пшеница	0,010	0,81	0,020	1,10	—	—	0,30	0,40
Ячмень	0,020	1,30	0,029	1,30	0,04	1,80	0,30	0,60
Люпин	0,28	2,50	0,36	3,00	0,52	5,00	—	—
Горох	0,22	1,40	0,28	1,60	0,40	2,70	—	—
Вика	0,11	1,30	0,15	1,50	0,20	2,50	—	—
Рапс	0,11	3,10	0,14	1,40	0,20	6,60	—	—
Просо	0,05	0,30	0,067	0,61	0,091	0,70	—	—
Кукуруза	0,04	0,18	0,041	0,43	0,064	0,45	—	—
Картофель и овощи, естественная влажность								
Картофель	0,024	0,10	0,024	0,20	0,04	0,32	—	—
Свекла	0,022	0,50	0,022	0,80	0,038	1,18	—	—
Морковь	0,019	0,90	0,019	1,20	0,030	2,00	—	—
Капуста	0,021	0,40	0,021	0,70	0,042	1,05	—	—
Лук репчатый	0,032	0,30	0,032	—	0,050	1,42	—	—

Таблица 5.7

**Республиканские допустимые уровни содержания цезия и стронция  
в пищевых продуктах и воде (РДУ-99)**

Наименование продукта	Допустимые уровни содержания	
	цезия-137, Бк/кг, Бк/л	стронция-90, Бк/кг, Бк/л
Вода питьевая	10	0,37
Молоко и цельномолочная продукция	100	3,7
Творог и творожные изделия	50	—
Сыры сычужные и плавленые	50	—
Молоко коровье	100	—
Мясо и мясные продукты: говядина, баранина и продукты из них свинина, птица и продукты из них	500	—
	180	—
Картофель	80	3,7
Хлеб и хлебобулочные изделия	40	3,7
Мука, крупа, сахар	60	—
Жиры растительные	40	—
Маргарин и жиры животные	100	—
Овощи и корнеплоды	100	—
Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод	74	—
Ягоды дикорастущие	185	—
Грибы свежие	370	—
Грибы сушеные	2500	—
Детское питание всех видов в готовом для употребления виде	37	1,85
Фрукты	40	—
Молоко концентрированное и сгущенное	200	—
Прочие продукты питания	370	—

*Решение*

1. Рассчитываем уровень загрязнения продукции растениеводства по формуле

$$УА = 37 \cdot П \cdot K_{\Pi},$$

где  $УА$  — удельная активность сельскохозяйственной продукции (уровень загрязнения), Бк/кг; 37 — коэффициент перевода плотности загрязнения из Ки в Бк ( $1 \text{ Ки/км}^2 = 3,7 \cdot 10^4 \text{ Бк/м}^2 =$



---

$= 37 \text{ кБк/м}^2$ );  $P$  – плотность загрязнения почвы радионуклидом,  $\text{Ки/км}^2$ ;  $K_{\text{п}}$  – коэффициент перехода радионуклида из почвы в сельскохозяйственные культуры.

2. Оцениваем уровень безопасности продукции и в соответствии с РДУ-99 и определяем ее целевое использование.

3. Проверяем вычисления по условиям, заданным преподавателем.

*Задание 2.* Составьте меню с набором продуктов питания и указанием способов переработки продукции в домашних условиях, обеспечивающих наименьшую дозовую нагрузку на человека.



### Контрольные вопросы

1. Какова характеристика основных радионуклидов, выпавших после аварии на Чернобыльской АЭС, которые в настоящее время формируют радиационную обстановку на территории Беларуси?

2. Какие вы знаете основные пути поступления радионуклидов в организм человека?

3. Какие вы можете назвать основные продукты питания, содержащие блокировочные элементы для радионуклидов?

4. Каковы способы снижения содержания радионуклидов в продуктах питания в домашних условиях?

### Литература

*Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / З.С. Ковалевич [и др.]. Минск, 2015.

*Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.

*Савенко, В.С.* Радиоэкология / В.С. Савенко. Минск, 1997.

*Савенко, В.С.* Радиоэкология / В.С. Савенко. СПб., 2007.



---

## 6. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЙОДНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

### Пояснения и справочный материал

**Йод и его роль в жизни человека.** Йод относится к микроэлементам, имеющим жизненно важное значение в организме человека. Такие микроэлементы называют биотическими. Йод — единственный микроэлемент, который участвует в синтезе гормонов и является их составной частью. В организме взрослого человека содержится 20—30 мг йода, при этом около 8 мг (30%) находится в щитовидной железе, около 35% йода находится в плазме крови в виде органических соединений (преимущественно в виде гормона щитовидной железы — тироксина).

Основная *биологическая роль йода* заключается в синтезе гормонов щитовидной железы (тироксина и трийодтиронина), через которые он и реализует следующие эффекты: стимулирует рост и развитие организма; регулирует рост и дифференцировку тканей; повышает артериальное давление, а также частоту и силу сердечных сокращений; регулирует (увеличивает) скорость протекания многих биохимических реакций; регулирует обмен энергии, повышает температуру тела; регулирует белковый, жировой, водно-электролитный обмен; регулирует обмен витаминов; повышает потребление тканями кислорода.

Всемирная организация здравоохранения, Детский фонд Организации Объединенных Наций и Международный совет по контролю за йододефицитными состояниями рекомендуют следующие нормы суточного потребления йода:

- 50 мкг — для детей первого года жизни;
- 90 мкг — для детей дошкольного возраста;
- 120 мкг — для детей 7—12 лет;
- 150 мкг — для детей старше 12 лет и взрослых;
- 200 мкг — для беременных и кормящих женщин.

**Пищевые источники йода.** Содержание йода в продуктах сильно зависит от геохимических характеристик местности. Богаты йодом все продукты моря, особенно красные и бурые водоросли, треска, палтус, сардины, сельдь, пикша, креветки и пр. Среди других продуктов можно выделить такие источники йода, как молоко и яйцо (желток). Для профилактики дефицита йода сейчас также повсеместно используется йодированная соль.

---

**Причины дефицита йода.** Можно выделить два возможных глобальных фактора дефицита йода: недостаточное поступление элемента и чрезмерно быстрое некомпенсированное его выведение.

К факторам недостаточного поступления в организм йода относят: снижение потребления йодсодержащих продуктов; прекращение или не проведение йодной профилактики в эндемических регионах (все районы, кроме морского побережья); избыточное потребление элементов (Co, Mn, Pb, Ca, Br, Cl, F), нарушающих утилизацию йода; повышение содержания нестабильного изотопа йода в окружающей среде; аллергические реакции на продукты, содержащие йод или его соединения.

К факторам чрезмерно быстрого выведения йода относят: нарушение регуляции йодного обмена; прием лекарств, обладающих струмогенным (нарушающим выработку гормонов щитовидной железы) действием (например, карбоната лития).

Основными последствиями йододифицита являются: увеличение щитовидной железы и формирование эндемического зоба; нарушение выработки гормонов щитовидной железы; у детей — отсталость в физическом и умственном развитии.

**Причинами избытка йода** являются избыточное поступление и нарушение его обмена. Избыток йода вызывает развитие тиреотоксикоза (увеличение уровня гормонов щитовидной железы); снижение массы тела; диспептические расстройства; ломкость и выпадение волос; мышечная слабость, паралич; снижение прочности скелета, разрушение зубов; развитие токсикодермии (йододерма); формирование диффузного токсического зоба; тахикардия; развитие йодизма (асептического воспаления) слизистых оболочек в местах интенсивного выделения йода (дыхательные пути, слюнные железы и пр.).

**Биологические эффекты радиоактивного йода.** Несмотря на постоянно совершенствуемые защитные системы на современных атомных реакторах, сохраняется опасность аварийной ситуации, при которой может произойти выброс радиоактивных продуктов, в том числе радиоактивных изотопов йода ( $^{131}\text{I}$ – $^{135}\text{I}$ ), в окружающую среду. В начальный ранний период аварии основной путь поступления радиоактивных изотопов йода в организм — ингаляционный. В более поздние сроки при отсутствии контроля продуктов питания основным путем поступления радиоактивного йода является алиментарный (в основном с молоком).

---

Из всех изотопов йода наибольшую опасность, в первую очередь для человека, представляет собой  $^{131}\text{I}$ , являющийся  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучателем. Период полураспада  $^{131}\text{I}$  составляет 8,04 суток. Энергия  $\beta$ -частиц составляет 0,25–0,82 МэВ, энергия  $\gamma$ -квантов – 0,08–0,72 МэВ.

При пероральном поступлении радиоактивный йод практически полностью всасывается в желудочно-кишечном тракте. При ингаляции 50% радиоактивного йода откладывается в верхних дыхательных путях, до 15% – в бронхах, остальные (около 35%) – в легких. Уже через 6 ч до 15–20% радиоактивного йода фиксируется в щитовидной железе, а через 24 ч фиксируется до 25–30% изотопа. Основным последствием этого процесса является развитие *гипотериоза* и опухолевых заболеваний щитовидной железы (в отдельные сроки), а при поступлении больших доз – *тееойодита*. Около 30% поступившего в кровь йода откладывается в щитовидной железе и выводится из нее с биологическим периодом полувыведения – 120 суток. Эффективный период полувыведения из щитовидной железы равен 7,5 суток. Остальные 70% поступившего йода в организм равномерно распределяются по различным органам и тканям. Биологический период полувыведения этой части составляет 12 суток, а эффективный – 4,8 суток.

Уровни накопления радиоактивного йода в щитовидной железе зависят от возраста человека и функционального состояния щитовидной железы. В нормально функционирующей щитовидной железе взрослого человека накапливается около 30% от поступившего радионуклида. У детей в связи с более высокой функциональной активностью и меньшими размерами щитовидной железы, чем у взрослого человека, накопление радиоактивного йода в железе происходит в больших количествах, быстрее, и формируются более высокие поглощенные дозы. Так, у детей в возрасте до одного года максимальные поглощенные дозы на единицу поступающей активности  $^{131}\text{I}$  формируются примерно в 10 раз выше, чем у взрослого человека. С увеличением возраста ребенка уровни накопления радиоактивного йода в щитовидной железе снижаются и к 14 годам соответствуют уровням накопления его у взрослого человека.

У беременных женщин в связи с повышенной функцией щитовидной железы уровни накопления и формирование поглощенных доз в щитовидной железе выше примерно в 1,5 раза, чем у взрослого человека. У кормящих женщин в

---

грудное молоко в течение суток переходит до 30% радиоактивного йода, поступившего в организм. Лактация — один из значимых путей выведения радиоактивного йода из организма матери и дополнительной опасности для ребенка.

При нарушенной функции щитовидной железы уровни накопления радиоактивного йода меняются: при гиперфункции накопление увеличивается до 50%, при гипофункции — снижается до 15–25%. В условиях йодного дефицита уровни накопления радиоактивного йода в щитовидной железе возрастают (при 50% дефиците более чем в 2,5 раза).

Степень поражения щитовидной железы зависит от поглощенной в щитовидной железе дозы, возраста человека и функционального состояния щитовидной железы.

Дозы более 10 Гр могут вызвать острое поражение щитовидной железы (особенно у детей), которые могут проявиться нарушением функции и структуры щитовидной железы (острый гипотиреоз, острый тиреоидит, острый тиреотоксикоз). При меньших дозах в щитовидной железе возможно развитие доброкачественных и злокачественных опухолей (узлы, рак).

Уровни радиационного риска поражения щитовидной железы могут быть снижены или даже предотвращены при назначении йодной профилактики как таковой или в комплексе с другими мерами защиты: укрытие, эвакуация, контроль продуктов питания.

**Йодная профилактика.** Профилактика с помощью препаратов стабильного йода является одной из мер индивидуальной защиты населения в случае радиационной аварии и имеет своей целью предотвращение или снижение поглощенной дозы в щитовидной железе, обусловленной поступлением радиоактивных изотопов йода в организм, и возможных радиологических последствий ее облучения.

Этот метод фармакологической защиты заключается в торможении или временном прекращении функции образования гормонов щитовидной железы (тиреоидных гормонов), которые определяют активность течения метаболических процессов в организме человека. В химическую структуру этих гормонов входит йод. В основе защитного действия лежит процесс блокады функции щитовидной железы большими дозами стабильного йода до начала поступления радиоактивного йода. Полнота и продолжительность блокады зависит от дозировки стабильного йода: чем больше вводимое

количество йодита калия (KI), тем продолжительнее блокада, и позднее наступает деблокада (восстановление функции щитовидной железы). Блокада на однократное введение больших доз KI (100–250 мг) имеет временный характер. Деблокада определяется скоростью выведения йода из организма и щитовидной железы. У взрослого человека 90% стабильного йода из организма выводятся в течение 2–3 суток, из щитовидной железы йод выводится с периодом полувыведения 120 суток, у детей – 15–50 суток. При однократном поступлении блокирующих доз йодида калия время полного восстановления функции щитовидной железы у взрослого человека составляет 5–8 суток. Многократное введение больших доз KI увеличивает продолжительность блокады и удлиняет период деблокады. Для блокады щитовидной железы у лиц разного возраста в зависимости от размеров (массы) щитовидной железы требуются разные количества KI. Чем меньше возраст человека (меньше масса щитовидной железы), тем меньше количества KI требуются для блокады щитовидной железы.

Эффективность защитного действия KI зависит от времени между приемом KI и поступлением радиоактивного йода. Максимальный эффект защиты наблюдается при предварительном или одновременном поступлении KI и радиоактивного йода в организм. Защитный эффект KI снижается, если его применять после поступления радиоактивного йода (табл. 6.1).

Таблица 6.1

**Влияние фактора времени на эффективность защиты щитовидной железы  
взрослого человека приемом йодита калия (KI)**

Время между приемом йодита калия и поступлением радиоактивного йода, часы	Степень защиты щитовидной железы, %
–24	70
–8	95
0	97
+2	70–80
+8	40
+24	2

Порядок проведения йодной профилактики должен быть выполнен в строгом соответствии с «Рекомендациями по

---

применению препаратов стабильного йода населением для защиты щитовидной железы и организма от радиоактивных изотопов йода».

**Рекомендации по применению препаратов стабильного йода населением для защиты щитовидной железы и организма от радиоактивных изотопов йода**

1. При авариях ядерного реактора происходит выброс в окружающую среду значительных количеств радиоизотопов йода. При попадании в организм радиоизотопы йода избирательно накапливаются в щитовидной железе, вызывая ее поражение (нарушение йодфиксирующей функции, некробиотические и атрофические изменения, бластомогенное действие). Особую радиобиологическую опасность представляют радиоактивные изотопы йода ( $^{131-135}\text{I}$ ). Радиоактивные изотопы йода могут поступать в организм через органы пищеварения, дыхания, раневые и ожоговые поверхности кожи. Всасывание растворимых соединений йода при указанных путях поступления в организм достигает 100%. В ранний период после аварии опасность представляет ингаляционное поступление радиоизотопов йода. Наибольшую опасность имеет элементарное поступление радиоактивного йода при употреблении молока и молочных продуктов от животных, находящихся на выпасе на загрязненных радиоактивным йодом пастбищах, и загрязненных овощей, фруктов.

2. Для защиты организма от накопления радиоактивных изотопов йода в критическом органе — щитовидной железе и теле — применяются препараты стабильного йода. Препараты стабильного йода вызывают блокаду щитовидной железы, снижают накопление радиоизотопов йода в щитовидной железе и ее облучение. В Республике Беларусь рекомендован и применяется йодистый калий. Своевременный прием йодистого калия обеспечивает снижение дозы облучения щитовидной железы на 97–99% и в десятки раз — всего организма. У нас в стране разработаны препараты в таблеточной форме стабилизированного йодистого калия. Дозы его применения: 0,125 г для взрослых и детей старше 2 лет; 0,040 г — для детей до 2 лет. Срок хранения таблетки 4 года. Для расширения арсенала средств защиты щитовидной железы от радиоизотопов йода в дополнение к йодиду калия рекомендуются другие препараты йода: раствор Люголя и 5%-ая настойка йода, оказываю-

---

щие равное с йодистым калием защитное действие при поступлении внутрь радиоioda. Указанные препараты доступны для населения, так как почти всегда имеются в домашних аптечках. Более широкий набор препаратов йода для защиты щитовидной железы от радиоизотопов йода позволит в чрезвычайных условиях осуществлять необходимые меры по обеспечению радиационной безопасности населения, находящегося в зоне радиоактивного выброса или употребляющего загрязненные радиоактивным йодом молоко и другие продукты питания. При отсутствии йодида калия раствор Люголя и настойка йода могут его заменить.

3. Йодистый калий применяют в следующих дозах (в одном из предлагаемых вариантов): взрослым и детям от 2 лет и старше — по 1 таблетке по 0,125 г; детям до 2 лет — по 1 таблетке по 0,040 г для приема внутрь ежедневно; беременным женщинам — по 1 таблетке по 0,125 г с одновременным приемом перхлората калия — 0,75 г (3 таблетки по 0,25 г). Настойка йода 5%-ая применяется взрослым и подросткам старше 14 лет по 44 капли 1 раз в день или по 20–22 капли 2 раза в день после еды на 1/2 стакана молока или воды. Детям от 5 лет и старше 5%-ая настойка йода применяется в 2 раза меньшем количестве, чем для взрослых, т.е. по 20–22 капли 1 раз в день или по 10–11 капель 2 раза в день на 1/2 стакана молока или воды. Детям до 5 лет настойку йода внутрь не назначают.

Настойка йода может применяться путем ее нанесения на кожу. Защитный эффект нанесения настойки йода на кожу сопоставим с ее приемом внутрь в тех же дозах. Настойка йода наносится тампоном в виде полос на предплечье, голени. Этот способ защиты особенно приемлем у детей младшего возраста (младше 5 лет), поскольку перорально настойка йода у них не применяется. Для исключения ожогов кожи целесообразно использовать не 5%-ую, а 2,5%-ую настойку йода. Детям от 2-х до 5-ти лет настойку йода наносят из расчета 20–22 капли в день, детям до 2-х лет — в половинной дозе, т.е. 10–11 капель в день.

Раствор Люголя применяется взрослыми и подростками старше 14 лет по 22 капли 1 раз в день или по 10–11 капель 2 раза в день после еды на 1/2 стакана молока или воды. Детям от 5 до 14 лет рекомендуется использование раствора Люголя по 10–11 капель 1 раз в день или по 5–6 капель 2 раза в день на 1/2 стакана молока или воды. *Детям до 5 лет применение раствора Люголя не рекомендуется.* Препараты йода применяют



---

до исчезновения угрозы поступления в организм радиоактивных изотопов йода.

4. Для осуществления своевременной защиты населения от радиоактивных изотопов йода лечебно-профилактические учреждения создают запас йодида на все обслуживаемое население из расчета приема его в течение 7 дней (эффективный биологический период полувыведения). Предполагается, что за это время будет принято решение либо об эвакуации населения, либо исключено поступление радиойода в организм людей. Обеспечение населения йодистым калием, раствором Люголя и 2,5–5%-ой настойкой йода проводится через аптечную сеть, для чего в аптеках создается необходимый запас препаратов йода. Часть запасов йодистого калия медучреждение передает в детские дошкольные учреждения, интернаты, больницы, родильные дома и т.д., где они оперативно могут быть применены.

5. Прием препаратов йода осуществляется населением самостоятельно согласно рекомендациям по их применению, для чего следует размножить в необходимых количествах памятки, которые можно получить в любой аптеке, а учреждения обеспечиваются ими заранее. Предлагаемые препараты стабильного йода не представляют опасности для организма в дозах, рекомендуемых для защиты организма от радиоактивных изотопов йода и не оказывают побочного действия для большинства населения. Однако в любом случае следует избегать передозировки препаратов, содержащих йодид калия. Во избежание передозировки (КИ) органами здравоохранения необходимо проводить разъяснительную работу через печать, радио, телевидение о показаниях к применению препаратов, порядке их применения, хранения и о поведении населения.

6. Йодная профилактика начинается немедленно при угрозе загрязнения воздуха и территории в результате аварии ядерных реакторов, утечки или выбросов промышленными предприятиями в атмосферу продуктов, содержащих радиоизотопы йода. После изучения радиационной обстановки специальной комиссией принимается решение о продолжении или отмене йодной профилактики. Йодная профилактика должна быть продолжена в следующих случаях:

- при превышении объемной активности радионуклидов йода в атмосферном воздухе  $1,5 \cdot 10^{-13}$  Ки/л ( $5,55 \cdot 10^{-3}$  Бк/л);
- при загрязнении пастбищ радионуклидами йода свыше  $0,7$  Ки/км<sup>2</sup> ( $2,6 \cdot 10^{10}$  Бк/км<sup>2</sup>);

• при превышении объемной активности радионуклидов йода в молоке  $1 \cdot 10^{-8}$  Ки/л ( $3,7 \cdot 10^2$  Бк/л).

### Справочный материал

Из всевозможных способов внутреннего облучения наиболее опасно вдыхание загрязненного воздуха, потому что взрослый человек, занятый работой, потребляет в сутки воздуха приблизительно  $20 \text{ м}^3$ , а воды всего 2 л. Радиоактивные вещества, поступающие в организм человека, быстро усваиваются и частично выводятся из него. Скорость выведения радионуклидов из организма различная. Для оценки скорости выведения радионуклидов из организма принят *период биологического полувыведения* ( $T_6$ ) — это время, в течение которого количество данного радионуклида в органе или организме уменьшится вдвое. Так как действие радионуклида зависит и от *периода полураспада* ( $T_{1/2}$ ), лет, то было введено понятие *эффективного периода полувыведения* ( $T_{\text{эф}}$ ), который определяется по формуле

$$T_{\text{эф}} = \frac{T_{1/2} \cdot T_6}{T_{1/2} + T_6}. \quad (6.1)$$

От эффективного периода полувыведения зависит **доза** ( $D$ ), которую получит пострадавший орган, а от дозы зависят последствия для всего организма. Доза (Зв) в данном органе может быть рассчитана по следующей формуле:

$$D = 73 \cdot E_{\text{эф}} \cdot A_0 \cdot T_{\text{эф}} \cdot \left[ 1 - e^{-\left( \frac{0,693t}{T_{\text{эф}}} \right)} \right], \quad (6.2)$$

где  $E_{\text{эф}}$  — средняя энергия  $\beta$ -частиц, МэВ;  $A_0$  — удельная активность, Ки/кг или Бк/кг;  $T$  — время нахождения радионуклида в органе или организме.

Активность ( $A$ ) радионуклида можно определить, зная его массу ( $m$ ), и наоборот. Зависимость между массой радионуклида и его активностью имеет практическое значение, поэтому рассмотрим подробный вывод этого уравнения. С одной стороны, масса одного грамм-моля вещества (радионуклида) численно равна его массовому числу ( $A_m$ ), выраженному в граммах. С другой стороны, число атомов в одном грамм-моле равно числу Авогадро, т.е.:

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Если радиоактивное вещество содержит  $N$  атомов и  $\lambda$  — постоянная распада, выражающая долю распавшихся атомов в ед. времени, то активность (при  $T=0$  — начало отсчета) равна:

$$A = \lambda \cdot N. \quad (6.3)$$

Известно, что 
$$\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}}, \quad (6.4)$$

находим массу ( $m$ ) радионуклида:

$$m = K \cdot A \cdot T_{1/2} \cdot A_m, \quad (6.5)$$

где  $K = 2,4 \cdot 10^{24}$ ;  $T_{1/2}$  — период полураспада радионуклида, с;  $A_m$  — атомная масса.

Активность радионуклида выражается в беккерелях. *Беккерель* (Бк) — единица активности в Международной системе единиц (СИ). Беккерель равен активности нуклида в радиоактивном источнике, в котором за время 1 с происходит один акт распада: 1 Бк = 1 распад/с.

На практике используется внесистемная единица измерения активности — *кюри*. Кюри равен активности нуклида в радиоактивном источнике, в котором за 1 с происходит 37 млрд распадов ( $3,7 \cdot 10^{10}$ ), т.е. 1 Ки =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Бк (такой активностью обладает 1 г радия).

Отношение активности радионуклидов ( $A$ ) в источнике (образце) к массе, к объему, к площади поверхности (для поверхностных источников) называется соответственно *удельной активностью* ( $A_m$ ), *объемной активностью* ( $A_v$ ), *поверхностной активностью* ( $A_s$ ) или *линейной* ( $A_l$ ) *активностью источника или образца* (табл. 6.2).

При определении массы радионуклида по степени загрязнения территории в (Ки/км<sup>2</sup>) следует использовать  $K = 8,86 \cdot 10^{-14}$ , учитывая, что 1 Ки =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Бк. Для удобства расчета активности радионуклида и затем его удельной активности выражаем в виде

$$A = \frac{l \cdot m}{T_{1/2} \cdot A_m}, \quad (6.6)$$

где  $l = 1/K$  (если  $A$  выражена в кюри, то  $l = 1,13 \cdot 10^{13}$ , в беккерелях —  $l = 4,17 \cdot 10^{23}$ ).



Таблица 6.2

Соотношение между единицами радиоактивности

Величина	Название и обозначение в единицах				Соотношения между единицами
	СИ		в несистемных		
Активность	$A$	Бк	$A$	Ки	$1 \text{ Бк} = 1 \text{ распад/с} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки}$ $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$
Удельная активность	$A_m$	Бк/кг	$A_{\text{уд}}$	Ки/кг	$1 \text{ Бк/кг} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки/кг}$ $1 \text{ Ки/кг} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк/кг}$
Объемная активность	$A_v$	Бк/м <sup>3</sup>	$A_{\text{об}}$	Ки/л	$1 \text{ Бк/м}^3 = 2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ки/л}$ $1 \text{ Ки/л} = 3,7 \cdot 10^{13} \text{ Бк/м}^3$
Поверхност- ная актив- ность	$A_s$	Бк/м <sup>2</sup>	$A_{\text{поверх}}$	Ки/км <sup>2</sup>	$1 \text{ Бк/см}^2 = 10^4 \text{ Бк/м}^2 = 0,27 \text{ Ки/км}^2$ $1 \text{ Ки/км}^2 = 3,7 \cdot 10^4 \text{ Бк/м}^2 =$ $= 37 \text{ кБк/м}^2$

Зная активность радионуклида и используя основной закон радиоактивного распада, выраженный через активность и период полураспада, можно также спрогнозировать падение активности любого радионуклида спустя определенное время ( $t$ ) по уравнению

$$A = A_0 \cdot e^{-0,693t/T_{1/2}}, \quad (6.7)$$

или

$$\lg\left(\frac{A_0}{A}\right) = \frac{t}{3,32 \cdot T_{1/2}}, \quad (6.8)$$

где  $A$  – активность в момент  $t$ .

## Задания

**Задание 1.** Рассчитайте общую активность и удельную активность своего организма исходя из собственного веса (массы, кг), по формуле 6.6:

– по космогенному радионуклиду – углероду-14 ( $^{14}\text{C}$ ) ( $A_k$ ), учитывая, что среднее содержание биологического углерода в организме составляет 18%. Период полураспада для углерода-14 равен 5730 лет:

а) исходя из того, что 1 г углерода биологического происхождения дает 15,3 г распада в мин за счет примеси углеро-

да-14 (радионуклид). Содержание углерода-14 в 1 г биологического углерода равно  $1,6 \cdot 10^{-12}$  г;

б) исходя из того, что углерод биологического происхождения содержит  $1,6 \cdot 10^{-10}\%$  углерода-14;

– по естественным радионуклидам:

а) активность своего организма по радионуклиду калию-40 ( $^{40}\text{K}$ ) ( $A^1$ ), содержание (суммарное) калия в человеческом организме составляет 0,27%. Содержание калия-40 в природном калии составляет  $1,8 \cdot 10^{-3}\%$ . Период полураспада калия-40 равен  $1,28 \cdot 10^9$  лет;

б) активность организма по радионуклидам уранового и ториевого рядов ( $A^2$ ), учитывая, что в организме взрослого человека массой 70 кг, содержится в среднем: урана-238 ( $^{238}\text{U}$ ) –  $7 \cdot 10^{-4}$  г; урана-235 ( $^{235}\text{U}$ ) –  $5 \cdot 10^{-6}$  г; тория-232 ( $^{232}\text{Th}$ ) –  $7 \cdot 10^{-1}$  г; радия-226 ( $^{226}\text{Ra}$ ) –  $2,5 \cdot 10^{-10}$  г. (Периоды полураспада для этих элементов следующие:  $^{238}\text{U}$  –  $4,47 \cdot 10^9$  лет;  $^{235}\text{U}$  –  $7,04 \cdot 10^8$  лет;  $^{232}\text{Th}$  –  $1,4 \cdot 10^{10}$  лет;  $^{226}\text{Ra}$  –  $1,6 \cdot 10^3$  лет.);

– общую активность организма, которая равна сумме  $A_{\text{к}} + A^1 + A^2 + \dots + A^{\text{Rn}}$ , где  $A^{\text{Rn}}$  – активность по радону.

Для выполнения задания используйте данные табл. 6.3.

Таблица 6.3

**Среднегодовые эффективные дозы, получаемые человеком (мЗв) ежегодно при облучении естественным радиационным фоном**

Источник излучения	Внешнее облучение	Внутреннее облучение	Полная доза
Космическое излучение	0,355	0,015	0,37
Радиоизотопы земной коры			
Калий-40	0,15	0,18	0,33
Ряд урана-238 (радон-222)	0,1	1,24 (1,1)	1,34
Ряд тория-232 (радон-220)	0,16	0,18 (0,16)	0,24
Доза естественного фона	0,8	1,6	2,4

**Задание 2.** Рассчитайте активность (формула 6.6) одного из продуктов питания по  $^{40}\text{K}$  ( $T_{1/2} = 1,28 \cdot 10^9$  лет). Данные о содержании природного калия в продуктах питания приведены в табл. 6.4.

Таблица 6.4

## Содержание природного калия в 100 г продукта

Наименование продукта	Съедобная часть, %	К (мг)
Хлеб ржаной	100	249
Хлеб пшеничный	100	138
Молоко	100	127
Говядина	79	305
Яйца	86	135
Капуста	80	185
Картофель	75	568
Яблоки	88	98

**Задание 3.** Рассчитайте необходимую массу радиоизотопов (формула 6.5) для создания загрязнения в 1, 5, 10, 15 Ки/км<sup>2</sup> для радионуклидов:  $^{131}\text{I}$  ( $T_{1/2} = 8,04$  сут);  $^{52}\text{Mn}$  ( $T_{1/2} = 271$  сут);  $^{90}\text{Sr}$  ( $T_{1/2} = 29,12$  лет);  $^{137}\text{Cs}$  ( $T_{1/2} = 30$  лет);  $^{14}\text{C}$  ( $T_{1/2} = 5730$  лет);  $^{239}\text{Pu}$  ( $T_{1/2} = 24\,300$  лет);  $^{40}\text{K}$  ( $T_{1/2} = 1,28 \cdot 10^9$  лет);  $^{238}\text{U}$  ( $T_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9$  лет).

**Задание 4.** Рассчитайте падение активности (формула 6.6) радионуклидов ( $^{131}\text{I}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{238}\text{U}$  и др.) с течением времени ( $t$ ), заданного преподавателем.

**Задание 5.** Рассчитайте эффективные биологические периоды полувыведения ( $T_{\text{эф}}$ ) (см. формула 6.1) радионуклидов организмом или отдельными органами (по заданию преподавателя). Данные для расчета приведены в табл. 6.5.

Таблица 6.5

## Радиобиологические свойства некоторых радионуклидов

Радионуклид	Критический орган	Период полураспада ( $T_{1/2}$ ), сут	Биологический период полувыведения ( $T_6$ ), сут	$E_{\text{эф}}$ , МэВ
1	2	3	4	5
Тритий	Все тело	$4,5 \cdot 10^3$	10	0,01
Углерод-14	Все тело	$2,0 \cdot 10^6$	10	0,054
	Жировая ткань		12	0,054
	Скелет		40	2,7
Фосфор-32	Мягкие ткани	14,3	19	0,69
	Плазма крови		0,5	0,04
	Скелет		1500	3,5
Калий-42	Все органы и ткани	0,52	30	1,6

1	2	3	4	5
Стронций-42	Скелет	$1,0 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	1,1
Йод-131	Все тело Щитовидная железа	8,05	12 120	0,41 0,2
Цезий-137	Все тело	$1,1 \cdot 10^4$	110	0,59
Радий-226	Все тело (кроме почек, печени, селезенки) Скелет	$5,9 \cdot 10^5$	$8,1 \cdot 10^3$  $1,6 \cdot 10^4$	110  196

**Задание 6.** Рассчитайте (по заданию преподавателя) дозу, полученную организмом или отдельным органом от внутреннего облучения радионуклидами, представленными в табл. 6.5 (формула 6.2).

**Задание 7.** Рассчитайте (по заданию преподавателя) эквивалентную дозу, полученную организмом от внешнего облучения радионуклидами на загрязненной территории в 1, 5, 10, 15 Ки/км<sup>2</sup>. При расчете следует учесть, что загрязнение в 1 Ки/км<sup>2</sup> эквивалентно 15 мкР/ч, а 1 мкР/ч создает эквивалентную дозу облучения, равную 0,05 мЗв/г.

### Контрольные вопросы

1. Какова роль йода в жизни человека?
2. Какие вы знаете радиоизотопы йода? (Охарактеризуйте влияние радиоизотопов йода на щитовидную железу.)
3. Что такое йодная профилактика?
4. В чем заключается защитный эффект в результате проведения йодной профилактики?
5. Какие вы знаете препараты для проведения йодной профилактики? (Дайте им характеристику.)

### Литература

Бражников, М.М. Йод и йодная профилактика / М.М. Бражников, И.И. Кирвель. Минск, 2007.

Маленченко, А.Ф. О некоторых эпидемиологических факторах генеза радиационной патологии щитовидной железы / А.Ф. Маленченко // Здравоохранение Белоруссии. 1992. № 2.

## 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

### Пояснения и справочный материал

*Экономическая оценка природных ресурсов* — это определение в денежном выражении эффекта от использования ресурсов в выбранных вариантах. Экономическая оценка лежит в основе платности природопользования, что создает материальную заинтересованность предприятий в рациональном использовании природных ресурсов.

Среди имеющихся методов, позволяющих получить конкретную экономическую оценку природных ресурсов, выделяют методы, базирующиеся:

- на рыночной оценке;
- затратном подходе;
- рентном подходе;
- альтернативной стоимости.

На сегодняшний день наибольшее распространение получили две основные концепции оценки природных ресурсов: затратная и рентная.

В соответствии с *затратной концепцией* ценность природных ресурсов определяется по суммарным затратам на их использование. Затратная концепция была сформирована академиком С.Г. Струмилиным, который показал, что освоенные блага природы приобретают цену затрат на их освоение.

Экономическая оценка 1 га земли ( $O_3$ ) по затратному методу рассчитывается по формуле

$$O_3 = K \left( \frac{y}{3} \div \frac{\bar{y}}{3} \right), \quad (7.1)$$

где  $K$  — средняя стоимость освоения 1 га земли по стране, р.;

$\frac{y}{3}$  — отношение урожайности к затратам на производство земледельческого продукта на оцениваемом участке;  $\frac{\bar{y}}{3}$  — отношение урожайности к затратам на производство земледельческого продукта по стране в целом.



Недостатки затратной концепции следующие:

- получаемая величина не учитывает стоимость природных ресурсов в их естественном состоянии, а определяет стоимость затрат на их освоение;
- затраты на освоение экономически низкокачественного, труднодоступного природного ресурса, как правило, больше, чем более эффективного;
- согласно затратному принципу, цена будет определяться по затратам и тем самым оправдываются любые, даже самые неэффективные вложения в освоение природного ресурса.

**Рентная концепция** базируется на исчислении дополнительного экономического эффекта (дифференциальной ренты), возникающего при использовании данного ресурсного источника по сравнению с худшим.

К достоинствам данного метода можно отнести следующие:

- лучшие ресурсы имеют более высокую стоимость;
- затраты на освоение ресурса сравниваются со средним уровнем затрат;
- для возникновения рентных платежей целесообразно разделить собственника ресурса и его пользователя;
- рентные оценки учитывают ограниченность ресурса.

В зависимости от количественных и качественных характеристик ресурсные источники одного вида приносят неодинаковую пользу на единицу затрат, т.е. дифференциальную ренту. Она рассчитывается по принципу замыкающих затрат — предельно допустимых расходов, которые готово нести общество ради получения единицы данного ресурса:

$$P_d = C_3 - C_{и}, \quad (7.2)$$

где  $P_d$  — дифференциальная рента, р.;  $C_3$  — замыкающая себестоимость продукта природопользования, р.;  $C_{и}$  — индивидуальная себестоимость продукта природопользования, р.

Земельная рента включает абсолютную ренту и дифференциальную. *Абсолютная рента* связана с частной собственностью на землю и не зависит от плодородия земли. *Рентная текущая оценка 1 га сельскохозяйственных угодий* ( $P_T$ ) по нормативному методу вычисляется по следующей формуле:

$$P_T = (P_a + P_d)П, \quad (7.3)$$

---

где  $P_a$  — абсолютная рента, р., определяемая на основании соотношения

$$P_a = \frac{Ц \cdot p}{1 + p}, \quad (7.4)$$

где  $Ц$  — мировая цена продукта природопользования (для зерновых культур составляет 30 дол. США/ц);  $p$  — коэффициент эффективности новой техники ( $p = 0,3$ );  $П$  — размерная величина продукта природопользования (урожайность), ц/га.

Экономическая оценка 1 га земли для сельскохозяйственного использования угодий ( $O_3$ ) рассчитывается по формуле

$$O_3 = \frac{P_d}{E_n}, \quad (7.5)$$

где  $E_n$  — ставка банковского процента, равна 0,08.

Общая экономическая оценка сельскохозяйственных угодий рассчитывается по следующей формуле:

$$O_o = P_t S, \quad (7.6)$$

где  $S$  — площадь всех сельскохозяйственных угодий, га усл. пашни.

Капитальная оценка 1 га сельскохозяйственных угодий находится по формуле

$$O_k = \frac{P_t}{q}, \quad (7.7)$$

где  $q$  — коэффициент капитализации.

## Задания

**Задание 1.** По данным табл. 7.1 проведите экономическую оценку земельных ресурсов Республики Беларусь по затратному методу. Средняя стоимость освоения 1 га земли по стране ( $K$ ) соответствует затратам на 1 га по Республике Беларусь.



Таблица 7.1

**Экономическая оценка 1 га земли по затратному методу**

Регион	У, ц/га	З, дол. США/ц	У/З	О <sub>з</sub> , дол. США/га
Республика Беларусь	28,6	11,8		
Брестская область	32,4	11,4		
Витебская область	22,3	12,6		
Гомельская область	29,8	11,9		
Гродненская область	36,4	11,7		
Минская область	31,6	10,9		
Могилевская область	27,6	12,4		

**Задание 2.** Используя данные табл. 7.2, рассчитайте рентную текущую оценку 1 га сельскохозяйственных угодий по нормативному методу (на примере зерновых культур), общую экономическую оценку сельскохозяйственных угодий (табл. 7.3 и 7.4), капитальную оценку 1 га сельскохозяйственных угодий при различных значениях коэффициента капитализации (табл. 7.5).

Таблица 7.2

**Рентная текущая оценка 1 га сельскохозяйственных угодий по нормативному методу (на примере зерновых культур)**

Регион	П, ц/га	Ц, дол. США/ц	С <sub>з</sub> , дол. США/ц	С <sub>и</sub> , дол. США/ц	Рента, дол. США/га		
					Р <sub>а</sub>	Р <sub>д</sub>	Р <sub>т</sub>
Республика Беларусь	28,6	30	17	11,8			
Брестская область	32,4	30	17	11,4			
Витебская область	22,3	30	17	12,6			
Гомельская область	29,8	30	17	11,9			
Гродненская область	36,4	30	17	11,7			
Минская область	31,6	30	17	10,9			
Могилевская область	27,6	30	17	12,4			

Таблица 7.3

**Площадь сельскохозяйственных земель по областям (01.01.2014), тыс. га**

Регион	Общая земельная площадь	Сельскохозяйственные земли		
		всего	из них	
			пахотные	луговые*
Республика Беларусь	20760	8826	5560	3033
Брестская область	3279	1420	820	579
Витебская область	4005	1502	962	523
Гомельская область	4036	1354	820	517
Гродненская область	2512	1243	841	386
Минская область	4020	1851	1253	564
Могилевская область	2908	1355	861	462

\* Коэффициент пересчета в пашню луговых земель составляет 0,15.

Таблица 7.4

**Общая экономическая оценка сельскохозяйственных угодий**

Регион	$P_r$ , дол. США/га	$S$ , га усл. пашни	$O_o$ , дол. США
Республика Беларусь			
Брестская область			
Витебская область			
Гомельская область			
Гродненская область			
Минская область			
Могилевская область			

Таблица 7.5

**Капитальная (долгосрочная) оценка 1 га сельскохозяйственных угодий, дол. США**

Регион	Коэффициент капитализации ( $q$ )		
	0,15	0,05	0,005
Республика Беларусь			
Брестская область			
Витебская область			
Гомельская область			
Гродненская область			
Минская область			
Могилевская область			

---

**Задание 3.** Имеется 1 га сельскохозяйственных угодий. Землю можно использовать для следующих целей:

1) вырастить фруктовый сад. В этом случае замыкающие затраты составляют 850 тыс. р./га, индивидуальные затраты — 470 тыс. р./га;

2) посадить овощи. Тогда замыкающие затраты равны 640 тыс. р./га, индивидуальные затраты — 310 тыс. р./га;

3) использовать в качестве сенокоса. В этом случае замыкающие затраты составляют 115 тыс. р./га, индивидуальные затраты — 52 тыс. р./га.

Оценить возможные направления распоряжения землей путем сопоставления экономической оценки 1 га сельскохозяйственных угодий на базе дифференциальной ренты и выберите лучший.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова сущность термина «природные ресурсы»?
2. В чем состоит сущность экономической оценки природных ресурсов?
3. Какова сущность затратной концепции экономической оценки природных ресурсов?
4. В чем состоят достоинства и недостатки рентной концепции экономической оценки природных ресурсов?

### **Литература**

*Баранчик, В.П.* Основы экологии и экономика природопользования / В.П. Баранчик. Минск, 2010.

*Баранчик, В.П.* Основы экологии и экономика природопользования: методические указания к практическим занятиям и контрольным работам для студентов экономических специальностей очной и заочной форм обучения / В.П. Баранчик. Минск, 2010.

*Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.

*Лукьянчиков, Н.Н.* Экономика и организация природопользования: учебник / Н.Н. Лукьянчиков, И.М. Потравный. М., 2002.

*Пахомова, Н.В.* Экономика природопользования и охрана окружающей среды / Н.В. Пахомова, К.К. Рихтер. СПб., 2001.

---

## 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### Основные понятия

Уровень загрязнения окружающей среды оценивают с использованием в качестве критериев нормативы качества, которые установлены для компонентов окружающей среды. В качестве таких нормативов чаще всего выступают предельно допустимые концентрации (ПДК). Наиболее разработаны нормативы качества применительно к атмосферному воздуху и воде.

**Нормативы качества атмосферного воздуха** — нормативы предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе или ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) и уровней вредных физических и иных воздействий на него, установленные в санитарных нормах и правилах.

Предельно допустимые концентрации — максимальные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, не оказывающие ни прямого, ни косвенного вредного воздействия на организм человека, не имеющие отдаленные последствия для настоящего поколения и будущих поколений. Нормативы ПДК разработаны для различных периодов осреднения: 20–30 мин (максимально разовая ПДК), сут (среднесуточная), г. (среднегодовая); ОБУВ — временные ориентировочно безопасные концентрации веществ в атмосферном воздухе, установленные расчетным путем на основании известных токсикометрических параметров и физико-химических свойств.

**Нормативы качества воды водного объекта** — установленные общезначимые, биологические, химические показатели качества и ПДК веществ в воде водного объекта, в пределах которых обеспечиваются условия водопользования в соответствии с видом водного объекта (рыбохозяйственный, хозяйственно-питьевой). Нормативы ПДК загрязняющих веществ в воде водного объекта — установленные максимальные концентрации загрязняющих веществ в воде водного объекта определенного вида, выше которых вода непригодна для водо-

пользования. При отсутствии ПДК на основе расчетных и экспериментальных методов прогноза токсичности устанавливается временный норматив — ориентировочный допустимый уровень (ОДУ) воздействия химического вещества в воде водных объектов.

Так как в атмосферном воздухе, воде водных объектов одновременно присутствуют сразу несколько загрязняющих веществ, то для оценки уровня загрязнения используют комплексные показатели.

## Пояснения и справочный материал

### *Расчет комплексного показателя загрязнения атмосферы (P).*

Для гигиенической оценки степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких веществ применяют *комплексный показатель загрязнения (P)*. Показатель *P* учитывает кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере, характер комбинированного действия веществ. Следует иметь в виду, что показатель *P* является условным вследствие того, что при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм человека характер их комбинированного действия в большинстве случаев остается неизвестным, хотя такое количественное его выражение максимально приближено к возможному биологическому воздействию.

Расчет комплексного показателя (*P*) производится по формуле

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{k_i C_i}{\text{ПДК}_i}}, \quad (8.1)$$

где *P* — показатель, который учитывает кратность превышения ПДК; *n* — количество загрязняющих веществ; *k<sub>i</sub>* — коэффициент изоэффективности, зависящий от класса опасности *i*-вещества: для 1-го класса — 2,0, для 2-го класса — 1,5, для 3-го класса — 1,0, для 4-го класса — 0,8; *C<sub>i</sub>* — фактическая среднесуточная (среднегодовая) концентрация *i*-вещества, мг/м<sup>3</sup>; ПДК<sub>*i*</sub> — среднесуточная (среднегодовая) ПДК *i*-вещества, мг/м<sup>3</sup>.

Показатель  $P$  имеет соответственно среднесуточную (среднегодовую) временную характеристику. По значению суммарного показателя  $P$  устанавливается степень опасности загрязнения атмосферы в зависимости от количества вредных веществ и величины  $P$  (табл. 8.1).

Таблица 8.1

**Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом вредных химических веществ**

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя ( $P$ ) при числе загрязнителей атмосферы			
	2–3	4–9	10–20	20 и более
I	до 1,0	до 1,9	до 3,1	до 4,4
II	1,1–2,0	2,0–3,0	3,2–4,0	4,5–5,0
III	2,1–4,0	3,1–6,0	4,1–8,0	5,1–10,0
IV	4,1–8,0	6,1–12,0	8,1–16,0	10,1–20,0
V	8,1 и более	12,1 и выше	16,1 и выше	20,1 и выше

Фактическое загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оценивается в зависимости от величины показателя ( $P$ ) по пяти степеням: I – допустимая, II – слабая, III – умеренная, IV – сильная, V – опасная.

Загрязнение I степени является безопасным для здоровья населения, при загрязнении II–V степени ожидаемые негативные эффекты возрастают с увеличением степени загрязнения атмосферы.

**Расчет индекса загрязнения атмосферы.** Степень суммарного загрязнения атмосферного воздуха отдельными веществами может оцениваться по *индексу загрязнения атмосферы* (ИЗА). Расчет ИЗА производится для приоритетных на данной территории загрязняющих веществ по формуле

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{\alpha_i}, \quad (8.2)$$

где  $\alpha_i$  – безразмерный коэффициент, учитывающий опасность  $i$ -вещества, равный 1,5 для веществ 1-го класса опасности, 1,3 – 2-го класса, 1,0 – 3-го класса и с неустановленным классом, 0,85 – 4-го класса.

Уровень загрязнения атмосферы считается низким, если  $\text{ИЗА} \leq 5$ , повышенным – при  $5 < \text{ИЗА} < 7$ , высоким – при  $7 \leq \text{ИЗА} < 14$  и очень высоким – при  $\text{ИЗА} \geq 14$ .



**Расчет индекса загрязненности вод (ИЗВ).** Основным механизмом для оценки качества водных ресурсов являются стандарты качества воды, которые основываются на показателях предельно-допустимой концентрации (ПДК) того или иного вещества в водной среде.

Предельно допустимая концентрация — это максимальная концентрация в воде загрязняющего вещества, при которой оно не оказывает прямого или опосредованного влияния на здоровье человека и не ухудшает гигиенические условия водопользования. В настоящее время для водоемов питьевого и культурно-бытового водопользования установлены ПДК для более 600 веществ и показателей, для водоемов рыбохозяйственного назначения — для 150 показателей качества.

Для контролируемых водных объектов ежегодно рассчитывается индекс загрязненности вод, в основе которого лежат среднегодовые концентрации шести ингредиентов: растворенного кислорода; органических веществ; азота аммонийного; азота нитратного; фосфора фосфатов; нефтепродуктов. Расчет ИЗВ производится по среднегодовым концентрациям ингредиентов, вносящих наибольший вклад в загрязнение рассматриваемого водного объекта. Индекс загрязненности вод находится по формуле

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}}{n}, \quad (8.3)$$

где  $C_i$  — фактическая среднесуточная (среднегодовая) концентрация  $i$ -вещества, мг/м<sup>3</sup>;  $\text{ПДК}_i$  — предельно допустимая концентрация  $i$ -вещества для вод водного объекта конкретного вида водопользования (рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового), мг/л;  $n$  — количество рассматриваемых веществ.

При определении ИЗВ для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового видов водопользования расчет ведут по величине ПДК для шести компонентов, имеющих наибольшую кратность превышения ( $C/\text{ПДК}_B$ ), т.е.  $n = 6$ .

По каждому из компонентов проводится сравнение фактического содержания в воде данного загрязняющего вещества с его ПДК:

$$K_i = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}, \quad (8.4)$$

где  $K_i$  — коэффициент загрязнения  $i$ -веществом.

Если полученная величина  $K$  превышает или равна единице, то это свидетельствует о загрязнении водного объекта данным веществом.

В число шести основных (так называемых лимитируемых показателей) входят в обязательном порядке концентрация растворенного кислорода  $O_2$  и значение БПК<sub>5</sub> (показатель биохимического потребления кислорода за 5 сут).

Учитывая, что БПК<sub>5</sub> является интегральным показателем наличия легкоокисляемых органических веществ (предельно допустимое значение БПК<sub>полн</sub> — не более 3 мг  $O_2$ /л для водоемов рыбохозяйственного водопользования и не более 6 мг  $O_2$ /л для водоемов культурно-ботового или рекреационного использования), а также то, что с увеличением содержания легкоокисляемых органических веществ (уменьшением содержания растворенного кислорода) качество вод снижается более резко, ПДК для этих показателей принимается по табл. 8.2.

Таблица 8.2

**Нормативные величины показателя биохимического потребления кислорода за 5 суток и растворенного кислорода**

Потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	Величина мг $O_2$ /л принимается за ПДК
До 3 мг $O_2$ /л включительно	3
Более 3 до 15 мг $O_2$ /л	2
Свыше 15 мг $O_2$ /л	1
Для растворенного кислорода при содержании, мг/л	Величина мг $O_2$ /л принимается за норматив
Свыше 6	6
Менее 6 до 5	12
Менее 5 до 4	20
Менее 4 до 3	30
Менее 3 до 2	40
Менее 2 до 1	50
Менее 1 до 0	60

**Внимание!** Концентрация растворенного кислорода находится отношением  $\frac{\text{ПДК}_i}{C_i}$ .

В зависимости от величины индекса загрязненности воды определяют характеристику и класс качества воды по табл. 8.3.

Таблица 8.3

**Классификация качества поверхностных вод**

Величина ИЗВ	Характеристика качества воды	Класс качества воды
Менее или равно 0,3	Чистая	I
Более 0,3–1,0	Относительно чистая	II
Более 1,0–2,5	Умеренно загрязненная	III
Более 2,5–4,0	Загрязненная	IV
Более 4,0–6,0	Грязная	V
Более 6,0–10,0	Очень грязная	VI
Более 10,0	Чрезвычайно грязная	VII

## Задания

**Задание 1.** Рассчитайте индекс загрязнения атмосферы и комплексный показатель загрязнения атмосферы  $P$ , дайте оценку степени загрязнения атмосферного воздуха населенного пункта. Определите вклад (в процентах) отдельных загрязняющих веществ в ИЗА. (Средние концентрации основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов приведены в табл. 8.4, значения ПДК – в табл. 8.5.)

Таблица 8.4

**Средние концентрации основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов Беларуси, мкг/м<sup>3</sup>**

Вариант	Город	Твердые частицы	Оксид углерода	Диоксид азота	Серо-водород	Фенол	Аммиак	Формальдегид
1	Бобруйск	21	799	27	—	2,1	—	8,5
2	Брест	23	800	29	—	—	—	12,4
3	Витебск	97	1042	40	—	1,8	20	13,5
4	Гомель	61	436	20	—	1,5	18	11,1
5	Гродно	53	1672	33	—	—	27	5,7
6	Минск	19	586	33	—	0,4	36	7,8
7	Могилев	43	972	57	1,1	2,7	48	7,6
8	Новополоцк	21	875	37	1,7	0,7	5	5,5
9	Полоцк	31	682	43	1,6	0,7	25	6,6
10	Речица	175	665	33	—	2,1	21	8,5

Таблица 8.5

**Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест**

Код	Наименование вещества	Класс опасности	Величина ПДК, мкг/м <sup>3</sup>			Ориентировочно безопасные уровни воздействия, мкг/м <sup>3</sup>
			Максимальная разовая	Среднесуточная	Среднегодовая	
0301	Азота диоксид	2	250,0	100,0	40,0	—
0303	Аммиак	4	200,0	—	—	—
0333	Сероводород	2	8,0	—	—	—
2902	Твердые частицы суммарно	3	300,0	150,0	100,0	—
2936	Пыль древесная	3	—	—	—	400
2921	Пыль поливинилхлорида	—	—	—	—	100
2990	Пыль полистирола	—	—	—	—	350
2902	Твердые частицы суммарно	3	300,0	150,0	100,0	—
0337	Оксид углерода	4	5000,0	3000,0	500,0	—
1071	Фенол	2	10,0	7,0	3,0	—
1325	Формальдегид	2	30,0	12,0	3,0	—

**Задание 2.** Река Винец используется по многоцелевому назначению. На различных участках реки вода используется для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых нужд населения. Загрязнение воды может быть от недостаточно очищенных сбросов сточных вод различных предприятий, а также от смыва с полей части почвы, содержащей различные агрохимикаты.

Определите индекс загрязненности воды:

- рассчитайте кратность превышения ( $C/PДК_v$ ) для указанных веществ, используя данные табл. 8.6—8.8 по формуле 8.4;
- выберите шесть компонентов для расчета концентрации растворенного кислорода, значения БПК<sub>5</sub>, а также значения четырех показателей, имеющих наибольшую кратность превышения;
- рассчитайте ИЗВ для выбранных компонентов по формуле 8.3;
- результаты расчетов внесите в табл. 8.9;
- укажите качественное состояние воды и степень ее пригодности для представленных видов водопользования, используя данные табл. 8.5.

Таблица 8.6

Результаты химического анализа воды реки Винец

Вариант	Показатели							
	Коли-индекс	Запах, баллы	БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /л	pH	Растворенный кислород, мг/л	Цветность, град	Взвешенные вещества, мг/л	Общая минерализация, мг/л
1	10 <sup>8</sup>	1,5	6	7	7,2	25	5	2100
2	10 <sup>7</sup>	5	8	8	9,4	25	15	1700
3	500	4	10	9	8,3	25	25	2900
4	900	2	12	10	3,5	25	35	3000
5	10	3	14	11	5,2	25	45	2300
								600
								650
								700
								750
								800



Таблица 8.7

Результаты химического анализа воды реки Винец по содержанию в ней катионов токсичных металлов

Вариант	Концентрация С, мг/л							
	Al <sup>3+</sup>	As <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
1	0,15	0,03	2,0	0,1	0,001	0,05	0,35	0,05
2	0,03	0,02	1,0	0,2	0,001	0,07	0,16	0,70
3	0,02	0,01	0,5	0,1	0,001	0,20	0,25	0,05
4	0,02	0,07	0,5	0,2	0,001	0,30	0,46	0,02
5	0,30	0,01	2,0	0,5	0,001	0,05	0,34	0,02
								0,05
								0,2
								0,1
								1,0
								2,0
								0,05

Таблица 8.8

Предельно допустимые концентрации и класс опасности катионов металлов в воде

Показатель	Металлы							
	Al <sup>3+</sup>	As <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
ПДК <sub>в</sub> , мг/л	0,5	0,05	1,0	0,3	0,0005	0,1	0,1	1,0
Класс опасности	2	2	3	3	1	3	3	3

Таблица 8.9

Индекс загрязнения воды

Металлы	Концентрация С, мг/л	ПДК <sub>в</sub> , мг/л	С/ПДК <sub>в</sub>	Участвуют в расчете
БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /л				
Растворенный кислород, мг/л				
Al <sup>3+</sup>		0,5		
As <sup>3+</sup>		0,05		
Cu <sup>2+</sup>		1,0		
Fe <sup>3+</sup>		0,3		
Hg <sup>2+</sup>		0,0005		
Mn <sup>2+</sup>		0,1		
Ni <sup>2+</sup>		0,1		
Pb <sup>2+</sup>		0,03		
Zn <sup>2+</sup>		1,0		
				ИЗВ

---

## Контрольные вопросы

1. Каковы показатели, характеризующие загрязнение окружающей среды?
2. Какова сущность термина «предельно допустимая концентрация»?
3. Что такое индекс загрязнения атмосферы?
4. Как рассчитывают индекс загрязненности вод?

## Литература

*Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.

*Марцуль, В.Н.* Экология и контроль состояния окружающей среды / В.Н. Марцуль, В.П. Капориков, А.М. Головач. Минск, 2009.

НСМОС: результаты наблюдений, 2013. Мониторинг атмосферного воздуха [Электронный ресурс] // Главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. Минск, 2014. Режим доступа: <http://www.ecoinfo.by>. Дата доступа: 11.11.2015.

НСМОС: результаты наблюдений, 2013. Мониторинг поверхностных вод [Электронный ресурс] // Главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. Минск, 2014. Режим доступа: <http://www.ecoinfo.by>. Дата доступа: 11.11.2015.

Об утверждении нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 декабря 2010 г. № 186.

Оценка состояния здоровья населения в условиях реально меняющегося загрязнения атмосферного воздуха: инструкция 2.1.9.11-9-208-2003: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь, 30 декабря 2003 г. № 214. // Сборник санитарных правил и норм по коммунальной гигиене. Минск, 2004. Ч. 2.

---

## 9. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### Основные понятия

Под *загрязнением окружающей природной среды* понимается поступление в эту среду любых твердых, жидких, газообразных веществ, микроорганизмов и энергии, оказывающих отрицательное воздействие на здоровье человека, флору, фауну и экологические системы в целом.

Общий ущерб от загрязнения окружающей среды представляет собой сумму ущербов от загрязнения атмосферы ( $Y_a$ ), воды ( $Y_v$ ), почвы ( $Y_n$ ), недр ( $Y_h$ ) и др.:

$$Y = Y_a + Y_v + Y_n + Y_h. \quad (9.1)$$

Загрязнение среды является прямой причиной различных натуральных ущербов.

Денежная оценка всех этих натуральных ущербов называется *экономическим ущербом* от загрязнения окружающей природной среды.

Определение экономического ущерба производится в соответствии с положениями методики «Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды».

Методикой вводится также понятие «предотвращенный экономический ущерб», представляющий собой экономию затрат в материальном производстве, непроизводственной сфере и личных расходах населения, которые получают в результате внедрения природоохранных мероприятий.

### Пояснения и справочный материал

**Расчет экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха.** Оценка годового экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха ( $Y_a$ ) определяется по формуле

$$Y_a = \gamma \cdot \delta \cdot f \cdot M, \quad (9.2)$$



где  $\gamma$  — константа оценки ущерба от годового выброса загрязняющих веществ в атмосферу, р./усл. т. (устанавливается Министерством финансов совместно с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды, в настоящее время принимается равной 2,4 р./усл. т);  $\delta$  — безразмерный показатель относительной опасности загрязнения (табл. 9.1);  $f$  — безразмерная поправка на характер и условия рассеивания примесей в атмосфере;  $M$  — суммарная масса выбросов (сбросов) загрязняющих веществ из источника, усл. т/год.

Значение множителя ( $f$ ) определяется следующим образом:

а) для газообразных примесей и легких мелкодисперсных частиц с очень малой скоростью оседания (менее 1 см/с) или при значении коэффициента очистки  $\geq 90\%$  принимается:

$$f = f_1 = \frac{100 (M)}{100 (M) + \varphi \cdot h} \cdot \frac{4 (M/c)}{1 (M/c) + u}, \quad (9.3)$$

где  $h$  — высота устья источника по отношению к среднему уровню зоны активного загрязнения, м;  $u$  — среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера (в тех случаях, когда  $u$  неизвестно, оно принимается равным 3 м/с), м/с;  $\varphi$  — безразмерная поправка на подъем факела выбросов в атмосферу, которая вычисляется по формуле

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta T}{75^\circ \text{C}}, \quad (9.4)$$

где  $\Delta T$  — среднегодовое значение разности температур в устье источника (трубы) и в окружающей атмосфере,  $^\circ\text{C}$ ;

б) для частиц, оседающих со скоростью от 1 до 20 см/с или при значении коэффициента очистки 70% и более и 90% и менее, принимается:

$$f = f_2 = \left( \frac{1000 (M)}{60 (M) + \varphi \cdot h} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{4 (M/c)}{1 (M/c) + u}; \quad (9.5)$$

в) для частиц, оседающих со скоростью свыше 20 см/с или при значении коэффициента очистки менее 70%, принимается независимо от значений  $h$ ,  $\varphi$  и  $u$

$$f = f_3 = 10. \quad (9.6)$$

Суммарная масса ( $M$ ) выбросов (сбросов) загрязняющих веществ из источника находится по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i, \quad (9.7)$$

где  $A_i$  — показатель относительной агрессивности примеси  $i$ -го вида (табл. 9.2), усл. т/т;  $N$  — общее число примесей в выбросах (сбросах) источника;  $m$  — масса годового выброса (сброса) примеси  $i$ -го вида, т/год.

Таблица 9.1

**Значение показателя относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов ( $\delta$ )**

Тип территории	$\delta$
Заповедники, заказники, курортные зоны	10
Пригородные зоны отдыха, садовые участки, населенные места с плотностью населения свыше 50 чел./га	8
Территории промышленных предприятий (включая защитные зоны) и промышленных узлов, а также населенные пункты с плотностью населения ниже 50 чел./га	4
Леса:	
1-й группы	0,2
2-й группы	0,1
Пашни	0,1
Сады	0,5
Пастбища, сенокосы	0,05

Если зона активного загрязнения (ЗАЗ) неоднородна и состоит из территорий таких типов, которым (табл. 9.1) соответствуют различные  $\delta$ , причем  $S_i$  — площадь  $i$ -й части ЗАЗ,  $\delta_i$  — соответствующее табличное значение константы  $\delta$ , то значение  $\delta$  для всей ЗАЗ вычисляется по формуле

$$\delta_{\text{ЗАЗ}} = \frac{1}{S_{\text{ЗАЗ}}} \sum_{i=1}^N S_i \delta_i = \sum_{i=1}^N \frac{S_i}{S_{\text{ЗАЗ}}} \delta_i, \quad (9.8)$$

где  $S_{\text{ЗАЗ}}$  — общая площадь зоны активного загрязнения, га;  $i$  — номер части ЗАЗ, относящейся к одному из типов территорий (см. табл. 9.1);  $N$  — общее число типов территорий, попавших в ЗАЗ.

Таблица 9.2

**Показатель относительной агрессивности примесей  $i$ -го вида для некоторых веществ, выбрасываемых в атмосферу**

Вещества	$A_i$ , усл. т/т
Оксид углерода	1
Сернистый газ	14
Сероводород	27
Сероуглерод	30
Серная кислота	49
Оксиды азота	41,1
Аммиак	4,64
Ацетон	5,55
Метилмеркаптан	2890
Фенол	170
Ацетальдегид	41,6
3,4-Бензапирен	$12,6 \cdot 10^5$
Цианистый водород	282
Пары плавиковой кислоты и другие газообразные соединения фтора	980
Хлор молекулярный	89,4
Оксиды алюминия	16,9
Формальдегид	100
Диоксид кремния	83,2
Сажа без примесей	41,5
Древесная пыль	19,6
Пентаксид ванадия (пыль)	1225
Неорганические соединения 6-валентного хрома	1000
Марганец и его оксиды в пересчете на Mn (для аэрозоля дезинтеграции)	7070
Кобальт металлический, оксид кобальта	1730
Никель и его оксиды	5475
Оксиды мышьяка	1581
Неорганические соединения ртути	22 400
Неорганические соединения свинца	22 400

Зона активного загрязнения для организованных источников (труб высотой  $h \leq 10$  м) — круг с центром в точке расположения источника радиусом  $50 h$ , а при  $h > 10$  м — кольцо между окружностями с внутренним и внешним радиусами:

$$r_{\text{внутр}} = 2 \cdot h \cdot \varphi, \quad (9.9)$$

$$r_{\text{внеш}} = 20 \cdot h \cdot \varphi, \quad (9.10)$$

где  $h$  — высота источника, м.

Общая площадь зоны активного загрязнения определяется по формуле

$$S_{\text{зАз}} = \sum_{i=1}^N S_i. \quad (9.11)$$

**Расчет экономической эффективности мероприятий по защите атмосферного воздуха.** Экономическая эффективность  $E$  проведенных мероприятий по защите атмосферного воздуха от загрязнения рассчитывается по формуле

$$E = \frac{\Theta - 3 - C}{K}, \quad (9.12)$$

где  $\Theta$  — предотвращенный годовой экономический ущерб; 3 — затраты на атмосферозащитное оборудование;  $C$  — эксплуатационные затраты атмосферозащитного оборудования, р./год;  $K$  — капитальные вложения, р./год.

Предотвращенный годовой экономический ущерб после проведения атмосферозащитных мероприятий определяется по формуле

$$\Theta = Y_1 - Y_2, \quad (9.13)$$

где  $Y_1$  — годовой экономический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха до проведения мероприятий;  $Y_2$  — годовой экономический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха после проведения атмосферозащитных мероприятий.

Затраты на атмосферозащитное оборудование рассчитываются по формуле

$$3 = C + E_n \cdot K, \quad (9.14)$$

где  $E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (принимается равным 0,12).

Сравнение рассчитанного значения экономической эффективности проведенных мероприятий по защите атмосферного воздуха  $E$  и нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений  $E_n$  позволяет сделать заключение об эффективности ( $E > E_n$ ) либо неэффективности ( $E < E_n$ ) внедрения мероприятий.

**Расчет экономического ущерба от загрязнения водоемов.**

Оценка годового экономического ущерба от загрязнения водоемов ( $Y_v$ ) определяется по формуле

$$Y_v = Y_{уд} \cdot \delta_v \cdot M, \quad (9.15)$$

где  $Y_{уд}$  — удельный ущерб выброса в водоем одной условной тонны загрязняющих веществ, р./усл. т, устанавливается Министерством финансов совместно с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды (например, 600 р./усл. т);  $\delta_v$  — безразмерный показатель относительной опасности загрязнения (табл. 9.3);  $M$  — суммарная масса загрязняющих веществ из источника, усл. т/год, определяется по формуле

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_{ij}, \quad (9.16)$$

где  $A_i$  — показатель относительной агрессивности примеси  $i$ -го вида (табл. 9.4), усл. т/т;  $m_{ij}$  — общая масса годового выброса (сброса) примеси  $i$ -го вида, т/год;  $n$  — общее число примесей в выбросах (сбросах) источника.

Таблица 9.3

**Значение показателя относительной опасности загрязнения разных водохозяйственных участков ( $\delta_v$ )**

Бассейны рек и створов	Административный состав участков	$\delta_v$
Западная Двина	Витебская область, кроме юго-западной части (бассейн реки Березина)	0,50
Неман	Минская область, западная часть; Гродненская область; Брестская область	0,58
Днепр	Могилевская область; Минская область, без западной части; Брестская область, юго-западная часть; Гомельская область	1,75

Таблица 9.4

**Значение величины относительной агрессивности примеси ( $A_r$ ) для некоторых веществ, выбрасываемых в водоемы**

Вещества	$A_r$ , усл. т/т
Взвешенные вещества	0,1
Сульфаты	0,05
Хлориды	0,05
Азот общий	0,1
Поверхностно-активные вещества	2,0
Нитраты	12,5
Нефть и нефтепродукты	20
Медь	100
Цинк	100
Аммиак	20
Мышьяк	20
Стирол	10

Общая масса годового сброса источником загрязнения  $i$ -го вещества вычисляется по формуле

$$m_{ij} = C_{ij} \cdot V_j, \quad (9.17)$$

где  $C_{ij}$  — концентрация  $i$ -го вещества в сточных водах  $j$ -го типа, г/м<sup>3</sup>;  $V_j$  — объем годового сброса сточных вод  $j$ -го типа данным источником, м<sup>3</sup>/год.

**Расчет экономической эффективности водоохраных мероприятий.** Экономическая эффективность водоохраных мероприятий ( $E$ ) рассчитывается по формуле

$$E = \frac{\Delta - C}{K}, \quad (9.18)$$

где  $\Delta$  — предотвращенный годовой экономический ущерб;  $C$  — эксплуатационные затраты (расходы) на обслуживание и содержание водоохраных объектов, р./год;  $K$  — капитальные вложения, р./год.

Предотвращенный годовой экономический ущерб после проведения водоохраных мероприятий определяется по формуле

$$\Delta = Y_1 - Y_2, \quad (9.19)$$

где  $Y_1$  — годовой экономический ущерб от загрязнения водоема до проведения мероприятий;  $Y_2$  — годовой экономический ущерб от загрязнения водоема после проведения водоохраных мероприятий.

## Задания

**Задание 1.** Рассчитайте экономический ущерб (формула 9.2), наносимый предприятием окружающей среде источником газовых выбросов, которое расположено в промышленном районе. Высота источника выбросов составляет 15 м, температура в устье источника — 105 °С, температура окружающей среды — 10 °С. Среднегодовая скорость ветра в данном районе равна 5 м/с. Скорость оседания частиц составляет 10 см/с.

Объем выбросов равен 600 тыс. м<sup>3</sup>. Содержание вредных примесей в газовом потоке достигает, г/м<sup>3</sup>: оксид углерода — 45, сероводород — 3,5, оксид азота — 12, формальдегид — 12, фенол — 15.

**Задание 2.** Определите массу годового выброса загрязняющих веществ в атмосферу (формула 9.7). Массы годового выброса загрязняющих веществ в атмосферу приведены в табл. 9.5. Рассчитайте годовой экономический ущерб от выброса загрязняющих веществ в атмосферу (формула 9.2). Данные коэффициента рассеивания примеси в атмосфере в зависимости от скорости оседания частиц приведены в табл. 9.6. Полученные результаты внесите в табл. 9.7.

Таблица 9.5

Масса выброса загрязняющих веществ в атмосферу

Загрязняющее вещество	Масса выброса загрязняющего вещества, т/год
Аммиак	75,3
Пыль	1240,7
Сажа	970,5
Сернистый ангидрид	57,2
Оксиды азота	79,1

**Коэффициент рассеивания примеси в атмосфере (f)**

Таблица 9.6

Территория	Коэффициент рассеивания примеси	
	Скорость оседания частиц	
	менее 1 см/с	1–20 см/с
Пашня	0,08	0,894
Пригородная зона	0,08	0,894
Санатории, курорты	0,08	0,894

Таблица 9.7

**Величина экономического ущерба, причиняемого газовыми выбросами  
в атмосферу**

Территория	Экономический ущерб, р./год	
	Скорость оседания частиц	
	менее 1 см/с	1–20 см/с
Пашня		
Пригородная зона		
Санатории, курорты		

**Задание 3.** Рассчитайте предотвращенный экономический ущерб (формула 9.19) в результате строительства на участке реки (номер варианта в табл. 9.8) водоохраных сооружений, а также экономическую эффективность (формула 9.18) затрат на строительство.

Данные для расчетов приведены в табл. 9.9 и табл. 9.10.

Таблица 9.8

**Объем сточных вод, значение коэффициента ( $\delta_v$ ), капитальные вложения (K) и эксплуатационные расходы (C)**

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем сточных вод, млн м <sup>3</sup>										
Тип 1	5	6	4	8	10	15	14	40	30	11
Тип 2	8	9	7	10	20	20	10	10	25	10
Значение ( $\delta_v$ )	0,18	0,22	0,47	0,50	0,58	1,84	1,75	2,33	0,99	1,63
Капитальные вложения (K), млн усл. ед.	5,0	6,0	4,0	6,2	12,0	12,2	10,0	20,0	22,0	11,8
Эксплуатационные расходы (C), млн усл. ед.	0,3	0,4	0,25	0,5	0,7	0,7	0,6	1,2	1,4	0,6



Таблица 9.9

Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах до очистки, г/м<sup>3</sup>

Вещество	Тип сточных вод	
	1-й (C <sub>11</sub> )	2-й (C <sub>12</sub> )
Взвешенные частицы	300,0	200,0
Поверхностно-активные вещества	6,0	4,0
Нефть	0,7	0,1
Азот общий	35,0	2,0
Сульфаты	50,0	146,0
Хлориды	40,0	—
Медь	—	0,01
Цинк	0,05	0,02
Стирол	—	38,0
Нитраты	—	30,0

Таблица 9.10

Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах после очистки, г/м<sup>3</sup>

Вещество	Тип сточных вод	
	1-й (C <sub>11</sub> )	2-й (C <sub>12</sub> )
Взвешенные частицы	130,0	160,0
Поверхностно-активные вещества	3,0	2,0
Нефть	0,2	—
Азот общий	10,0	0,3
Сульфаты	20,0	—
Хлориды	16,0	—

### Контрольные вопросы

1. Как вы раскроете понятие «загрязнение окружающей среды»?
2. Что представляет собой общий ущерб от загрязнения окружающей среды?
3. В чем заключается сущность экономической эффективности мероприятий по защите окружающей среды?
4. Как рассчитывается ущерб от загрязнения окружающей среды?

### Литература

Баранчик, В.П. Основы экологии и экономика природопользования / В.П. Баранчик. Минск, 2010.

Пахомова, Н.В. Экономика природопользования и охрана окружающей среды: учебное пособие / Н.В. Пахомова, К.К. Рихтер. СПб., 2001.

---

## 10. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

### Основные понятия

*Энергосбережение* — организационная, научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц, направленная на снижение расхода (потерь) топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации.

*Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов* — достижение максимальной эффективности использования топливно-энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении законодательства.

*Энергетическая безопасность* — состояние защищенности страны, ее граждан, общества, государства, экономики от угроз надежному топливно- и энергообеспечению. Эти угрозы определяются как внешними (геополитическими, макроэкономическими, конъюнктурными) факторами, так и собственным состоянием и функционированием энергетического сектора страны.

*Энергетический кризис* — явление, возникающее тогда, когда спрос на энергоносители значительно выше их предложения. Его причины могут находиться в области логистики, политики или физического дефицита.

*Общие сведения об энергосбережении в зданиях и сооружениях.*

Здания и сооружения являются не только потребителями электрической энергии, но и теплоты, которая используется для нужд отопления и горячего водоснабжения. В Республике Беларусь почти 50% генерируемой теплоты потребляется именно системами теплоснабжения зданий. При этом теплота используется весьма неэффективно, и имеются резервы по ее экономии. Оценки показывают, что в фонде жилых и нежилых зданий может быть сэкономлено в год за счет энергосберегающих мероприятий около 50% потребляемой энергии.

Здания сооружаются в соответствии со строительными нормами и правилами. Одна из характеристик этих норм — термическое сопротивление наружных ограждений. Норматив на термическое сопротивление постоянно повышается. В связи с этим здания старой застройки являются неэффективными.

---

В Беларуси потребление энергии на отопление жилья составляет от 80 до 120 МДж/(м<sup>2</sup> год). В Финляндии, где климат более суровый, этот показатель равен 45–50 МДж/(м<sup>2</sup> год). Теплопотери через ограждающие конструкции зданий у нас составляют до 80% всех общих потерь тепла, в развитых странах Западной Европы они составляют 38–44%, т.е. в 2 раза меньше. Потери энергии через ограждающие конструкции распределяются следующим образом:

- через стены составляют 42–49%;
- через окна — 32–35%;
- подвальные и чердачные перекрытия — 11–18%;
- через входные двери — 5–15%.

В многоэтажных зданиях потери тепла через подвальные и чердачные перекрытия будут минимальными.

Большинство теплоты теряется через наружные стены и окна. Тепло теряется как за счет теплообмена, так и за счет воздухообмена, и его потери зависят от наружного и внутреннего климата. Утепление стен и модернизация окон позволяют повысить их термическое сопротивление в соответствии с действующими нормами.

Уменьшить расход теплоты на отопление можно также путем внедрения автоматизированных систем регулирования отпуска теплоты. Регулирование может проводиться на тепловых пунктах для здания в целом или группы зданий или индивидуально на отопительных приборах.

В настоящее время во многих странах имеются проекты энергоэффективных зданий (домов).

*Энергоэффективный дом* — дом, который построен или реконструирован так, что позволяет расходовать в несколько раз меньше энергии на его строительство, эксплуатацию и утилизацию после окончания срока службы по сравнению с традиционно построенными домами. Расход ресурсов на отопление таких строений составляет порядка 10% по сравнению с обычным домом, а экономия соответственно 80–90% (рис. 10.1).

Энергоэффективные дома учитывают все достижения науки и техники. Для снижения потребления теплоты в них утилизируются энергетические отходы сточных вод, вентиляционного воздуха. Применяются трехслойные стены с утеплителем, стеклопакеты. Эффективно используется энергия Солнца элементами пассивной системы отопления и для горячего водоснабжения.

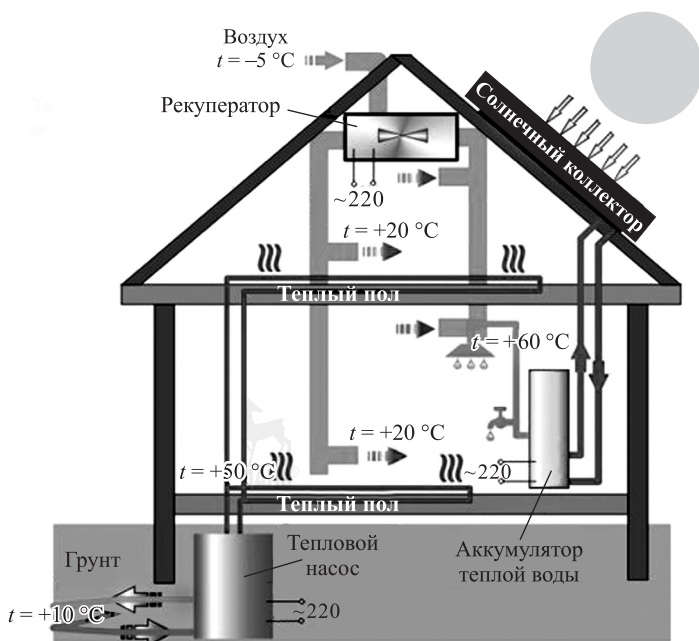


Рис. 10.1. Основные системы энергоэффективного дома

### Основные понятия о теплопередаче.

Перенос энергии в форме тепла (перенос тепла), происходящий между телами, имеющими различную температуру, называется *теплообменом*. Теплообмен между телами представляет собой обмен энергией между молекулами, атомами и свободными электронами. В результате теплообмена интенсивность движения частиц более нагретого тела снижается, а менее нагретого — возрастает.

*Теплопередача* — наука о процессах распространения тепла. Законы теплопередачи лежат в основе тепловых процессов, протекающих с подводом или отводом тепла. Различают три принципиально различных элементарных способа распространения тепла: *теплопроводность*, *конвекцию* и *тепловое излучение*.

*Теплопроводность* представляет собой перенос вследствие беспорядочного (теплового) движения микрочастиц, непосредственно соприкасающихся друг с другом. Это движение может быть либо движением самих молекул (газы, капельные жидкости), либо атомов (в кристаллической решетке твердых



тел), или диффузий свободных электронов (в металлах). В твердых телах теплопроводность является основным видом распространения тепла.

*Конвекцией* называется перенос тепла вследствие движения и перемешивания макроскопических объектов газа или жидкостей. Перенос тепла конвекцией возможен в условиях *естественной* или *свободной* конвекции, обусловленной разностью плотностей в различных точках объема газа (жидкости), возникающей вследствие разности температур в этих точках или в условиях *вынужденной* конвекции при принудительном движении объема жидкости, например при перемешивании мешалкой или при перекачивании насосами и т.д.

*Тепловое излучение* — это процесс распространения электромагнитных колебаний с различной длиной волн, обусловленный тепловым движением атомов или молекул излучающего тела. Все тела способны излучать энергию, которая поглощается другими телами и снова превращается в тепло.

## Пояснения и справочный материал

Основным законом передачи тепла теплопроводностью является *закон Фурье*, согласно которому количество тепла ( $dQ$ ), передаваемое посредством теплопроводности через элемент поверхности ( $dF$ ), перпендикулярный тепловому потоку за время ( $d\tau$ ), прямо пропорционально температурному градиенту  $dt/dn$ , поверхности ( $dF$ ) и времени ( $d\tau$ ):

$$dQ = -\lambda \cdot \left( \frac{\partial t}{\partial n} \right) \cdot dF \cdot d\tau, \quad (10.1)$$

или количество тепла, передаваемое через единицу поверхности в единицу времени

$$q = \frac{Q}{F \cdot \tau} = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n}. \quad (10.2)$$

Величина  $q$  называется *плотностью теплового потока* (удельным тепловым потоком). Знак минус, стоящий перед правой частью уравнений (10.1) и (10.2), указывает на то, что тепло перемещается в сторону падения температуры.

Коэффициент пропорциональности  $\lambda$  называется *коэффициентом теплопроводности*.

Таким образом, коэффициент теплопроводности показывает, какое количество тепла проходит вследствие теплопроводности в единицу времени через единицу поверхности теплообмена при падении температуры на 1 градус на единице длины нормали к изотермической поверхности. Величина  $\lambda$ , характеризующая способность тела проводить тепло путем теплопроводности, зависит от природы вещества, его структуры, температуры и некоторых других факторов. При обычных температурах и давлениях лучшими проводниками тепла являются металлы, худшими — газы. Так, ориентировочные значения  $\lambda$  (Вт/м · К) для металлов при 0 °С составляют: для чистой меди — 394; для углеродистой стали — 52; для легированной стали — 25.

Для воздуха при 0 °С  $\lambda \approx 0,027$  Вт/м · К. Низкой теплопроводностью обладают теплоизоляционные и многие строительные материалы. Этот факт объясняется тем, что эти материалы имеют пористую структуру, причем в их ячейках заключен воздух, плохо проводящий тепло. Коэффициенты теплопроводности газов возрастают с повышением температуры. Для большинства жидкостей значения коэффициента теплопроводности, наоборот, уменьшаются при увеличении температуры.

**Теплопередача через однородную плоскую стенку.** В многочисленных практических задачах обычно известной является не температура поверхности стенки, а температуры  $t_{ж1}$  и  $t_{ж2}$  сред, омывающих эти поверхности и коэффициенты теплоотдачи к ним  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  (рис. 10.2).

Температуры поверхностей стенки неизвестны, обозначим их  $t_{c1}$  и  $t_{c2}$ .

Сложный процесс переноса теплоты от одной среды через стенку к другой среде (теплопередачу) состоит из трех этапов:

- 1) теплоотдачи от среды с температурой  $t_{ж1}$  к поверхности стенки, имеющей температуру  $t_{c1}$ ;
- 2) теплопроводности через стенку;

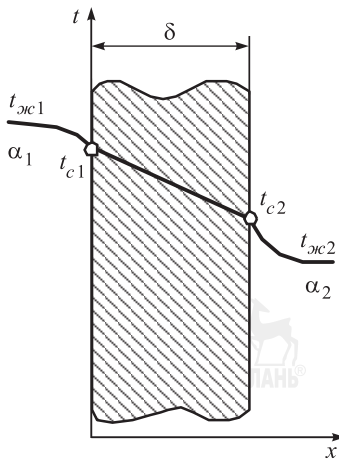


Рис. 10.2. Теплопередача через однородную плоскую стенку

3) теплоотдачи от поверхности стенки с температурой  $t_{c2}$  к среде, имеющей температуру  $t_{ж2}$ .

Первый и третий этапы процесса описываются законом Ньютона – Рихмана, второй – уравнением теплопроводности через однородную плоскую стенку.

Итак, тепловой поток (Дж), передаваемый от горячего теплоносителя к стенке, равен

$$Q = \alpha_1 \cdot (t_{ж1} - t_{c1}) \cdot F, \quad (10.3)$$

где  $F$  – поверхность стенки,  $\text{м}^2$ .

Тепловой поток, проходящий через стенку, представляет собой:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_{c1} - t_{c2}) \cdot F, \quad (10.4)$$

а удельный тепловой поток (удельная тепловая нагрузка) ( $\text{Дж/с} \cdot \text{м}^2$ ) равен

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_{c1} - t_{c2}), \quad (10.5)$$

где  $\delta$  – толщина стенки,  $\text{м}$ .

Тепловой поток, передаваемый холодному теплоносителю от поверхности стенки, представляет собой:

$$Q = \alpha_2 \cdot (t_{c2} - t_{ж2}) \cdot F. \quad (10.6)$$

Эту систему можно переписать так, чтобы в левой части каждого равенства осталась разность температур. Тогда:

$$t_{ж1} - t_{ж2} = \frac{Q}{F} \cdot \frac{1}{\alpha_1}, \quad (10.7)$$

$$t_{c1} - t_{c2} = \frac{Q}{F} \cdot \frac{\delta}{\lambda}, \quad (10.8)$$

$$t_{c2} - t_{ж2} = \frac{Q}{F} \cdot \frac{1}{\alpha_2}. \quad (10.9)$$

Эти формулы могут быть использованы для вычисления температур  $t_{c1}$  и  $t_{c2}$ .

Если суммировать левые и правые части этих уравнений, получим:

$$t_{ж1} - t_{ж2} = \frac{Q}{F} \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right). \quad (10.10)$$

Исходя из данной формулы, количество переданного тепла теплопроводностью через плоскую стенку можно рассчитать по уравнению

$$Q = \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{\left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)} \cdot F = k \cdot (t_{ж1} - t_{ж2}) \cdot F, \quad (10.11)$$

где  $k$  — коэффициент теплопередачи, находится по формуле ( $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ):

$$k = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)}. \quad (10.12)$$

Коэффициент теплопередачи в отличие от коэффициентов теплопроводности и температуропроводности не является теплофизической характеристикой хотя бы потому, что зависит от толщины стенки.

Коэффициент теплопередачи численно равен количеству теплоты, которая передается от одной среды к другой через стенку площадью  $1 \text{ м}^2$  в единицу времени при единичной разности температур между теплоносителями.

Величину, обратную  $k$ , называют *термическим сопротивлением теплопередаче*,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ :

$$R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}, \quad (10.13)$$

где  $R$  — термическое сопротивление теплопередаче.

Из этой формулы видно, что полное термическое сопротивление теплопередаче состоит из трех частей: сопротивление теплоотдаче  $\frac{1}{\alpha_1}$ ,  $\frac{1}{\alpha_2}$  и термического сопротивления теплопроводности.



**Теплопередача через многослойную плоскую стенку.** Рассмотрение данной задачи аналогично предыдущей. Отличие состоит в том, что стенка вместо одного слоя состоит из нескольких слоев, поэтому в формуле для коэффициента теплопередачи в знаменатель будет входить вместо термического сопротивления одного слоя сумма термических сопротивлений теплопроводности всех слоев (рис. 10.3).

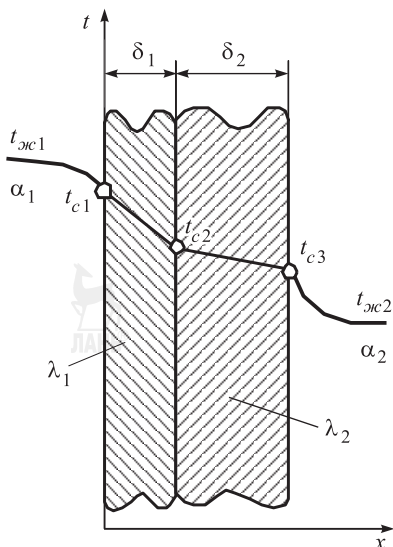


Рис. 10.3. Теплопередача через многослойную плоскую стенку

Таким образом, для теплового потока, передаваемого через многослойную плоскую стенку, справедливо уравнение

$$Q = k \cdot (t_{ж1} - t_{ж2}) \cdot F, \quad (10.14)$$

которое верно и для однослойной стенки.

Отличие состоит в том, что для многослойной стенки коэффициент теплопередачи равен

$$k = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2} \right)}, \quad (10.15)$$

где  $i$  – порядковый номер слоя стенок;  $n$  – число слоев.

Для установившегося потока через стенку удельный тепловой поток будет равен:

$$q = \frac{Q}{F} = (t_{ж1} - t_{ж2}) / \left( \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right). \quad (10.16)$$

В каждом слое многослойной стенки температура изменяется по закону прямой, однако угол наклона прямой к оси  $x$  будет в каждом слое различен, так как различны значения  $\delta$  и  $\lambda$ .

Используя уравнения (10.14) и (10.16), а также учитывая теплопроводность строительных материалов, можно достигать минимальных потерь тепла ( $Q$ ) в окружающую среду при эксплуатации жилищного фонда, а также зданий любого другого назначения (административных, производственных и т.д.). В большинстве практических случаев взаимодействие теплоносителей происходит через некоторую поверхность раздела, которая может рассматриваться как многослойная твердая стенка.

## Задание

Здание старой постройки не удовлетворяет современным теплотехническим требованиям, что приводит к значительным потерям теплоты через наружные стеновые ограждения толщиной  $\delta_c$  с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_c$ .

После утепления здания теплоизоляционным материалом с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_{и}$  термическое сопротивление наружной стены  $R$  стало соответствовать нормативу. Во время отопительного сезона, длящегося с октября по апрель, температура помещения поддерживается равной  $t_{п} = 21$  °С, средняя температура наружного воздуха самого холодного месяца года равна  $t_{н}$ . Коэффициенты теплоотдачи со стороны помещения и наружного воздуха соответственно равны  $\alpha_{п}$  и  $\alpha_{н}$ . Определите толщину изоляции и экономию условного топлива за отопительный сезон после реконструкции здания, приходящейся на  $F = 1$  м<sup>2</sup> ограждения. Данные, необходимые для решения задачи, предлагаются в табл. 10.1.



Таблица 10.1

## Данные для решения задачи

Вариант	$\delta_c,$ м	$\lambda_c,$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$	$\lambda_{\text{и}},$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$	$R,$ $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$	$\alpha_{\text{п}},$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	$\alpha_{\text{н}},$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	$t_{\text{н}},$ $^\circ\text{C}$
1	0,20	0,6	0,085	2,50	5,0	25,0	−3
2	0,25	0,7	0,080	2,75	5,5	24,0	−6
3	0,30	0,8	0,075	3,00	6,0	23,0	−9

*Решение*

1. Термическое сопротивление наружной стены ( $R$ ) определяется по формуле

$$R = \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_{\text{и}}}{\lambda_{\text{и}}}, \quad (10.17)$$

где  $\delta_{\text{и}}$  — толщина изоляции стенки, м.

Исходя из формулы 10.17, найдем толщину изоляции

$$\delta_{\text{и}} = (R - \frac{\delta_c}{\lambda_c}) \cdot \lambda_{\text{и}}. \quad (10.18)$$

2. Тепловые потери до реконструкции за отопительный сезон определяются по формуле

$$Q_1 = \frac{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}{\frac{1}{\alpha_{\text{п}}} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}} \tau, \quad (10.19)$$

где  $\tau$  — длительность отопительного сезона, с.

Тепловые потери после реконструкции за отопительный сезон определяются по формуле

$$Q_2 = \frac{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}{\frac{1}{\alpha_{\text{п}}} + R + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}} \tau. \quad (10.20)$$

3. Длительность отопительного сезона с октября по апрель составляет 212 дн или  $\tau = 18\,316\,800$  с.



4. Экономия тепла за отопительный сезон – это разность тепловых потерь до ( $Q_1$ ) и после ( $Q_2$ ) реконструкции здания:

$$Q = Q_1 - Q_2. \quad (10.21)$$

5. Экономия условного топлива ( $\Delta B$ ) находится по формуле

$$\Delta B = \frac{\Delta q}{Q_{\text{усл.т}}} \cdot F \cdot \tau, \quad (10.22)$$

где  $\Delta q$  – изменение плотности теплового потока после реконструкции здания, Дж/с · м<sup>2</sup>;  $Q_{\text{усл.т}}$  – постоянная условного топлива, равная 29,3 МДж/кг.

Изменение плотности теплового потока после реконструкции – это разность плотности теплового потока до ( $q_1$ ) и после ( $q_2$ ) утепления здания:

$$\Delta q = q_1 - q_2. \quad (10.23)$$

Плотность теплового потока до утепления здания определяется по формуле

$$q_1 = k_1 \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{н}}), \quad (10.24)$$

где  $k_1$  – коэффициент теплопередачи до утепления здания, находится по формуле

$$k_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{п}}} + \frac{\delta_{\text{с}}}{\lambda_{\text{с}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}}. \quad (10.25)$$

Плотность теплового потока после утепления здания определяется по формуле

$$q_2 = k_2 \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{н}}), \quad (10.26)$$

где  $k_2$  – коэффициент теплопередачи после утепления здания, находится по формуле

$$k_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{п}}} + R + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}}. \quad (10.27)$$

---

## Контрольные вопросы

1. Что означают понятия «энергосбережение», «энергетическая безопасность», «энергетический кризис»?
2. Каковы основные пути потери тепла из дома?
3. Какие вы знаете приемы снижения потерь тепловой энергии в доме?
4. Какова суть определения «энергоэффективный дом»? (Назовите основные характеристики энергоэффективного дома.)
5. Как вы можете сформулировать закон передачи тепла? Каков коэффициент теплопроводности?

## Литература

- Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / З.С. Ковалевич, О.В. Хренов, В.Н. Босак, А.В. Домненкова. Минск, 2015.
- Володин, В.И.* Энергосбережение / В.И. Володин. Минск, 2001.
- Данилов, О.Л.* Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев. М., 2011.
- Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.



---

## 11. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

### Пояснения и справочный материал

Анализ энергоэффективности экономики (агрегирование или, наоборот, дифференцирование) может производиться по видам энергии: *электрической, тепловой* и т.д. Несмотря на то, что наибольший, вернее, более доступный потенциал энергосбережения сосредоточен в использовании тепловой энергии, повышение эффективности использования электрической энергии, в том числе с точки зрения его менеджмента, представляет собой не менее важную задачу.

*Электрическая энергия* обладает неоспоримыми преимуществами перед всеми другими видами энергии. Ее можно передавать по проводам на большие расстояния со сравнительно небольшими потерями и несложно распределять между потребителями. Благодаря этому, электрическая энергия является наиболее распространенным и удобным видом энергии. Она представляется уникальной с точки зрения универсальной применимости, регулируемости и способности эффективно выполнять множество задач. Но главное достоинство состоит в том, что электрическую энергию с помощью достаточно простых устройств с высокой эффективностью можно превращать в другие виды энергии. Услуги, которые электричество предоставляет все увеличивающемуся населению земного шара, коренным образом изменили весь жизненный уклад людей.

Для функционирования всех секторов экономики дефицит электроэнергии может иметь тяжелые последствия. Однако финансирование строительства мощных электростанций — весьма дорогое мероприятие: электростанция мощностью 1000 МВт обходится в среднем 1 млрд дол. США. По этой причине производители и потребители электроэнергии оказываются перед выбором: либо вырабатывать требуемое количество электроэнергии, либо сокращать потребность в ней, либо решать обе задачи одновременно.

Потребление электроэнергии — форма наиболее быстрорастущего конечного энергоиспользования. Значимость электроэнергии является следствием факторов — быстрого внедрения электротехнологий и гибкого и надежного электроснабжения. В то же время существует огромный потенциал повы-

---

шения энергоэффективности в производстве и использовании электроэнергии, реализация которого стимулируется усилиями правительств и законами рынка. Чтобы определить основные направления повышения эффективности потребления электроэнергии, необходимо изучить удельный вес отдельных областей конечного использования и эффективность электро-технологических процессов. Но так как существуют сотни различных видов потребителей, выделяют, как правило, несколько основных, которые составляют 60–75% от общего потребления электроэнергии. Например, для ряда развитых стран, вклад шести конечных потребителей электроэнергии колеблется в пределах 65–71%.

Потенциал повышения эффективности является экономически целесообразным исходя из срока окупаемости инвестиций, который не должен превышать 5 лет.

Потребителей электроэнергии в промышленности можно разделить на три следующие категории: 1) пользователи электроэнергии с помощью привода; 2) эксплуатирующие технологические процессы (в своем большинстве тепловые); 3) пользователи освещения.

Потребители электроэнергии первой категории варьируются в достаточно широком диапазоне в зависимости от эксплуатации типа двигателя (постоянного тока, синхронные или индукционные), их мощности (размеров), а также их применения.

Потребители второго типа — эксплуатирующие технологические процессы, обычно менее однородны, чем другие категории. Выделяют три основные подгруппы: потребители данной категории; потребители непосредственно генерируемого тепла; потребители электрохимических процессов.

Доля освещения в общем потреблении электроэнергии промышленностью (третья категория) составляет 4–11%. В общем потреблении электроэнергии она меньше, чем в жилищно-бытовом и социальном секторах.

Энергоэффективность электроосветительных приборов определяется световой отдачей. Повышение энергоэффективности освещения может быть достигнуто не только заменой источников света, но и другими способами. К ним относятся рациональное размещение источников света и выключателей, оснащение светильников отражателями, замена нескольких маломощных ламп на одну более мощную, комбинирование

местного и общего освещения, периодическая чистка светильников и их техническое обслуживание. В слабоосвещенных зонах в дневное время может быть увеличена доля естественного освещения за счет специальных технических средств: световых фонарей и досок, световодов. Еще одним резервом для снижения потребления электроэнергии является использование систем управления освещением, в том числе автоматизированных.

**Определение годового расхода электрической энергии энергопотребляющим оборудованием.** Годовой расход электроэнергии  $W$  (кВт·ч) энергопотребляющим оборудованием определяется по формуле

$$W = P_y \cdot K_{\text{и}} \cdot T \cdot n, \quad (11.1)$$

где  $P_y$  — установленная мощность электроприемника, кВт;  $K_{\text{и}}$  — коэффициент использования установленной мощности (табл. 11.1);  $T$  — число часов работы оборудования за расчетный период, ч;  $n$  — количество однотипного оборудования, шт.

Таблица 11.1

**Коэффициенты использования установленной мощности электрооборудования**

Оборудование	$K_{\text{и}}$
Электроплиты	0,6
Транспортер	0,2–0,25
Вентиляция	0,6–0,8
Моечная машина витрин, промышленный пылесос	0,8
Кондиционер бытовой	0,7
Холодильное оборудование	0,6

**Определение суточного и годового потребления электроэнергии.** Суточное потребление электроэнергии  $W_{\text{сут}}$ , кВт·ч по предприятию (учреждению) на нужды освещения определяется по формулам:

— формула для учреждения с естественным освещением:

$$W_{\text{сут}} = w_i \cdot S_i \cdot K_o \cdot T, \quad (11.2)$$

— формула для учреждения с искусственным освещением:

$$W_{\text{сут}} = w_i \cdot S_i \cdot K_o \cdot T \cdot K_c, \quad (11.3)$$



где  $w_i$  – удельная мощность освещения, зависящая от типа применяемого источника света по  $i$ -м помещениям, Вт/м<sup>2</sup>;  $S_i$  – площадь соответствующих помещений, м<sup>2</sup>;  $K_o$  – коэффициент одновременности включения приборов (табл. 11.2);  $K_c$  – коэффициент спроса осветительных нагрузок (табл. 11.3);  $T$  – продолжительность работы осветительных приборов, ч.

Годовое потребление электроэнергии ( $W_{\text{год}}$ , кВт·ч/год) на нужды освещения помещений учреждения определяется следующим образом:

$$W_{\text{год}} = W_{\text{сут}} \cdot K_3 \cdot n, \quad (11.4)$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса освещенности (табл. 11.4);  $n$  – количество рабочих дней учреждения в году.

Таблица 11.2

**Коэффициент одновременности включения осветительных приборов,  $K_o$**

Тип помещения	$K_o$
Для посетителей	0,90
Производственные	0,80
Складские	0,70
Административно-бытовые	0,95
Торговые	0,90

Таблица 11.3

**Коэффициент спроса осветительных нагрузок,  $K_c$**

Объект	$K_c$
Мелкие производственные здания	1,00
Производственные здания, состоящие из отдельных больших пролетов	0,95
Административные здания и предприятия общественного питания	0,90
Производственные здания, состоящие из нескольких отдельных помещений	0,85
Лабораторные и конторско-бытовые здания, лечебные, детские и учебные учреждения	0,80
Складские здания, подсобные помещения, комнаты ожидания и т.д.	0,60
Наружное и аварийное освещение	1,00

Таблица 11.4

Коэффициент запаса освещенности,  $K_3$ 

Примеры помещений	$K_3$				
	при естественном освещении			при искусственном освещении	
	верти- кально*	наклон- но*	горизон- тально*	газраз- рядные лампы	лампы накали- вания
Кабинеты и рабочие помеще- ния общественных зданий, учебные помещения, лабора- тории, читальные залы и залы для совещаний, торговые залы и т.д.	1,2	1,4	1,5	1,5	1,3

\*Расположение светопропускающего материала.

**Расчет потенциала годовой экономии электроэнергии в осветительных установках.** Расчет потенциала годовой экономии электроэнергии осуществляется по формуле

$$\Delta Q_r = \sum_{i=1}^k k_{ni} \sum_{i=1}^k \Delta Q^{k_i}, \quad (11.5)$$

где  $k_{ni}$  — коэффициент приведения освещенности  $i$ -го помещения;  $n$  — количество модификаций ИС в рамках определенного типа;  $\Delta Q^{k_i}$  — потенциал экономии электроэнергии для  $i$ -го помещения и  $k$ -го мероприятия, кВт·ч/год.

Расчет коэффициента приведения освещенности ( $k_{ni}$ ) определяют для учета отклонения фактической освещенности от нормативных значений по формуле

$$k_{ni} = \frac{E_{\Phi}}{E_{\text{н}}}, \quad (11.6)$$

где  $E_{\Phi}$  — фактическое значение освещенности в  $i$ -м помещении (ТКП 45-2.04-153-2009);  $E_{\text{н}}$  — нормируемое значение освещенности в  $i$ -м помещении по данным инструментального энергетического обследования.

**Подбор нагревательного оборудования на отопление жилого дома.** Расход теплоты на отопление ( $Q_{\text{от}}$ ) жилого здания равен его теплопотерям, кДж/ч или кВт/ч. Величина рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{от}} = \alpha_{\text{от}} \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}), \quad (11.7)$$

где  $\alpha_{\text{от}}$  – коэффициент (отопительная характеристика здания), кДж/м<sup>3</sup>·ч·°С;  $V$  – объем здания по наружным размерам, м<sup>3</sup>;  $t_{\text{вн}}$ ,  $t_{\text{нар}}$  – температура внутри здания и наружная температура соответственно, °С.

Объем здания по наружному размеру находится по формуле

$$V = S \cdot H. \quad (11.8)$$

Площадь поверхности нагрева радиатора ( $F$ ) определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{\text{от}}}{K \cdot \Delta t}, \quad (11.9)$$

где  $K$  – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>, °С);  $\Delta t$  – разница температур горячей воды в радиаторе ( $t_p$ ) и воздуха в квартирах (внутри здания) ( $t_{\text{вн}}$ ):

$$\Delta t = t_p - t_{\text{вн}}. \quad (11.10)$$

Число секций радиатора здания ( $N$ ) рассчитывается по формуле

$$N = \frac{F}{S_{\text{1секции}}}. \quad (11.11)$$

Количество отапливаемых помещений рассчитывается как произведение количества квартир на количество этажей на сумму (количество комнат + кухня).

Количество секций радиатора для каждого помещения находится по отношению

$$N / \text{Количество отапливаемых помещений}. \quad (11.12)$$

## Задания

**Задание 1.** Рассчитайте годовой расход электроэнергии энергопотребляющим оборудованием по данным, приведенным в табл. 11.5.

Таблица 11.5

## Данные для решения задания

Виды энергопотребляющего оборудования									Освещение	
Электроплита			Кондиционер			Холодильник				
$P_y$	$T$	$n$	$P_y$	$T$	$n$	$P_y$	$T$	$n$	$P_y$	$n$
1,1	640	2	5,1	5100	4	0,79	5500	5	0,05	20

*Примечание.* Коэффициент использования установленной мощности для освещения  $K_{\text{и}} = 0,8$ . Время работы осветительных установок 2450 ч.

**Задание 2.** Определите суточное и годовое потребление электроэнергии на нужды освещения торгового зала площадью 28 м<sup>2</sup>. Удельная мощность освещения ( $w_l$ ) – 21,4 Вт/м<sup>2</sup>. Продолжительность работы осветительной установки в сутки ( $T$ ) – 3,5 ч. Освещение – искусственное (лампы накаливания). Количество рабочих дней в году ( $n$ ) составляет 252 дн.

**Задание 3.** В производственном помещении была установлена пускорегулирующая аппаратура для сокращения расхода электроэнергии в осветительных установках. Рассчитайте потенциал годовой экономии электроэнергии в осветительных установках  $\Delta Q$  действующего помещения в результате данного мероприятия.

Фактическое значение освещенности, согласно ТКП 45-2.04-153-2009, составляет  $E_{\text{ф}} = 320$  лк, нормируемое значение освещенности по данным инструментального энергетического обследования составило  $E_{\text{н}} = 300$  лк. В результате установки пускорегулирующей аппаратуры потенциал экономии электроэнергии ( $\Delta Q^{ki}$ ) составил 200 кВт·ч/год.

**Задание 4.** Рассчитайте расход теплоты на отопление дома и нужное число секций радиатора (площадь поверхности одной секции – 0,3 м<sup>2</sup>), используя данные табл. 11.6.

Таблица 11.6

## Данные для решения задания

1	Количество квартир	$n_{\text{кв}}$	4
2	Количество этажей	$n_{\text{эт}}$	2
3	Площадь дома, м <sup>2</sup>	$S$	80
4	Высота дома, м	$H$	6
5	Количество комнат в квартирах	$n_{\text{ком}}$	2
6	Температура горячей воды в радиаторе, °C	$t_p$	+70
7	Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м <sup>2</sup> , °C)	$K$	8
8	Температура воздуха в квартирах, °C	$t_{\text{вн}}$	+20
9	Отопительная характеристика здания, кДж/м <sup>3</sup> ·ч·°C	$\alpha_{\text{от}}$	1,5
10	Температура наружная, °C	$T_{\text{нар}}$	–23

---

## Контрольные вопросы

1. Какие виды энергии вы знаете? (Дайте им характеристику.)
2. Какие вы знаете преимущества электрической энергии перед всеми другими видами энергии?
3. Каковы основные потребители электрической энергии в промышленности?
4. Какие вы знаете способы повышения энергоэффективности электроосветительных приборов?

## Литература

Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / З.С. Ковалевич, О.В. Хренов, В.Н. Босак, А.В. Домненкова. Минск, 2015.

*Володин, В.И.* Энергосбережение / В.И. Володин. Минск, 2001.

*Данилов, О.Л.* Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев. М., 2011.

*Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.



---

## 12. АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПЛАТ ЗА УСЛОВИЯ ТРУДА

### Пояснения и справочный материал

*Аттестация рабочих мест по условиям труда* (далее — аттестация) — система учета, анализа и комплексной оценки на конкретном рабочем месте всех факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, воздействующих на здоровье и трудоспособность человека в процессе трудовой деятельности. Аттестация осуществляется в соответствии с нормативно-методическими документами.

*Порядок проведения аттестации рабочих мест.* Аттестация рабочих мест по условиям труда проводится в целях комплексной оценки условий труда на конкретном рабочем месте для разработки и реализации плана мероприятий по улучшению условий труда, определения права работника на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, сокращенную продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, оплату труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, а также для определения обязанностей нанимателя по профессиональному пенсионному страхованию работников в соответствии с Законом Республики Беларусь «О профессиональном пенсионном страховании» от 5 января 2008 г.

Для организации и проведения аттестации наниматель издает приказ, в соответствии с которым утверждается состав аттестационной комиссии организации, определяются ее полномочия, назначаются председатель аттестационной комиссии и лицо, ответственное за ведение и хранение документации по аттестации; при необходимости создаются аттестационные комиссии в структурных подразделениях; устанавливаются сроки и график проведения работ по аттестации в организации (структурных подразделениях).

В состав аттестационной комиссии включаются работники служб охраны труда, кадровой, юридической, организации труда и заработной платы, промышленно-санитарной лаборатории, руководителей структурных подразделений организации, медицинских работников, представителей профсоюза.

---

Аттестационная комиссия выполняет следующие функции:

- осуществляет проведение аттестации, а также организационное, методическое руководство и контроль за ее ходом;

- формирует в организации необходимую для проведения аттестации нормативную правовую базу и организует ее изучение;

- определяет перечень рабочих мест, подлежащих аттестации;

- устанавливает соответствие наименования профессий рабочих и должностей служащих Общегосударственному классификатору Республики Беларусь «Профессии рабочих и должности служащих» (ОКРБ 006-2009) и характера фактически выполняемых работ характеристикам работ, приведенным в соответствующих выпусках Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС) и Единого квалификационного справочника должностей служащих (ЕКСД);

- определяет исполнителей: для измерения и исследования уровней вредных и опасных факторов производственной среды из числа собственных аккредитованных испытательных лабораторий или привлекает на договорной основе другие аккредитованные испытательные лаборатории; для оценки условий труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса из числа собственных специалистов или привлекает на договорной основе организации, имеющие в соответствии с законодательством право на осуществление деятельности, связанной с проведением аттестации;

- проводит перед началом измерений уровней вредных и опасных факторов производственной среды обследование рабочих мест в целях проверки на соответствие производственного оборудования и технологических процессов требованиям охраны труда и принимает меры по устранению выявленных недостатков;

- организует проведение фотографии рабочего времени и оформление карты фотографии рабочего времени; составление карты аттестации рабочего места по условиям труда;

- проводит ознакомление работников с результатами аттестации.

*Фотография рабочего времени* — последовательное фиксирование времени, затрачиваемого работающим в течение рабочего дня (смены) на выполнение определенных технологическим процессом операций и перерывы в работе.

---

*Карта аттестации* — документ, содержащий количественные и качественные характеристики факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.

В ходе проведения аттестации оценке подлежат все присутствующие на рабочем месте вредные и опасные факторы производственной среды, тяжесть и напряженность трудового процесса.

Измерения и исследования уровней вредных и опасных факторов производственной среды проводятся испытательными лабораториями, аккредитованными в соответствии с требованиями системы аккредитации Республики Беларусь, в присутствии представителя аттестационной комиссии при ведении производственных процессов в соответствии с технологической документацией при исправных, эффективно действующих средствах защиты и характерных производственных условиях. Результаты измерений и исследований уровней вредных и опасных факторов производственной среды и результаты количественных измерений и расчетов показателей тяжести трудового процесса для аттестации оформляются протоколами.

Сведения о результатах оценки условий труда заносятся в карту и удостоверяются подписями членов аттестационной комиссии и ее председателя. Допускается составление одной карты на группу аналогичных по характеру выполняемых работ и условиям труда рабочих мест.

К карте прилагаются:

- карта фотографии рабочего времени, протоколы измерений и исследований уровней вредных и опасных факторов производственной среды для аттестации;
- протоколы количественных измерений и расчетов показателей тяжести трудового процесса.

По итогам аттестации составляются:

- перечень рабочих мест по профессиям и должностям, на которых работающим по результатам аттестации подтверждены особые условия труда, соответствующие требованиям списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда;
- перечень рабочих мест по профессиям и должностям, на которых работающим по результатам аттестации подтверждено право на дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;



---

• перечень рабочих мест по профессиям и должностям, на которых работающим по результатам аттестации подтверждены вредные и (или) опасные условия труда, соответствующие требованиям списка производств, цехов, профессий и должностей с вредными и (или) опасными условиями труда, работа в которых дает право на сокращенную продолжительность рабочего времени;

• перечень рабочих мест по профессиям и должностям, на которых работающим по результатам аттестации подтверждено право на доплаты за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;

• план мероприятий по улучшению условий труда.

Указанные перечни рабочих мест, согласованные с профсоюзом, утверждаются приказом нанимателя. В приказе также указываются рабочие места, на которых результатами аттестации не подтверждены (с указанием конкретных причин) условия труда, дающие право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, сокращенную продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, оплату труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, а также условия труда, влекущие обязанности нанимателя по профессиональному пенсионному обеспечению работников.

Аттестация считается завершенной со дня издания приказа нанимателя об утверждении ее результатов.

Работники, на рабочих местах которых проводилась аттестация, должны быть ознакомлены с итоговыми документами по результатам аттестации (карта, приказ) под роспись.

Наниматель представляет в управления (отделы) государственной экспертизы условий труда комитетов по труду, занятости и социальной защите областных и Минского городского исполнительных комитетов и управления (отделы) по труду, занятости и социальной защите районных, городских исполнительных и распорядительных органов по месту нахождения организации по одному экземпляру копий перечня рабочих мест, указанных выше. В управления (отделы) государственной экспертизы условий труда комитетов по труду, занятости и социальной защите областных и Минского городского исполнительных комитетов наниматель представляет также план мероприятий по улучшению условий труда.

---

Приказы, перечни рабочих мест, другие документы по аттестации, необходимые для подтверждения работнику права на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда и определения обязанностей нанимателя по профессиональному пенсионному страхованию работников, хранятся нанимателем в течение срока, установленного для хранения документов о стаже работы.

*Внеочередная аттестация (переаттестация)* проводится:

- в случае изменения законодательства, требующего ее проведение;
- при изменении условий труда в связи с заменой либо модернизацией производственного оборудования, заменой сырья и материалов, изменением технологического процесса и средств коллективной защиты;
- по требованию органов государственной экспертизы условий труда Республики Беларусь;
- по инициативе нанимателя (при улучшении условий труда), профсоюза.

Аттестация проводится один раз в пять лет. При этом начало и продолжительность проведения аттестации определяются с учетом того, что она должна быть завершена до окончания действия результатов предыдущей аттестации.

Пенсия по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, сокращенная продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, оплата труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда по результатам аттестации предоставляются работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в течение полного рабочего дня.

Под полным рабочим днем понимается выполнение работы с вредными и (или) опасными условиями труда не менее 80% от продолжительности ежедневной работы (смены), установленной законодательством. При этом в рабочее время включается подготовительно-заключительное время, оперативное время (основное и вспомогательное) и время обслуживания рабочего места в пределах установленных нормативов, а также время регламентированных перерывов.

*Гигиеническая классификация условий труда.* В основу аттестации рабочих мест положены гигиенические критерии оценки условий труда, установленные в Санитарных нормах и правилах «Гигиеническая классификация условий труда», у-

---

вержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 211.

В соответствии с этим документом условия труда подразделяются на четыре класса: оптимальные, допустимые (безопасные), вредные и опасные.

*Оптимальные условия труда (1-й класс)* — условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых опасные и вредные производственные факторы условий труда отсутствуют, либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

*Допустимые условия труда (2-й класс)* определяются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма, возникающие под их воздействием, восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного действия на состояние здоровья работающих и их потомство в ближайшем и отдаленном периоде.

*Вредные условия труда (3-й класс)* характеризуются наличием вредных производственных факторов, выходящих за пределы гигиенических нормативов и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и (или) его потомство.

По уровню отклонения параметров факторов от гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих они подразделяются на четыре степени вредности:

- 1-я степень 3-го класса (3.1) — условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

- 2-я степень 3-го класса (3.2) — уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости, проявляющейся в повышении уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, прежде всего, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных

---

вредных факторов; проявлению начальных признаков или легких, без потери профессиональной трудоспособности, форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

- 3-я степень 3-го класса (3.3) — условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых, как правило, приводит к развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, а также росту хронической (производственно обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

- 4-я степень 3-го класса (3.4) — условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности); отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокий уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

*Опасные условия труда (4-й класс)* характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) может создать угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в том числе и тяжелых форм. При этом работа должна проводиться в соответствующих средствах индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов, регламентированных для такого вида работ и обеспечивающих безопасность для здоровья работающих.

**Оценка условий труда при аттестации рабочих мест.** Оценка условий труда при аттестации — это оценка факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, оказывающих воздействие на работоспособность и здоровье работника в процессе труда. Оценка факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса проводится путем сопоставления полученных в результате измерений и исследований их фактических величин с гигиеническими нормативами и последующим соотношением величин отклонения каждого фактора производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса с критериями, на основании которых устанавливается класс условий труда. При этом учитывается время воздействия производственных факторов в течение всего рабочего времени. Если влияние вредного и (или) опасного фактора производственной среды на работника со-

---

ставляет 50% и менее — до 10% включительно от продолжительности рабочего времени, класс условий труда по данному фактору снижается на одну степень; при продолжительности воздействия фактора производственной среды на работника 10% и менее от продолжительности рабочего времени — производится снижение класса условий труда на две степени.

Структура рабочего времени, время воздействия вредных и (или) опасных факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, занятость с вредными и (или) опасными условиями труда определяются на основании результатов фотографий рабочего времени.

При проведении аттестации рабочих мест проводится оценка условий труда по химическому фактору; по биологическому фактору; в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны пылей и аэрозолей; по виброакустическим факторам; по фактору электромагнитные поля и неионизирующие излучения; при работах с источниками ионизирующего излучения; по микроклиматическим условиям; по параметрам освещения рабочих мест; при воздействии аэроионизации; по тяжести трудового процесса; по напряженности трудового процесса в соответствии с Инструкцией по оценке условий труда при аттестации рабочих мест по условиям труда и предоставлению компенсаций по ее результатам (постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 22 февраля 2008 г. № 35).

Общая оценка условий труда по классу (степени) проводится на основании оценок по всем факторам производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Общая оценка условий труда на *рабочем месте* устанавливается по наиболее высокому классу (степени) вредности.

При наличии трех и более факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, относящихся к классу 3.1, общая оценка условий труда соответствует классу 3.2.

При наличии двух и более факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, относящихся к классам 3.2, 3.3, 3.4, условия труда оцениваются соответственно на одну степень выше.

Классы условий труда в зависимости от некоторых факторов производственной среды представлены в табл. 12.1.

Классы условий труда в зависимости от факторов производственной среды

Фактор		Классы условий труда						Опасный
		Допустимый	Вредный					
			2	3.1	3.2	3.3	3.4	
Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ химической природы (превышение предельно допустимой концентрации, в разы)								
Вредные вещества 1—4 класса опасности за исключением перечисленных ниже		≤ПДК <sub>мр</sub>	1, 1—3, 0	3, 1—10, 0	10, 1—15, 0	15, 1—20, 0	>20, 0	
		≤ПДК <sub>сс</sub>	1, 1—3, 0	3, 1—10, 0	10, 1—15, 0	>15, 0	—	
	Особенности действия на организм	Вещества остро направленные, аммиак	≤ПДК <sub>мр</sub>	1, 1—2, 0	2, 1—4, 0	4, 1—6, 0	6, 1—10, 0	>10, 0
		Вещества раздражающего действия	≤ПДК <sub>мр</sub>	1, 1—2, 0	2, 1—5, 0	5, 1—10, 0	10, 1—50, 0	>50, 0
	Канцерогены	≤ПДК <sub>сс</sub>	1, 1—2, 0	2, 1—4, 0	4, 1—10, 0	>10, 0	—	
	Аллергены	≤ПДК <sub>мр</sub>	—	1, 1—3, 0	3, 1—15, 0	15, 1—20, 0	>20, 0	
Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны пыли, аэрозолей (превышение предельно допустимой концентрации, в разы)								
Содержание в воздухе рабочей зоны пыли, аэрозолей, мг/м <sup>3</sup>		≤ПДК <sub>мр</sub>	1, 1—2, 0	2, 1—5, 0	5, 1—10, 0	>10, 0	—	

Классы условий труда в зависимости от уровней шума, локальной и общей вибрации на рабочем месте (превышение предельно допустимого уровня до... (включительно))							
Шум. Уровни звука и звукового давления, эквивалентный уровень звука, дБ, дБА	≤ПДУ	5	15	25	35	>35	
Вибрация общая. Уровни виброскорости (виброускорения), эквивалентный ректированный уровень виброскорости (виброускорения), дБ	≤ПДУ	6	12	18	24	>24	
Вибрация локальная. Уровни виброскорости (виброускорения), эквивалентный ректированный уровень виброскорости (виброускорения), дБ	≤ПДУ	3	6	9	12	>12	
Классы условий труда по показателям микроклимата (отклонения от допустимых норм)							
Температура воздуха, °С	Не превышает допустимые значения	до 4	4,1—8,0	> 8	—	—	
Относительная влажность воздуха, %		до 25	> 25	—	—	—	
Скорость движения воздуха, м/с		до 3 раз	> 3 раз	—	—	—	
Классы условий труда в зависимости от параметров искусственного освещения							
Освещенность рабочей поверхности, лк	≥E <sub>н</sub>	<E <sub>н</sub>	—	—	—	—	

---

Результаты измерений и исследований, а также оценки вредных и (или) опасных факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса заносятся в карту аттестации рабочего места по условиям труда.

**Компенсации, предоставляемые работникам по результатам аттестации.** По результатам аттестации с учетом оценки условий труда работникам предоставляются следующие виды компенсаций:

- пенсия по возрасту за работу с особыми условиями труда;
- дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- сокращенная продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- оплата труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.

При оценке условий труда, соответствующих 3-му классу третьей степени вредности (3.3) и выше, подтверждаются особые условия труда на рабочих местах работников, профессии, должности, показатели работ которых предусмотрены списком производств, работ, профессий, должностей и показателей на подземных работах, на работах с особо вредными и особо тяжелыми условиями труда, занятость в которых дает право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда (далее – список 1). Если условия труда на рабочих местах указанных работников соответствуют 3-му классу второй степени (3.2), то подтверждается их право на пенсию по списку производств, работ, профессий, должностей и показателей на работах с вредными и тяжелыми условиями труда, занятость в которых дает право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда (далее – список 2).

При оценке условий труда, соответствующих 3-му классу второй степени вредности (3.2) и выше, подтверждаются особые условия труда на рабочих местах работников, профессии, должности, показатели работ которых предусмотрены списком 2.

Продолжительность дополнительного отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда устанавливается в зависимости от класса (степени) вредности или опасности условий труда согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь «О дополнительных отпусках за работу с вредными и (или) опасными условиями труда и особый характер работы» от 19 января 2008 г. № 73.



---

При оценке условий труда, соответствующих 3-му, 4-му классам, на рабочих местах работников, профессии, должности которых предусмотрены списком производств, цехов, профессий и должностей с вредными и (или) опасными условиями труда, работа в которых дает право на сокращенную продолжительность рабочего времени, утвержденным постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь «О сокращенной продолжительности рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда», подтверждается право на сокращенную продолжительность рабочего времени от 10 декабря 2007 г. № 170.

При оценке условий труда, соответствующих 3-му, 4-му классам, на рабочих местах работников в зависимости от класса и степени вредности условий труда устанавливаются доплаты за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.

Доплаты за работу с вредными и (или) опасными условиями труда к тарифным ставкам и должностным окладам работников устанавливаются в процентах от тарифной ставки первого разряда, установленной в организации. В том случае, если в организации действует тарифная ставка первого разряда ниже тарифной ставки первого разряда, установленной Правительством, доплаты устанавливаются от тарифной ставки первого разряда, установленной Правительством Республики Беларусь. Наниматель не имеет права устанавливать размер доплат ниже минимально гарантированных.

Если в организации применяется несколько тарифных ставок первого разряда, доплата исчисляется исходя из тарифной ставки первого разряда, принятой для начисления заработной платы работнику.

Работникам, которым установлена повышенная оплата труда за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, доплата за работу с этими условиями по результатам аттестации не устанавливается.

При суммированном учете рабочего времени фактически отработанное время с вредными и (или) опасными условиями труда определяется делением сумм фактически отработанных часов с вредными и (или) опасными условиями труда на 8 ч.

В табл. 12.2. предлагаются виды компенсаций, предоставляемые работникам по результатам аттестации.

Таблица 12.2

**Компенсации, предоставляемые работникам по результатам аттестации**

Виды компенсаций		Классы условий труда					
		Допустимый	Вредный				Опасный
			2	3.1	3.2	3.3	
Пенсия по возрасту	Список 1	—	—	—	+	+	+
Пенсия за работу с особыми условиями труда	Список 2	—	—	+	+	+	+
Продолжительность дополнительного отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда в календарных днях		0	4	7	14	21	28
Норма продолжительности рабочей недели (ч)		—	35	35	35	35	35
Доплата в процентах от тарифной ставки 1-го разряда за 1 ч работы		—	0,1	0,14	0,20	0,25	0,31

**Задание**

Изучите требования нормативных документов. Проведите оценку условий труда на основе сведений, приведенных в характеристике условий труда, по заданному варианту (табл. 12.3). Заполните выдержки из карты аттестации рабочего места по условиям труда (табл. 12.4, табл. 12.5).

Для этого необходимо:

- в соответствии с заданным выше вариантом (табл. 12.3) записать фактические значения величин факторов производственной среды (в табл. 12.4);

- установить класс (степень) условий труда (см. табл. 12.1) путем сопоставления фактических значений факторов согласно варианту с нормативными (регламентированными): ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны; ПДК пыли в воздухе рабочей зоны; ПДУ шума и вибрации; допустимые параметры микроклимата; нормативную освещенность (табл. 12.6—12.11);

- установить класс (степень) условий труда с учетом времени воздействия фактора и внести данные в табл. 12.4);

- дать общую оценку условий труда на рабочем месте (в табл. 12.5).

Предложите мероприятия по улучшению условий труда на производстве.

Характеристика условий труда

Факторы условий труда	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup> :												
аммиак	28	—	50	80	60	—	16	40	10	18	50	28
бензин топливный	—	250	—	—	—	120	—	—	—	—	—	—
сероводород	16	—	18	25	—	—	18	20	5	10	18	16
оксид углерода	—	40	38	18	31	30	—	35	45	—	38	—
Продолжительность действия, % рабочей смены	40	55	40	50	50	50	55	40	60	50	10	20
2. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup> :												
зерновая	27	—	20	50	—	—	10	4	26	—	9	11
цементная	—	33	—	—	20	10	—	—	—	35	—	—
древесная	11	—	—	10	—	—	18	14	12	—	14	—
поликарбонатная	—	12	—	—	8	9	—	—	—	17	—	6
Продолжительность действия, % рабочей смены	50	15	40	50	10	20	35	40	60	50	10	50
3. Уровень звука на постоянном рабочем месте в производственном помещении, дБА	80	85	78	85	90	75	83	91	86	79	81	80
Продолжительность действия, % рабочей смены	15	11	25	30	20	10	25	35	16	30	35	25
4. Общая вибрация транспортно-технологическая: виброскорость, дБ	110	115	112	108	109	115	116	110	112	115	118	109
среднегеометрические частоты октавных полос, Пц	16	31,5	63	16	31,5	63	16	31,5	63	16	31,5	63
Продолжительность действия, % рабочей смены	40	35	40	20	30	10	25	40	50	50	10	60

Факторы условий труда	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5. Локальная вибрация: виброскорость, дБ среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	116 8	110 16	108 31,5	111 63	110 125	107 8	109 16	110 31,5	111 63	109 125	112 63	107 125
Продолжительность действия, % рабочей смены	40	35	40	20	30	10	25	40	50	50	10	60
6. Микроклимат в производственном помещении (холодный период года, Па): температура, °С	20	24	16	18	15	22	16	18	20	24	18	22
скорость движения воздуха, м/с	0,5	0,1	0,8	1,0	0,1	0,4	0,5	0,9	1,5	0,1	1,0	0,4
относительная влажность воздуха, %	89	70	65	75	100	60	65	55	70	70	75	60
Продолжительность действия, % рабочей смены	45	21	25	30	40	10	15	35	36	30	25	15
7. Освещенность (искусственная), лк	50	80	30	150	180	80	200	80	75	80	150	80
Разряд зрительной работы	V	IV	IV	V	V	IV	V	IV	IV	V	IV	V
Характеристика фона	свет- лый	тем- ный	сред- ний	сред- ний	тем- ный	светлый	тем- ный	свет- лый	сред- ний	темный	тем- ный	сред- ний
Контраст объекта с фоном	ма- лый	сред- ний	малый	боль- шой	ма- лый	боль- шой	малый	сред- ний	ма- лый	боль- шой	сред- ний	малый
Продолжительность действия, % рабочей смены	30	21	34	12	15	18	19	21	16	25	14	11

Таблица 12.4

## Результаты оценки факторов производственной среды (выдержка из карты аттестации рабочего места по условиям труда)

Факторы и показатели производственной среды	Гигиенические нормативы (ПДК, ПДУ)	Фактические величины	Класс (степень) условий труда	Время воздействия фактора	Класс (степень) условий труда с учетом времени воздействия фактора
1. Химический фактор, мг/м <sup>3</sup> : аммиак бензин топливный сероводород оксид углерода					
Итоговая оценка фактора	×	×	×	×	
2. Пыли, аэрозоли, мг/м <sup>3</sup> : зерновая цементная древесная					
Итоговая оценка фактора	×	×	×	×	
3. Шум, дБА, дБ					
4. Вибрация общая, дБ					
5. Вибрация локальная, дБ					
6. Микроклимат: температура, °С скорость движения воздуха, м/с относительная влажность воздуха, %					
Итоговая оценка фактора	×	×	×	×	
7. Освещенность					

Таблица 12.5

**Показатели оценки условий труда на рабочем месте (выдержка из карты аттестации рабочего места по условиям труда)**

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Химический							
Пыли, аэрозоли							
Шум							
Вибрация общая							
Вибрация локальная							
Микроклимат							
Освещение							
Общая оценка условий труда							

Таблица 12.6

**Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны**

Наименование вещества	Величина предельно допустимой концентрации, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Аммиак	20	4
Ацетон	200	4
Бензин топливный	100	4
Бензол	5	2
Диоксид азота	2	3
Диоксид серы	10	3
Оксид углерода	20	4
Сероводород	10	2
Скипидар	300	4
Спирт метиловый	5	3
Спирт этиловый	1000	4
Уайт-спирит	300	4

Таблица 12.7

**Предельно допустимые концентрации пыли**

Наименование вещества	Величина предельно допустимой концентрации, мг/м <sup>3</sup>
Зерновая пыль	4
Цемент, глина, апатит, оливин	8
Поликарбонат	10
Древесная пыль	6
Алюминий и его сплавы	2
Аскорбиновая кислота	2
Доломит	6
Железо	10
Зола	4
Свинец и его неорганические соединения (по свинцу)	0,05
Табак	3
Целлюлоза	2

Таблица 12.8

**Предельно допустимые значения производственной транспортно-технологической (общей) и локальной вибрации**

Транспортно-технологическая (общая) вибрация								
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	2	4	8	16	31,5	63		
Уровни виброскорости, дБ	117	108	102	101	101	101		
Локальная вибрация								
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Уровни виброскорости, дБ	115	109	109	109	109	109	109	109

Таблица 12.9

**Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука  
на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести  
и напряженности**

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, обучение и воспитание, медицинская деятельность. Рабочие места проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, для приема пациентов в здравпунктах	50
Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории; рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях	60
Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа. Рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону; машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах	65
Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами. Рабочие места за пультами в кабинетах наблюдения и дистанционного управления, без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	75
Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1—4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	80
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	75
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин	80



**Нормируемые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений**

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин		для диапазона температуры воздуха ниже оптимальных величин	для диапазона температуры воздуха выше оптимальных величин
Холодный	Легкая – Ia	20–21,9	24,1–25	15–75	0,1	0,1
	Легкая – Ib	19–20,9	23,1–24	15–75	0,1	0,2
	Средней тяжести – IIa	17–18,9	21,1–23	15–75	0,1	0,4
	Средней тяжести – IIб	15–16,9	19,1–22	15–75	0,2	0,3
	Тяжелая – III	13–15,9	18,1–21	15–75	0,2	0,4
	Легкая – Ia	21–22,9	25,1–28	15–75*	0,1	0,2
Теплый	Легкая – Ib	20–21,9	24,1–28	15–75*	0,1	0,3
	Средней тяжести – IIa	18–19,9	22,1–27	15–75*	0,1	0,4
	Средней тяжести – IIб	16–18,9	21,1–27	15–75*	0,2	0,5
	Тяжелая – III	15–17,9	20,1–26	15–75	0,2	0,5

\* При температуре воздуха на рабочих местах 25 °С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за следующие пределы: 70% – при температуре воздуха 25 °С; 65% – при температуре воздуха 26 °С; 60% – при температуре воздуха 27 °С; 55% – при температуре воздуха 28 °С.

**Извлечение из норм проектирования освещения производственных помещений  
(ТКП 45-2.04-153-2009)**

Характеристика зрительной работы	Разряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственная освещенность, Ен, лк*
Средней точности	IV	Малый	Средний	200
		Средний	Светлый	200
			Темный	200
		Большой	Светлый	200
Малой точности	V	Малый	Светлый	200
			Средний	200
			Темный	300
		Большой	Средний	200
			Темный	200

\*При системе общего освещения.

### Контрольные вопросы

1. Какие нормативные документы определяет порядок аттестации рабочих мест по условиям труда?
2. Кто несет ответственность за своевременное и качественное проведение аттестации рабочих мест по условиям труда в организации?
3. Кто входит в состав аттестационной комиссии организации?
4. Каков порядок работ по аттестации рабочих мест по условиям труда?
5. Каков порядок оформления результатов аттестации рабочих мест по условиям труда?
6. Какие вы знаете размеры компенсаций, предоставляемые по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда?

### Литература

- Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / З.С. Ковалевич, О.В. Хренов, В.Н. Босак, А.В. Домненкова. Минск, 2015.
- Ковалевич, З.С. Безопасность жизнедеятельности человека / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.
- Охрана труда в АПК: практикум / В.Г. Андруш [и др.]. Минск, 2013.
- Охрана труда: лабораторный практикум / А.К. Гармаза [и др.]. Минск, 2012.
- Пособие по аттестации рабочих мест по условиям труда с учетом требований Трудового кодекса Республики Беларусь / Библиотека журнала «Ахова працы». 2008. № 4 (101).

---

### 13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПО ТРАВМАТИЗМУ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ, РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ И ОХРАНЕ ТРУДА

#### Пояснения и справочный материал

Временные потери трудоспособности, вызванные производственным травматизмом, профессиональными заболеваниями и несовершенством условий труда, причиняют организациям значительный материальный ущерб. От величины этого ущерба зависят производственные показатели предприятия. Кроме того, выявление экономических последствий нетрудоспособности необходимо для установления связей или закономерностей между различными причинами травматизма и профзаболеваний. Поэтому каждый специалист должен уметь определять потери от травматизма и заболеваемости и эффективность проведения мероприятий по улучшению условий и охране труда.

**Расчет суммарных экономических потерь предприятия, связанных с травматизмом и заболеваемостью.** Для определения влияния на травматизм и заболеваемость выделяемых на охрану труда денежных средств и материальных ресурсов используется экономический метод. Потери рабочего времени на производстве связаны не только с травматизмом, но и с заболеваемостью рабочих и служащих из-за неудовлетворительных условий труда (отклонение параметров микроклимата от допустимых значений, высокая концентрация вредных веществ, нерациональная освещенность, высокий уровень шума и вибрации и др.). В связи с этим при экономическом анализе следует изучать и учитывать как причины травматизма, так и заболеваемости.

Суммарные экономические потери предприятия  $\Pi_3$ , связанные с производственным травматизмом и заболеваемостью, определяются по формуле

$$\Pi_3 = \sum \Pi_T + \sum \Pi_3, \quad (13.1)$$

где  $\Sigma\P_T$  – сумма потерь, связанных с производственными травмами, р.;  $\Sigma\P_3$  – сумма потерь, связанных с заболеваемостью из-за неудовлетворительных условий труда, р.

Для определения величины экономических потерь от производственного травматизма и заболеваемости используют данные листов временной нетрудоспособности, материалы экспертной оценки стоимости испорченного оборудования и инструмента, медицинского заключения реабилитационной комиссии, расчеты бухгалтерии предприятия и другие материалы.

Сумма потерь  $\Sigma\P_T$ , связанных с травмами, складывается из множества составляющих:

$$\Sigma\P_T = C_a + C_k + C_{3п} + C_n + C_6 + C_p + C_o + C_{вп}, \quad (13.2)$$

где  $C_a$  – стоимость амбулаторного лечения, р.;  $C_k$  – стоимость клинического лечения, р.;  $C_{3п}$  – сумма недопроизведенной заработной платы за период лечения, р.;  $C_n$  – убытки из-за недополученной суммы налогов с необлагаемой части дохода (выплат по больничному листку), р.;  $C_6$  – сумма выплат по больничному листку, р.;  $C_p$  – стоимость расследования несчастного случая, р.;  $C_o$  – стоимость испорченного оборудования или затраты на его ремонт, р.;  $C_{вп}$  – стоимость валовой продукции, недополученной хозяйством вследствие травмы или заболевания, р.

Стоимость амбулаторного ( $C_a$ ) и клинического ( $C_k$ ) лечения определяется по формулам:

$$C_a = c_a \cdot D_a, \quad (13.3)$$

$$C_k = c_k \cdot D_k, \quad (13.4)$$

где  $c_a$  и  $c_k$  – стоимость одного посещения лечебного заведения (амбулаторного) и одного койко-места в сутки в больнице, р.;  $D_a$  – число посещений поликлиники, раз;  $D_k$  – продолжительность лечения на стационаре, дн.

Сумму недопроизведенной заработной платы  $C_{3п}$  определяют исходя из среднего дневного заработка  $c_3$ :

$$C_{3п} = c_3 \cdot D_T, \quad (13.5)$$

где  $D_T$  – число дней нетрудоспособности вследствие травм, дн.

Убытки от недополучения налога ( $C_H$ ) определяют по формуле

$$C_H = \frac{C_{\text{зп}}}{100} \cdot (A + B), \quad (13.6)$$

где  $A$  – процент отчисления соцстраху (34%);  $B$  – обязательные страховые взносы (1%).

Сумма выплат по больничному листку ( $C_6$ ):

$$C_6 = c_6 \cdot D_T, \quad (13.7)$$

где  $c_6$  – стоимость одного дня по больничному листку, р.

Стоимость расследования несчастных случаев  $C_p$  складывается из суммарного дневного заработка ( $c_d$ ) лиц, участвующих в расследовании (инженер по охране труда, технический инспектор, общественный инспектор и др.), умноженного на число дней расследования  $D_p$ :

$$C_p = c_d \cdot D_p. \quad (13.8)$$

Стоимость восстановления испорченного оборудования, зданий, инструмента принимают по данным бухгалтерии.

Стоимость валовой продукции  $C_{\text{вп}}$ , недополученной из-за травмы:

$$C_{\text{вп}} = \frac{C_{\text{в}} \cdot D_T}{n \cdot D}, \quad (13.9)$$

где  $C_{\text{вп}}$  – стоимость валовой продукции, произведенной в хозяйстве за год, р.;  $n$  – среднесписочное число работающих в течение года;  $D$  – число рабочих дней (смен) в году.

Потери от заболеваний ( $\Sigma P_3$ ), являющиеся следствием неудовлетворительных условий труда, определяются суммой следующих слагаемых:

$$\Sigma P_3 = C_{\text{зп}}^* + C_{\text{вп}}^* + C_6^* + C_H^*, \quad (13.10)$$

где  $C_{\text{зп}}^*$  – сумма недопроизведенной заработной платы за период заболевания, р.;  $C_{\text{вп}}^*$  – стоимость валовой продукции,

недополученной хозяйством вследствие заболевания, р.;  $C_6^*$  – сумма выплат по больничному листку, р.;  $C_H^*$  – убытки из-за недополученной суммы налогов с необлагаемой части дохода (выплат по больничному листку), р.

Сумму недопроизведенной заработной платы ( $C_{зп}^*$ ) определяют исходя из среднего дневного заработка  $c_3$ :

$$C_{зп}^* = c_3 \cdot D_3, \quad (13.11)$$

где  $D_3$  – число дней нетрудоспособности вследствие заболевания.

Стоимость валовой продукции ( $C_{вп}^*$ ), недополученной из-за заболевания:

$$C_{вп}^* = \frac{C_v \cdot D_3}{n \cdot D}. \quad (13.12)$$

Сумма выплат по больничному листку ( $C_6^*$ ):

$$C_6^* = c_6 \cdot D_3. \quad (13.13)$$

Убытки от недополучения налога на заработную плату ( $C_H^*$ ):

$$C_H^* = \frac{C_{зп}^*}{100} \cdot (A + B). \quad (13.14)$$

В реальных условиях общие потери предприятия могут включать не все виды указанных затрат и в то же время могут включать другие, не указанные в приведенной методике, расходы.

Ежегодно предприятия отчитываются перед вышестоящими органами управления, государственной инспекцией труда и государственными органами специализированного надзора и контроля о последствиях несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний по установленной форме.

Часть показателей, определенных ранее, возмещается за счет средств предприятия ( $C_p$ ,  $C_6$ ,  $C_{вп}$ ). Другая часть показателей возмещается из общегосударственных средств, которые формируются из налогов на заработную плату. В отдельных случаях затраты на амбулаторное ( $C_a$ ) и клиническое ( $C_k$ ) ле-

чение могут быть отнесены непосредственно на предприятие, если травма или профзаболевание произошло по вине предприятия.

**Определение общей экономии от проведения мероприятий по охране труда.** К мероприятиям по улучшению условий и охране труда относятся все виды хозяйственной деятельности, направленные на предупреждение, ликвидацию или снижение отрицательного воздействия вредных и опасных производственных факторов на работников.

Расчет экономической эффективности мероприятий по улучшению условий и охране труда необходим:

- для экономического обоснования планируемых мероприятий, в том числе выбора оптимального варианта проектных решений;
- для определения фактической эффективности осуществленных мероприятий;
- для оценки результатов деятельности производственных объединений (предприятий), министерств и ведомств по улучшению условий и охране труда;
- для расчета нормативов необходимых затрат на приведение условий труда на рабочих местах в соответствии с требованиями технического нормативного правового акта.

Общая экономия от внедрения мероприятий по охране труда ( $\Theta_r$ ) определяется следующим образом:

$$\Theta_r = \Pi_9 - \Pi_{9п} - \text{З}_м, \quad (13.15)$$

где  $\Pi_9$  и  $\Pi_{9п}$  – потери хозяйства от травматизма, заболеваний до ( $\Pi_9$ ) и после ( $\Pi_{9п}$ ) внедрения мероприятий по охране труда, р.;  $\text{З}_м$  – затраты на мероприятия по улучшению условий и охране труда, р.

Потери из-за травм и заболеваемости в базисном году ( $\Pi_9$ ) необходимо взять из расчета  $\Theta_r = \Pi_9 - \Pi_{9п} - \text{З}_м$ .

Потери из-за травм и заболеваемости после внедрения мероприятий по охране труда  $\Pi_{9п}$  определяют по формуле

$$\Pi_{9п} = \frac{100 - K}{100} \cdot \Pi_9, \quad (13.16)$$

где  $K$  – коэффициент эффективности технологии и санитарно-гигиенических мероприятий по охране труда.

---

Показатель эффективности затрат ( $K_z$ ) характеризует денежную отдачу с каждого рубля, вложенного в мероприятия по улучшению условий и охраны труда и определяется следующим образом:

$$K_z = \frac{\Pi_z - \Pi_{зп}}{З_m}. \quad (13.17)$$

Окупаемость единовременных затрат в годах ( $T$ ) определяется по формуле

$$T = \frac{З_m}{\Pi_z - \Pi_{зп}}. \quad (13.18)$$

Если полученный срок окупаемости ( $T$ ) меньше нормативного ( $T_n = 12,5$  лет), то мероприятия считаются экономически эффективными.

Кроме приведенной методике, существуют другие методики определения социальной и экономической эффективности осуществления мероприятий по улучшению условий и охраны труда.

## Задания

**Задание 1.** Изучите методику определения потерь от травматизма и заболеваемости.

**Задание 2.** Изучите методику определения экономии денежных средств от внедрения мероприятий по охране труда.

**Задание 3.** Определите суммарные потери денежных средств, связанные с травматизмом и заболеваемостью, согласно варианту, заданному преподавателем (табл. 13.1). Стоимость амбулаторного ( $C_a$ ) и клинического ( $C_k$ ) лечения следует определять один раз, т.е. при определении потерь от травматизма ( $\Sigma\Pi_T$ ) или потерь от заболеваемости ( $\Sigma\Pi_z$ ). Остальные составляющие потерь необходимо определять отдельно (отдельно для травматизма и отдельно для заболеваемости).

**Задание 4.** Определите общую экономию денежных средств от проведения мероприятий по охране труда согласно варианту, заданному преподавателем (табл. 13.2), дайте заключение о целесообразности проведения мероприятий по охране труда.



Таблица 13.1  
Данные для определения экономических потерь, связанных с производственным травматизмом и заболеваемостью

Факторы	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Среднестатистическое число работающих в течение года ( $n$ ), чел.	283	312	410	271	365	454	318	513	321	256	426	251
2. Число рабочих дней (смен) в году ( $D$ )	280	228	280	228	280	228	280	228	280	228	280	228
3. Число дней нетрудоспособности вследствие заболеваемости ( $D_z$ )	1181	1215	2110	983	1130	2854	1130	915	1010	574	1516	817
4. Число дней нетрудоспособности вследствие травм ( $D_r$ )	67	28	115	91	87	211	212	121	117	89	173	71
5. Стоимость всей валовой продукции, произведенной в хозяйстве за год ( $C_p$ ), млн р.	40,5	51,3	62,3	37,1	48,4	51,4	42,3	67,5	47,3	39,1	68,1	28,2
6. Число дней расследования ( $D_p$ )	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2
7. Суммарный дневной заработок лиц, участвующих в расследовании ( $c_p$ ), тыс. р.	4,7	6,3	4,8	4,7	4,7	4,8	5,1	6,3	4,0	5,1	5,4	6,3
8. Стоимость одного дня по больничному листу ( $c_6$ ), р.	1450	1511	1612	1312	1487	1615	1312	1517	1810	1527	1458	1656
9. Средний дневной заработок ( $c_z$ ), р.	1587	1417	1712	1516	1692	1556	1612	1543	1656	1456	1417	1587
10. Суммарная продолжительность лечения ( $D_k$ ), дн	511	610	612	510	715	1100	500	415	618	312	810	318
11. Стоимость одного койко-места в больнице ( $c_k$ ), р.	1163	1450	1211	1150	1350	1150	1150	1160	1170	1178	1215	1155
12. Количество посещений лечебного заведения ( $D_b$ )	87	93	54	88	73	78	84	115	117	43	87	63
13. Стоимость одного посещения лечебного заведения ( $c_a$ ), р.	250	245	264	255	260	275	260	270	250	290	240	280
14. Стоимость испорченного оборудования или затраты на его ремонт ( $C_o$ ), млн р.	15,7	6,2	—	54,3	10,7	11,7	—	13,4	—	87,4	53,4	—

Таблица 13.2

**Значения коэффициента эффективности мероприятий по охране труда и затрат на них по вариантам**

Вариант	Мероприятия	Коэффициент эффективности мероприятий ( $K$ ), %	Затраты на мероприятия ( $Z_m$ ), тыс. р.
1, 6	Внедрение физиологически обоснованного режима труда и отдыха	20	5300
2, 7	Упорядочение режима труда с учетом психофизиологических особенностей человека	8	9200
3, 8	Рационализация рабочих мест на основании физиологических данных	11	11 100
4, 9	Правильная планировка и окраска помещений и оборудования	12	12 500
5, 10	Выбор рационального освещения	7	14 500
11	Снижение шума до требуемых нормативов	7	15 400
12	Снижение высокой температуры	14	12 100

### Контрольные вопросы

1. Как рассчитываются суммарные экономические потери организации, связанные с заболеваемостью?
2. Как определить общую экономию от проведения мероприятий по охране труда?
3. Какие основные составляющие экономических потерь от травматизма и заболеваемости?

### Литература

- Дипломное проектирование: мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности: учебно-методическое пособие / В.Н. Босак [и др.]. Минск, 2013.
- Ковалевич, З.С. Безопасность жизнедеятельности человека / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.
- Охрана труда. Определение эффективности мероприятий по улучшению условий труда / И.Т. Ермак [и др.]. Минск, 2005.
- Охрана труда: лабораторный практикум / А.К. Гармаза [и др.]. Минск, 2012.

---

## 14. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ И АНАЛИЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

### Пояснения и справочный материал

*Анализ несчастных случаев* является одним из основных путей борьбы с травматизмом. Только после выявления истинных причин того или иного несчастного случая появляются возможности для поиска путей исключения или снижения травматизма. Анализ травматизма и заболеваемости на производстве проводится, как правило, по актам расследования несчастных случаев, профессиональных заболеваний, листкам временной нетрудоспособности.

Расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний проводится согласно «Правилам расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 января 2004 г. № 30 (в редакции от 31 августа 2015 г. № 654).

Расследование несчастных случаев с обучающимися и воспитанниками проводится в соответствии с Инструкцией о расследовании и учете несчастных случаев с обучающимися и воспитанниками, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь от 7 августа 2003 г. № 58.

Оформление документов по результатам расследования производится в соответствии с постановлением Министерства труда и социальной защиты и Министерства здравоохранения Республики Беларусь «О документах, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» от 14 августа 2015 г. № 51/94.

Обязательное страхование работающих от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний осуществляется в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь «О страховой деятельности» от 25 августа 2006 г. № 530 (в ред. от 14.04.2014 г. № 165) и постановлением Совета Министров Республики Беларусь «О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 25 августа 2006 г. № 530» от 4 ноября 2006 г. № 1462.

*Производственная травма* — случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении

---

им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ, в результате которого произошла временная или постоянная потеря трудоспособности. При травме происходит нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей и органов человека.

Травмы могут быть *механическими* (ушибы, порезы, переломы, вывихи и др.), *термическими* (ожоги, обморожения), химическими (химические ожоги), *электрическими* (электрические травмы, электрические удары), *психологическими* (нервные стрессы, перенапряжения, испуги и др.).

*Профессиональное заболевание* — хроническое или острое заболевание, вызванное воздействием на работающего вредных производственных факторов.

*Острое профессиональное заболевание (отравление)* — заболевание, развившееся в результате воздействия вредного производственного фактора (факторов) в процессе трудовой деятельности в течение не более трех рабочих смен (дней).

*Хроническое профессиональное заболевание (отравление)* — заболевание, являющееся результатом длительного воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшее временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

*Несчастный случай* — опасная ситуация, которая заканчивается увечьем, профессиональным заболеванием или иным повреждением здоровья.

*По правовым последствиям* для потерпевшего несчастные случаи подразделяются на случаи, происшедшие в быту и на случаи, происшедшие на производстве.

*Несчастный случай в быту (бытовой)* — несчастный случай, который произошел с человеком в свободное от работы время при выполнении работ дома, на даче и при других аналогичных обстоятельствах.

*Несчастный случай на производстве* — несчастный случай в результате воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.

*По тяжести последствий* несчастные случаи подразделяются на микротравмы, легкие, тяжелые, смертельные.

*По числу пострадавших* несчастные случаи подразделяются на одиночные, когда пострадал один человек; групповые — два человека и более, вне зависимости от степени тяжести полученных при этом травм.

---

Наиболее распространенный на практике анализ травматизма и заболеваемости — это изучение причин возникновения опасных и вредных производственных факторов.

*Вредный производственный фактор* — производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к заболеванию или снижению работоспособности и (или) отрицательному влиянию на здоровье потомства.

*Опасный производственный фактор* — производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к травме, внезапному резкому ухудшению здоровья или смертельному исходу.

Опасные и вредные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» подразделяются по природе действия на следующие группы: *физические, химические, биологические, психофизиологические*.

По сложившейся практике причины травматизма и профессиональных заболеваний принято подразделять на организационные, технические, санитарно-гигиенические и психофизиологические.

*Организационные причины* травматизма и профзаболеваний целиком зависят от уровня организации труда на предприятии — отсутствие или неудовлетворительное проведение обучения и инструктажа, отсутствие проекта производства работ, несоблюдение режима труда и отдыха, неправильная организация рабочего места, отсутствие, неисправность или несоответствие условиям работы средств индивидуальной защиты, неудовлетворительный надзор за производством работ и т.д.

*Технические причины* травматизма и профзаболеваний можно характеризовать как причины, не зависящие от уровня организации труда на предприятии, — конструктивные недостатки оборудования, инструментов и приспособлений, несовершенство технологических процессов, средств сигнализации и блокировок и т.д. Эти причины иногда называют также конструкторскими или инженерными.

*Санитарно-гигиенические причины* связаны с неблагоприятными метеорологическими условиями труда, повышенными уровнями шума, вибрации, концентрациями вредных веществ в воздухе рабочей зоны, наличием вредных излучений, нерациональным освещением и т.д.

---

**Психофизиологические причины** обусловлены нервно-эмоциональным перенапряжением, несоответствием условий труда анатомо-физиологическим особенностям работающего, неудовлетворительным психологическим климатом в коллективе и др.

В настоящее время используют два основных метода анализа несчастных случаев — статистический и монографический.

**Статистический метод** базируется на анализе статистического материала, накопленного за несколько лет по предприятию или в отрасли. Он представляет собой совокупность приемов, основанных на целенаправленном сборе, накоплении и обработке информации о несчастных случаях с последующим расчетом статистических показателей.

Для этого изучаются несчастные случаи по актам формы Н-1 (НП) и другим отчетам предприятий за определенный период времени. Данный метод позволяет определить динамику травматизма и его тяжесть на отдельных участках производства, в цехах, на предприятиях или в отраслях промышленности и выявить закономерности его роста или снижения.

Разновидностями статистического метода являются групповой и топографический методы.

При *групповом методе* травмы подбираются по отдельным однородным признакам: времени травмирования; возрасту, квалификации и специальности пострадавших, по видам работ; причинам несчастных случаев и т.д. Это позволяет выявить недостатки оборудования, организации работ или условий труда.

При *топографическом методе* все несчастные случаи систематически наносятся условными знаками на план расположения оборудования в цехе, на участке. Скопление таких знаков на каком-либо оборудовании или рабочем месте характеризует его повышенную травмоопасность и способствует принятию соответствующих профилактических мер.

Однако статистический (и его разновидности) метод анализа травматизма не изучает производственные условия, при которых происходят несчастные случаи, и поэтому не отвечает на многие вопросы, необходимые для разработки действенных мер по профилактике травматизма. Важным дополнением статистического метода является монографический (клинический) метод анализа травматизма.

**Монографический метод** заключается в углубленном анализе объекта обследования в совокупности со всей производ-



ственной обстановкой. Изучению подвергаются технологические и трудовые процессы, оборудование, применяемые приспособления и инструменты, средства коллективной и индивидуальной защиты. Особое внимание уделяется оценке режимов труда и отдыха работающих, ритмичности работы предприятия (цеха). При этом выявляются скрытые опасные факторы, способные привести к несчастному случаю. Этот метод можно использовать и для разработки мероприятий по охране труда для вновь проектируемых предприятий.

В настоящее время применяются и другие методы анализа производственного травматизма — экономический, эргономический, анкетирования, сетевого моделирования и др.

**Экономический метод** заключается в установлении экономического ущерба от производственного травматизма, а также в эффективности затрат, направленных на предупреждение несчастных случаев, с целью оптимального распределения средств на мероприятия по охране труда.

**Эргономический метод** представляет собой изучение системы «человек — машина — производственная среда» с учетом психофизиологических и личностных качеств человека.

**Метод сетевого моделирования** основывается на анализе совокупности разнородных факторов, произошедших в сложившейся обстановке. Анализ случаев травматизма основан на некоторых приемах теории систем и моделирования случайных процессов, протекающих на производстве.

**Метод анкетирования** заключается в изучении трудового процесса, позволяет собрать информацию об организационных, технических, санитарно-гигиенических и психофизиологических факторах травматизма и получить конкретные предложения об улучшении условий труда от самих рабочих и инженерно-технических работников.

Знание абсолютных численных показателей травматизма на производстве не дает полного представления об уровне и динамике его по сравнению с другими предприятиями, так как количество работающих на разных предприятиях неодинаково. Поэтому на практике для сравнительного анализа травматизма на предприятиях пользуются относительными количественными показателями: коэффициенты частоты ( $K_{\text{ч}}$ ), тяжести травматизма ( $K_{\text{т}}$ ), нетрудоспособности ( $K_{\text{н}}$ ).

**Коэффициент частоты травматизма ( $K_{\text{ч}}$ )** выражает число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный период (обычно  $K_{\text{ч}}$  определяется за год):

$$K_{\text{ч}} = \frac{H \cdot 1000}{P}, \quad (14.1)$$

где  $H$  — количество учтенных несчастных случаев, приведших к потере трудоспособности;  $P$  — среднесписочное число работающих за отчетный период.

Коэффициент частоты не характеризует тяжести травматизма. Возможно такое положение, когда на одном предприятии большинство случаев имеет легкий исход, а на другом — все случаи тяжелые. Поэтому введен *коэффициент тяжести травматизма* ( $K_{\text{т}}$ ), показывающий среднее количество рабочих дней, потерянных каждым пострадавшим за отчетный период (квартал, полугодие, год):

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{H}, \quad (14.2)$$

где  $D$  — общее количество рабочих дней, потерянных в результате несчастных случаев за отчетный период.

*Коэффициент нетрудоспособности* ( $K_{\text{н}}$ ) учитывает число рабочих дней, потерянных в результате несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих:

$$K_{\text{н}} = \frac{D \cdot 1000}{P}, \text{ или } K_{\text{н}} = K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{т}}. \quad (14.3)$$

Для оценки экономических показателей травматизма и профессиональных заболеваний используется *коэффициент экономического травматизма* ( $K_{\text{э}}$ ), который определяет затраты как на один несчастный случай, так и на тысячу работающих:

$$K_{\text{н}} = \frac{M}{H}, \text{ или } K_{\text{э}1000} = \frac{M \cdot 1000}{P}. \quad (14.4)$$

## Задания

**Задание 1.** Изучите методы анализа производственного травматизма, их преимущества и недостатки.

**Задание 2.** Произведите расчет основных показателей производственного травматизма (коэффициент частоты травма-



тизма, коэффициент тяжести травматизма, коэффициент нетрудоспособности) на предприятии по вариантам, предложенным преподавателем (табл. 14.1).

Таблица 14.1

**Показатели производственного травматизма**

Параметры	Варианты исходных данных					
	1	2	3	4	5	6
Количество: человек, Р	8	12	27	86	108	125
несчастных случаев, Н	1	2	2	3	5	7
дней, Д	32	21	47	68	102	143

Параметры	Варианты исходных данных					
	7	8	9	10	11	12
Количество: человек, Р	143	211	307	412	514	628
несчастных случаев, Н	9	12	14	17	21	23
дней, Д	35	42	53	68	136	201

3. Определите, на каком предприятии работа по профилактике травматизма за последние пять лет была организована лучше. На первом предприятии среднесписочный состав в течение пяти лет был равен  $P_1$  человек, произошло  $H_1$  несчастных случаев с общим числом ( $D_1$ ) дней нетрудоспособности, а для второго предприятия эти показатели соответственно равны  $P_2$ ,  $H_2$ ,  $D_2$  (табл. 14.2).

Таблица 14.2

**Сравнительные показатели производственного травматизма на двух предприятиях**

Параметры	Варианты исходных данных					
	1	2	3	4	5	6
Количество: человек, $P_1$	1302	1618	1863	2876	3267	3412
несчастных случаев, $H_1$	80	60	50	40	75	79
дней, $D_1$	1760	1590	1460	920	2400	2503
Количество: человек, $P_2$	2606	1180	3400	2822	5631	4123
несчастных случаев, $H_2$	80	35	60	40	160	157
дней, $D_2$	3520	1225	2280	880	4160	458

---

## Контрольные вопросы

1. Каковы основные причины производственного травматизма?
2. Какие вы знаете методы анализа производственного травматизма?
3. В чем заключается сущность статистического метода анализа производственного травматизма?
4. Как вы охарактеризуете монографический метод анализа производственного травматизма? (Достоинства и недостатки монографического метода.)
5. Какие вы можете назвать относительные количественные показатели для сравнительного анализа травматизма на предприятиях?
6. Какие документы используются для расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний?

## Литература

*Гармаза, А. К.* Охрана труда / А.К. Гармаза, И.Т. Ермак, Б.Р. Ладик. Минск, 2010.

*Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека: учебное пособие / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.

Инструкция о расследовании и учете несчастных случаев с обучающимися и воспитанниками: постановление Министерства образования Республики Беларусь от 7 августа 2003 г. № 58.

О документах, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 14 августа 2015 г. № 51/94.

Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15 января 2004 г. № 30 (в редакции от 31 августа 2015 г. № 654).



---

## **15. ПОРЯДОК ПЛАНИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА**

### **Пояснения и справочный материал**

В соответствии с Трудовым кодексом Республики Беларусь наниматель обязан обеспечивать охрану труда работников, в том числе выделять в необходимых объемах финансовые средства, оборудование и материалы для осуществления предусмотренных коллективными договорами и соглашениями мероприятий по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, улучшению условий труда, санитарно-бытового обеспечения, медицинского и лечебно-профилактического обслуживания работников.

В настоящее время планирование и разработка мероприятий по охране труда осуществляется в соответствии с Инструкцией о порядке планирования и разработки мероприятий по охране труда (постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2013 г. № 111).

Технические, санитарно-гигиенические, организационные и другие мероприятия по охране труда, направленные на обеспечение требований безопасности и гигиены труда, доведение санитарно-бытового обеспечения работников до установленных норм, осуществляемые нанимателем в плановом порядке, включаются в план мероприятий по охране труда, который оформляется в качестве приложения к коллективному договору.

Для вновь вводимых в эксплуатацию или реконструируемых объектов (цехов, участков, производств и других) мероприятия по обеспечению охраны труда предусматриваются в проектно-сметной документации на их строительство, реконструкцию и выполняются до введения объекта в эксплуатацию.

При отсутствии коллективного договора разработанный план мероприятий по охране труда согласовывается с профсоюзом или иным представительным органом работников и утверждается нанимателем.

При планировании и разработке мероприятий предусматривается решение следующих основных задач:

- устранение (снижение) профессиональных рисков, улучшение условий и охраны труда, профилактика производственного травматизма и профессиональной заболеваемости;

- 
- обеспечение в соответствии с установленными нормами санитарно-бытовыми помещениями, оснащенными необходимыми средствами и устройствами;
  - обучение по вопросам охраны труда;
  - информационное обеспечение деятельности по охране труда;
  - внедрение передового опыта и научных разработок по охране труда.

В качестве основных направлений по разработке и планированию мероприятий по охране труда рекомендуются следующие:

а) приведение в соответствии с требованиями нормативных правовых актов производственных и других зданий и помещений, сооружений, строительных и промышленных площадок, территории организации, в том числе:

- перепланировка производственных и других помещений с целью обеспечения безопасности и улучшения условий труда работников;

- устройство тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации, строительной площадки, осуществление мероприятий по профилактике дорожно-транспортного травматизма;

- устройство, расширение, реконструкция и оснащение помещений для отдыха, обогрева (охлаждения), укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе;

б) приведение к нормам естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в производственных, санитарно-бытовых и других помещениях, переходах, проездах и других местах, где возможно нахождение работников;

в) приведение в соответствии с требованиями нормативных правовых актов по охране труда рабочих мест, технологических процессов, оборудования и других объектов производственного назначения, обеспечение взрывопожарной безопасности объектов, выполнение других мероприятий, направленных на устранение (снижение) профессиональных рисков, улучшение охраны и (или) условий труда, в том числе:

- перепланировка размещения производственного оборудования, организация рабочих мест;

- модернизация (совершенствование) технологических процессов, оборудования, грузоподъемных механизмов и устройств, транспортных средств, приспособлений и других объектов производственного назначения;

— приобретение, разработка, внедрение и совершенствование средств коллективной защиты, технических устройств, обеспечивающих защиту работников от воздействия опасных и (или) вредных производственных факторов, систем автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления технологическими процессами и производственным оборудованием, а также блокирующих устройств по аварийному отключению оборудования в случае его неисправности;

— приобретение и установка (монтаж) оборудования для испытаний средств индивидуальной и коллективной защиты;

— устройство новых и реконструкция эксплуатируемых отопительных и вентиляционных систем, тепловых, водяных и воздушных завес;

— нанесение на производственное оборудование, коммуникации и другие объекты сигнальных цветов и знаков безопасности;

г) механизация, автоматизация, роботизация технологических процессов, операций, работ в опасных и (или) вредных условиях труда, тяжелых физических работ, в том числе:

— по использованию (производству, применению, хранению, транспортировке) взрыво- и пожароопасных веществ и материалов, опасных и (или) вредных химических веществ;

— уборке помещений, удалении и обезвреживанию отходов производства, являющихся источником опасных и (или) вредных производственных факторов;

— очистке воздухопроводов и вентиляционных установок, осветительной арматуры, окон, фрамуг, световых фонарей;

— складированию и транспортированию сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, отходов производства;

д) обеспечение пожарной безопасности: установка, ремонт и техническое обслуживание автоматической пожарной сигнализации, оборудование молниезащиты, приобретение первичных средств пожаротушения, их своевременная замена, платное обучение работников пожарно-техническому минимуму;

е) обеспечение электробезопасности: заключение договора со специализированной организацией на обслуживание электрохозяйства, обеспечение электрофизических измерений электрических сетей и электрооборудования по договору, периодические испытания диэлектрических средств защиты и ручного электроинструмента;

ж) приведение в соответствии с требованиями нормативных правовых актов санитарно-бытового обеспечения работников, в том числе:

---

— расширение, реконструкция бытовых зданий и помещений: гардеробных, умывальных, душевых, бань, парильных (саун), туалетов, комнат личной гигиены женщин, помещений для содержания средств индивидуальной защиты (хранения, стирки, чистки, ремонта, восстановления пропиток, дезинфекции, обезвреживания), приема пищи (столовых, буфетов) и других. Оснащение их необходимым оборудованием, устройствами и средствами;

— устройство сатураторных установок (автоматов) для приготовления газированной (подсоленной) воды, организация питьевого водоснабжения работников;

з) проведение аттестации рабочих мест по условиям труда, паспортизации санитарно-технического состояния условий и охраны труда, сертификации производственных объектов на соответствие требованиям охраны труда. Вывод из эксплуатации объектов производственного назначения, не обеспечивающих безопасности труда и не подлежащих по своему техническому состоянию реконструкции или капитальному ремонту;

и) нормативное, информационное и техническое обеспечение, организация в установленном порядке обучения, инструктажа и проверки знаний работников, пропаганда знаний и передового опыта по охране труда, в том числе:

— организация кабинетов, уголков, лабораторий по охране труда, в том числе передвижных, оснащение их необходимыми техническими средствами, в том числе для обучения и проверки знаний (приборами, наглядными пособиями, демонстрационной аппаратурой, нормативными документами, справочной литературой и т.п.);

— приобретение транспортных средств для оборудования передвижных кабинетов и лабораторий по охране труда;

— разработка, издание (тиражирование) инструкций, других документов, приобретение тренажеров, макетов, нормативных правовых актов, технической и справочной литературы, пособий, плакатов по охране труда, знаков безопасности и другое;

— проведение научно-исследовательских, проектных, конструкторских работ, разработка компьютерных программ, создание кино- и видеофильмов и других материалов и средств по вопросам охраны труда;

— организация и проведение работы по пропаганде в области охраны труда (выставки, смотры-конкурсы, школы передового опыта, семинары-совещания, курсовое обучение руко-

---

водителей и специалистов, лекции, доклады и другие мероприятия).

Исходя из характера и специфики деятельности, проблем обеспечения здоровых и безопасных условий труда нанимателем предусматриваются и другие соответствующие направления планирования и разработки мероприятий по охране труда, направленные на обеспечение требований по охране труда.

В плане мероприятий по охране труда помимо наименования мероприятий указываются:

- сроки выполнения мероприятий;
- стоимость выполнения мероприятий;
- ответственные лица за выполнение мероприятий;
- ожидаемая социальная эффективность мероприятий (количество работников, условия труда которых планируется улучшить, количество работников, условия труда которых планируется привести в соответствие с требованиями санитарно-гигиенических нормативов).

Планирование мероприятий осуществляется на год. Планирование мероприятий, которые требуют значительных финансовых затрат и длительного периода времени на их выполнение, может осуществляться на срок 2–3 года.

Мероприятия, включаемые в план, разрабатываются нанимателем или уполномоченным им должностным лицом с участием комиссии по охране труда (если такая комиссия в установленном порядке создана в организации) или работниками структурных подразделений, определяемых приказом нанимателя, с участием профессионального союза, а при его отсутствии — уполномоченных лиц по охране труда работников организации.

Планирование и разработка мероприятий осуществляются на основе требований актов законодательства в сфере охраны труда, а также на основе анализа:

- причин производственного травматизма, профессиональной заболеваемости;
- результатов аттестации рабочих мест по условиям труда, паспортизации санитарно-технического состояния условий и охраны труда;
- результатов проведенной идентификации опасностей и оценок профессиональных рисков;
- обеспеченности работников и рабочих мест необходимыми средствами индивидуальной и коллективной защиты;
- обеспеченности работников смывающими и обезвреживающими средствами;

---

- результатов технических осмотров, освидетельствований, испытаний, экспертизы технического состояния зданий (помещений), оборудования и т.д.;

- требований (предписаний) контролирующих (надзорных) органов об устранении выявленных нарушений законодательства об охране труда, предписаний об устранении нарушений требований по охране труда, выданных работниками службы охраны труда (специалистами по охране труда), представлений об устранении выявленных нарушений законодательства об охране труда, коллективного договора (соглашения), выданных техническими инспекторами труда профсоюзов при осуществлении общественного контроля в форме проведения проверок за соблюдением законодательства об охране труда, рекомендаций по устранению выявленных нарушений требований по охране труда, коллективного договора (соглашения), выданных общественными инспекторами по охране труда профсоюзов, другими уполномоченными представителями профсоюзов при осуществлении общественного контроля в формах, не связанных с проведением проверок;

- предложений структурных подразделений организации.

Финансирование мероприятий осуществляется организациями за счет:

- средств, затраты по которым относят на себестоимость продукции (работ, услуг), если мероприятия носят некапитальный характер и непосредственно связаны с участием работников в производственном процессе;

- сметы расходов организаций, финансируемых из бюджета, если мероприятия носят некапитальный характер;

- средств амортизационного фонда, если мероприятия проводятся одновременно с капитальным ремонтом основных средств;

- банковского кредита, если мероприятия входят в комплекс кредитуемых банком затрат по внедрению новой техники или расширению производства;

- инвестиций в основной капитал, включая фонд накопления, если мероприятия являются капитальными.

Наниматель в рамках действующего законодательства в установленном порядке принимает соответствующие решения о финансировании мероприятий и за счет других средств (источников).

Денежные средства и материальные ресурсы, предназначенные на осуществление мероприятий, не допускается использовать на другие цели.



В тех случаях, когда выделенные на выполнение мероприятий денежные средства используются неполностью (в результате экономии), оставшиеся суммы средств направляются нанимателем на дополнительные мероприятия по охране труда, кроме организации, финансируемых из бюджета.

Каждое осуществленное мероприятие принимается и оформляется актом комиссии, назначаемой нанимателем или уполномоченным им представителем, с участием представителя профсоюза. В акте наряду с другими показателями показывается общая сумма фактических затрат на выполненное мероприятие на основании соответствующих документов. Контроль соблюдения требований к плану мероприятий по охране труда осуществляется сторонами коллективного договора, а также государственными органами надзора и контроля, вышестоящими органами профсоюзов (их объединений) в пределах их полномочий.

## Задания

*Задание 1.* Изучите требования нормативных актов по планированию и разработке мероприятий по охране труда.

*Задание 2.* Разработайте план мероприятий по охране труда предприятия (учреждения) согласно предложенной ниже таблице.

**План мероприятий по охране труда на 20\_\_ год**

№ п/п	Политика в области охраны труда	Цели в области охраны труда*	Наименование мероприятия	Исполнитель	Срок исполнения	Затраты, р.		Отметка о выполнении
						планируемые	фактические	

\* Ожидаемая экономическая и социальная эффективность.

## Контрольные вопросы

1. В соответствии с какими нормативными документами осуществляются планирование и разработка мероприятий по охране труда?
2. Что такое план мероприятий по охране труда?

## Литература

Инструкция о порядке планирования и разработки мероприятий по охране труда: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2013 г. № 111.

---

## **16. ОБУЧЕНИЕ, ИНСТРУКТАЖ И ПРОВЕРКА ЗНАНИЙ РАБОТАЮЩИХ ПО ОХРАНЕ ТРУДА**

### **Пояснения и справочный материал**

Важнейшим организационным мероприятием по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, обеспечению конституционного права граждан на здоровые и безопасные условия труда является обучение, инструктаж и проверка знаний по охране труда работающих.

Обучение и проверка знаний по вопросам охраны труда работающих проводятся в соответствии с Кодексом Республики Беларусь об образовании; Инструкцией о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда (постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 175 в редакции от 24 декабря 2013 г. № 131); постановлением Совета Министров Республики Беларусь «Об отдельных вопросах дополнительного образования взрослых» от 15 августа 2011 г. № 954; положением о комиссиях для проверки знаний по вопросам охраны труда (постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 декабря 2008 г. № 210 в редакции от 24 декабря 2013 г. № 132) и разработанными в соответствии с ними отраслевыми документами.

Перед проверкой знаний по вопросам охраны труда с работающими работодателем при необходимости организуются семинары, лекции, консультации и другие занятия. О дате и месте проведения проверки знаний по вопросам охраны труда работающие уведомляются не позднее чем за 15 дней.

Проверка знаний по вопросам охраны труда проводится в индивидуальном порядке путем устного опроса или с применением компьютерной техники в объеме требований нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов, соблюдение которых входит в должностные обязанности работающего.

Лица, не прошедшие проверку знаний по вопросам охраны труда в соответствующих комиссиях, проходят повторную проверку знаний по вопросам охраны труда в срок не более

---

1 месяца со дня ее проведения. Работающие, не прошедшие проверку знаний по вопросам охраны труда повторно, не допускаются к выполнению работ.

Проверка знаний по вопросам охраны труда лиц, не прошедших проверку в установленный срок вследствие болезни, отпуска или по другой уважительной причине, осуществляется в течение месяца со дня выхода на работу.

Ответственность за организацию своевременного и качественного обучения и проверку знаний по охране труда возлагается на нанимателя, а в подразделениях — на руководителя подразделения.

*Обучение и проверка знаний по вопросам охраны труда работающих по рабочим профессиям* проводятся при подготовке, переподготовке, повышении квалификации, на курсах целевого назначения. Учебные планы и программы при подготовке рабочих по профессиям должны предусматривать теоретическое обучение по вопросам охраны труда (далее — теоретическое обучение) и производственное обучение безопасным методам и приемам труда (далее — производственное обучение).

Теоретическое обучение осуществляется в рамках специального учебного предмета «Охрана труда» и (или) соответствующих разделов специальных дисциплин в объеме не менее 10 ч. При обучении профессиям рабочих, занятых на работах с повышенной опасностью, предмет «Охрана труда» преподается в объеме не менее 60 часов в учреждениях, обеспечивающих получение профессионально-технического образования, и не менее 20 ч — при обучении непосредственно в организации.

Продолжительность производственного обучения профессиям рабочих, занятых на работах с повышенной опасностью, устанавливается не менее 12 рабочих дней, на других работах — не менее 4 рабочих дней.

Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации рабочих завершаются итоговой аттестацией в форме квалификационных экзаменов. В экзаменационные билеты включаются вопросы по охране труда. Обучение на курсах целевого назначения заканчивается сдачей зачета.

Рабочие, имеющие перерыв в работе по профессии более 3 лет, проходят стажировку на рабочем месте (далее — стажировка) перед допуском к самостоятельной работе.

Рабочие, принятые или переведенные на работы с повышенной опасностью (имеющие перерыв в выполнении ука-

---

занных работ более 1 года), к самостоятельной работе допускаются после прохождения стажировки и проверки знаний по вопросам охраны труда.

Во время стажировки рабочие выполняют работу под руководством назначенных приказом руководителя организации мастеров, бригадиров, инструкторов и высококвалифицированных рабочих, имеющих стаж практической работы по данной профессии или виду работ не менее 3 лет. За руководителем стажировки может быть закреплено не более двух рабочих. Руководители стажировки и рабочие, проходящие стажировку, должны быть ознакомлены с приказом о прохождении стажировки.

Руководитель организации с учетом требований соответствующих нормативных правовых актов утверждает перечень профессий рабочих, которые должны проходить стажировку, и устанавливает ее продолжительность (не менее 2 рабочих дней) в зависимости от квалификации рабочих и видов выполняемых ими работ. При подготовке, переподготовке, повышении квалификации рабочих на производстве стажировка не проводится.

Рабочие, занятые на работах с повышенной опасностью, а также на объектах, поднадзорных специально уполномоченным государственным органам надзора и контроля, проходят периодическую проверку знаний по вопросам охраны труда в сроки, установленные соответствующими нормативными правовыми актами, но не реже 1 раза в год.

Перечень профессий рабочих, которые должны проходить проверку знаний по вопросам охраны труда, утверждается руководителем организации на основании требований соответствующих нормативных правовых актов и с учетом типового перечня работ с повышенной опасностью (прил. 1).

Проверку знаний рабочих по вопросам охраны труда проводит комиссия организации или комиссия структурного подразделения. Запись о прохождении проверки знаний по вопросам охраны труда вносится в удостоверение по охране труда и личную карточку прохождения обучения по вопросам охраны труда (прил. 2 и 3).

*Внеочередная проверка знаний по вопросам охраны труда рабочих* проводится по требованию представителей специально уполномоченных государственных органов надзора и контроля, руководителя организации (структурного подразделения) или должностного лица организации, ответственного за организацию охраны труда, при нарушении рабочими требований

---

по охране труда, которые могут привести или привели к аварии, несчастному случаю на производстве и другим тяжелым последствиям.

Допуск рабочих к самостоятельной работе осуществляется руководителем организации (структурного подразделения) и оформляется приказом, распоряжением либо записью в журнале регистрации инструктажа по охране труда.

*Обучение и повышение уровня знаний руководителей и специалистов по вопросам охраны труда* осуществляются по учебным планам и программам, составленным на основании типового перечня вопросов для обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда руководителей и специалистов.

Руководители и специалисты, принятые на работу в организацию, проходят вводный инструктаж.

Принятые на работу (переведенные на другую должность) руководители и специалисты допускаются к самостоятельной работе после ознакомления их уполномоченным должностным лицом организации с должностными обязанностями, в том числе по охране труда, нормативными правовыми актами, техническими нормативными правовыми актами, локальными нормативными правовыми актами по охране труда, соблюдение требований которых входит в их должностные обязанности, условиями и состоянием охраны труда в структурных подразделениях организации.

При необходимости специалисты, принятые или переведенные на работы, связанные с ведением технологических процессов, эксплуатацией, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, коммуникаций, зданий и сооружений, а также занятые на подземных работах, перед допуском к самостоятельной работе проходят стажировку по занимаемой должности.

Руководитель организации утверждает перечень должностей руководителей и специалистов, которые должны проходить проверку знаний по вопросам охраны труда.

Не позднее 1 месяца со дня назначения на должность и периодически в соответствии с требованиями нормативных правовых актов, но не реже 1 раза в 3 года, руководители и специалисты проходят проверку знаний по вопросам охраны труда в соответствующих комиссиях для проверки знаний по вопросам охраны труда.

Проверка знаний по вопросам охраны труда руководителей и специалистов проводится с учетом их должностных обязан-

---

ностей и характера производственной деятельности, а также требований нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов и локальных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда, соблюдение которых входит в их должностные обязанности.

Руководителям и специалистам, прошедшим проверку знаний по вопросам охраны труда, выдается удостоверение по охране труда.

*Внеочередная проверка знаний руководителей и специалистов по вопросам охраны труда* проводится:

- при переводе руководителя или специалиста на другое место работы или назначении его на должность, где требуются дополнительные знания по охране труда;
- при принятии актов законодательства, содержащих требования по охране труда, соблюдение которых входит в их должностные обязанности. При этом осуществляется проверка знаний только данных актов законодательства;
- по требованию специально уполномоченных государственных органов надзора и контроля;
- по решению руководителя организации или другого должностного лица, ответственного за организацию охраны труда, при выявлении нарушений требований по охране труда или незнании норм нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов по охране труда, которые могут привести или привели к аварии, несчастному случаю на производстве и другим тяжелым последствиям;
- при перерыве в работе в данной должности более 1 года.

***Инструктаж по охране труда.*** По характеру и времени проведения инструктаж по охране труда подразделяют на вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой.

*Вводный инструктаж по охране труда* проводится со всеми работающими при приеме их на постоянную или временную работу в организацию; участии в производственном процессе, привлечении к работам в организации или на ее территории, выполнении работ по заданию организации (по заключенному с организацией договору).

Вводный инструктаж проводится также с работниками других организаций, в том числе командированными, при участии их в производственном процессе или выполнении работ на территории организации. Программа инструктажа ут-

---

верждается руководителем организации, она разрабатывается с учетом специфики деятельности организации на основании типового перечня вопросов программы вводного инструктажа по охране труда (прил. 4). Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда или специалист организации, на которого возложены эти обязанности.

При наличии в организации пожарной, газоспасательной и медицинской служб вводный инструктаж по соответствующим разделам программы вводного инструктажа может быть дополнен инструктажем, проводимым работниками указанных служб. Регистрация вводного инструктажа осуществляется в журнале регистрации вводного инструктажа по охране труда (прил. 5).

При территориальной удаленности структурного подразделения руководителем организации могут возлагаться обязанности по проведению вводного инструктажа на руководителя данного структурного подразделения. Регистрация вводного инструктажа в этом случае осуществляется в журнале регистрации вводного инструктажа по месту его проведения.

*Первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте* до начала работы проводят с работающими принятыми на работу; переведенными из одного подразделения в другое или с одного объекта на другой; участвующими в производственном процессе, привлеченными к работам в организации или выполняющими работы по заданию организации (по заключенному с организацией договору).

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится также с работниками других организаций, в том числе командированными, при участии их в производственном процессе или выполнении работ на территории организации. С работниками других организаций, выполняющими работы на территории организации, данный инструктаж проводит руководитель работ при участии руководителя или специалиста организации, на территории которой проводятся работы.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов труда. Его можно проводить и с группой лиц, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места. Первичный инструктаж на рабочем месте проводится по утвержденной руководителем организации программе, составленной с учетом особенностей производства (выполняемых работ) и требований нормативных правовых

---

актов по охране труда, или по инструкциям по охране труда для профессий и видов работ.

В журнале регистрации инструктажа по охране труда или личной карточке прохождения обучения указываются наименования программ первичного инструктажа на рабочем месте или номера инструкций по охране труда, по которым проведен инструктаж по охране труда.

*Повторный инструктаж по охране труда* проводится со всеми работающими не реже 1 раза в 6 месяцев по программе первичного инструктажа на рабочем месте или по инструкциям по охране труда для профессий и видов работ. Первичный инструктаж на рабочем месте и повторный инструктаж могут не проводиться с лицами, которые не заняты на работах по монтажу, эксплуатации, наладке, обслуживанию и ремонту оборудования, использованию инструмента, хранению и применению сырья и материалов (за исключением работ с повышенной опасностью).

Перечень профессий и должностей работников, освобождаемых от первичного на рабочем месте и повторного инструктажей, составляется службой охраны труда с участием профсоюза и утверждается руководителем.

*Внеплановый инструктаж по охране труда* проводится:

- при принятии новых нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов и локальных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда, или внесении изменений и дополнений к ним;
- при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приборов и инструмента, сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- при нарушении работающими нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда, которое привело или могло привести к аварии, несчастному случаю на производстве и другим тяжелым последствиям;
- при перерывах в работе по профессии (в должности) более 6 месяцев;
- при поступлении информации об авариях и несчастных случаях, происшедших в однопрофильных организациях.



---

Внеплановый инструктаж проводится также по требованию представителей специально уполномоченных государственных органов надзора и контроля, вышестоящих государственных органов или государственных организаций, должностного лица организации, на которого возложены обязанности по организации охраны труда, при нарушении нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов по охране труда.

Внеплановый инструктаж проводится индивидуально или с группой лиц, работающих по одной профессии (должности), выполняющих один вид работ. Объем и содержание инструктажа определяются в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

*Целевой инструктаж по охране труда* проводят при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, разгрузка, уборка территории и др.); ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф; производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск; проведении экскурсий в организации. Первичный, повторный, внеплановый и целевой инструктаж проводит непосредственный руководитель работ (начальник производства, цеха, участка, мастер, инструктор и другие должностные лица).

Инструктаж по охране труда завершается проверкой знаний устным опросом или с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных методов и приемов работы лицом, проводившим инструктаж.

Проведение первичного, повторного, внепланового, целевого инструктажа и стажировки подтверждается подписями лиц, проводивших и прошедших инструктаж, стажировку, в журнале регистрации инструктажа по охране труда (прил. 6) или в личной карточке прохождения обучения. Допускается регистрация целевого инструктажа в отдельном журнале.

В случае проведения целевого инструктажа с лицами, выполняющими работы по наряду-допуску, отметка о его проведении производится в наряде-допуске. При регистрации внепланового инструктажа в журнале регистрации инструктажа по охране труда указывается причина его проведения.

---

Журналы регистрации вводного инструктажа по охране труда, регистрации инструктажа по охране труда, регистрации целевого инструктажа по охране труда должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью. Журнал регистрации вводного инструктажа заверяется подписью руководителя организации или уполномоченного им лица. Журналы регистрации инструктажа по охране труда, регистрации целевого инструктажа по охране труда заверяются подписью руководителя организации или структурного подразделения организации.

Срок хранения названных журналов — 10 лет с даты внесения последней записи.

## Задания

*Задание 1.* Ознакомьтесь с требованиями нормативных документов и данными общими положениями.

*Задание 2.* Проведите инструктаж в соответствии с инструкцией по охране труда.

*Задание 3.* Зарегистрируйте инструктаж в журнале регистрации инструктажей по охране труда с учетом времени и причин его проведения.

## Контрольные вопросы

1. Какие нормативные документы определяют организацию обучения, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда?

2. Кто несет ответственность за организацию обучения, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда на предприятии (в организации)?

3. Каков порядок повторной аттестации работающих, не прошедших проверку знаний по вопросам охраны труда?

4. Как часто должны проходить проверку знаний по вопросам охраны труда руководители и специалисты?

5. В каких случаях проводится внеочередная проверка знаний руководителей и специалистов по охране труда?

6. Какие существуют виды инструктажа по охране труда?

7. Каков порядок проведения и регистрации вводного (первичного, повторного, внепланового, целевого) инструктажа?



## Литература

Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / З.С. Ковалевич, О.В. Хренов, В.Н. Босак, А.В. Домненкова. Минск, 2015.

Инструкция о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 28 ноября 2008 г. № 175 (в редакции от 24 декабря 2013 г. № 131).

*Ковалевич, З.С.* Безопасность жизнедеятельности человека: учебное пособие / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. Минск, 2015.

Охрана труда в АПК: практикум / В.Г. Андруш [и др.]. Минск, 2013.

Охрана труда: лабораторный практикум / А.К. Гармаза [и др.]. Минск, 2012.



---

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### *Приложение 1*

#### **Типовой перечень работ с повышенной опасностью**

1. Работа в действующих электроустановках и на воздушных линиях связи, пересекающих линии электропередачи и контактные провода или расположенных с ними на одних опорах.
2. Строительные, строительно-монтажные и ремонтно-строительные работы.
3. Работы в охранных зонах воздушных линий электропередачи, газопроводов и других подземных коммуникаций, а также складов легковоспламеняющихся или горючих жидкостей, горючих или сжиженных газов.
4. Работы в зданиях или сооружениях, находящихся в аварийном состоянии.
5. Работы в пределах зон с постоянно действующими опасными производственными факторами.
6. Разборка зданий и сооружений.
7. Работы с подвесных люлек и люлек подъемников.
8. Земляные работы на участках с патогенным заражением почвы.
9. Работы в зонах действия токов высокой частоты, электростатического и электромагнитных полей, с применением лазеров.
10. Огневые работы (электросварочные, газосварочные, газорезочные, паяльные и другие работы, связанные с открытым огнем), а также техническое обслуживание, испытание и ремонт используемого при проведении указанных работ оборудования.
11. Термическая обработка металлов.
12. Работы, связанные с прокладкой и монтажом кабелей в траншеях и подземных коммуникациях.
13. Работы с применением ручных пневматических и электрических машин и инструмента (кроме пневматического инструмента, используемого при механосборочных работах на конвейерах сборки).
14. Работы с опасными веществами (воспламеняющимися, окисляющимися, горючими, взрывчатыми, токсичными, высокотоксичными).
15. Эксплуатация, испытания и ремонт агрегатов и котлов, работающих на газе, твердом и жидком топливе, другого теплоэнергетического оборудования, а также трубопроводов пара и горячей воды.
16. Эксплуатация, испытания и ремонт сосудов, работающих под давлением.
17. Работы по испытанию, наладке, эксплуатации и ремонту пассажирских и грузовых лифтов и эскалаторов.
18. Эксплуатация, ремонт и техническое обслуживание грузоподъемных кранов, подъемников и других грузоподъемных машин и механизмов.

---

19. Работы, выполняемые с использованием грузоподъемного оборудования, и погрузочно-разгрузочные работы с применением средств механизации.

20. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт компрессорных и холодильных установок, а также насосно-компрессорных установок, перекачивающих сжиженные углеводородные газы.

21. Монтаж, эксплуатация и ремонт систем газоснабжения и магистральных трубопроводов, газопроводов, технологических трубопроводов газонаполнительных станций, газораспределительных пунктов, монтаж и сварка подземных, наружных и внутренних газопроводов, подключение к действующему газопроводу вновь смонтированных газопроводов, монтаж и эксплуатация средств электрохимической защиты подземных газопроводов, техническое обслуживание газового хозяйства и другие газоопасные работы.

22. Работы по добыче, транспортированию и переработке нефти, газа и конденсата.

23. Работы в охранных зонах действующих газопроводов.

24. Производство, хранение, использование, погрузка, транспортирование и выгрузка взрыво- и пожароопасных и токсичных химических веществ.

25. Работы с радиоактивными веществами и оборудованием, содержащим радиоактивные вещества.

26. Измерительные работы в радиационной зоне.

27. Работы с ядовитыми, канцерогенными, токсичными и другими вредными веществами, а также по дезактивации, дезинсекции, дератизации и дезинфекции помещений.

28. Эксплуатация циклотронов, бетатронов, установок ионного легирования, рентгеновских аппаратов медицинского и промышленного применения, а также приборов и устройств, излучающих электромагнитное и другое излучение.

29. Работы с инертными газами, кислотами, щелочами, ртутью, хлором, свинцом, их соединениями, редкоземельными металлами.

30. Производство и применение биопрепаратов.

31. Производство стекла и стеклоизделий.

32. Производство и применение химических волокон, стекловолокон и изделий из них, асбеста, мастик на битумной основе, стекловаты, шлаковаты, перхлорвиниловых, бакелитовых и тому подобных материалов.

33. Производство изделий из пластических масс и резины.

34. Работы, выполняемые с применением токсичных, взрыво- и пожароопасных материалов при подготовке поверхностей к окрашиванию, сушке и обработке окрашенных поверхностей.

35. Работы антикоррозийные.

36. Эксплуатация, ремонт и техническое обслуживание транспортных средств, самоходных сельскохозяйственных машин и гусеничных тракторов.

- 
37. Кузнечно-прессовые работы.
  38. Обработка металлов резанием с использованием металлообрабатывающего оборудования.
  39. Работы с абразивным и эльборовым инструментом.
  40. Работы, связанные с получением проката, а также отливок из металлов и их сплавов.
  41. Работы с применением пиротехнического инструмента и оборудования.
  42. Работы по тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.
  43. Работы по нанесению покрытий на детали и изделия.
  44. Лесозаготовительные работы.
  45. Деревообрабатывающее производство.
  46. Производство, хранение, транспортирование и применение пестицидов, агрохимикатов и гербицидов.
  47. Кровельные и другие работы на крыше здания.
  48. Работы водолазные.
  49. Гашение извести.
  50. Работы с пескоструйными и дробеструйными аппаратами и установками.
  51. Работы по нанесению бетона, изоляционных и обмуровочных материалов методом набрызгивания и напыления.
  52. Подземные и открытые горные работы (в шахтах, в рудниках, при строительстве тоннелей и станций метрополитенов, коллекторов и подземных сооружений специального назначения, при разработке полезных ископаемых).
  53. Работы по строительству подземных сооружений специальными способами (цементация и химическое закрепление грунтов и фундаментов, забивка свай, искусственное замораживание грунтов и водопонижение, продавливание тоннельных конструкций под дамбами, сооружениями, магистралями и водоемами и др.).
  54. Геолого-маркшейдерские работы.
  55. Сейсморазведка и электроразведка.
  56. Размывание пород с использованием гидромониторов и других средств механизации.
  57. Работа в замкнутых пространствах (колодцах, шурфах, котлованах, бункерах, камерах, резервуарах и подземных коммуникациях), а также под водой и в траншеях на глубине более двух метров.
  58. Работы на высоте.
  59. Обслуживание распашных ворот и ворот с механическим приводом.
  60. Работы по изготовлению и применению пиротехнических изделий.
  61. Работы огневых расчетов с противорадовыми, порошковыми зарядами и пусковыми установками метеоракет.
  62. Обслуживание отдельных видов животных (быков, собак, кабанов, жеребцов и др.), работа с дикими зверями.

---

63. Работы в службах движения, пути, подвижного состава, тоннельных сооружений, сигнализации и связи метрополитенов.

64. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава и сооружений железнодорожного транспорта, городского электрического транспорта.

65. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт центрифуг, транспортеров, аспирационных и пневмотранспортных систем.

66. Работы, выполняемые на воде и над водой, на морских и речных судах, на переправах (ледовых, паромных, лодочных).

67. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт летательных аппаратов.

68. Работа цирковых артистов и каскадеров.

69. Работа в инфекционных, туберкулезных и психоневрологических организациях здравоохранения, а также при контакте с микроорганизмами, возбудителями инфекционных болезней и СПИДа.

70. Работы по отлову собак, других животных.

71. Аварийно-спасательные работы, тушение пожаров, ликвидация последствий паводков и других чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

72. Работы по эксплуатации, обслуживанию и ремонту водопроводно-канализационных сооружений и сетей.

73. Работы по эксплуатации и ремонту оборудования и машин для стирки и сушки белья инфекционных больных, специальной одежды, загрязненной радиоактивными веществами, пунктов захоронения радиоактивных отходов.

74. Охрана объектов любых форм собственности.

75. Земляные работы, выполняемые в зоне размещения подземных коммуникаций.

76. Работы по приемке, хранению и отгрузке нефтепродуктов.

77. Сельскохозяйственные, лесохимические, лесохозяйственные, строительные работы, выполняемые на территориях, загрязненных цезием-134 и цезием-137 свыше  $5 \text{ Ки/км}^2$ .

78. Работы в зоне опасного (свыше установленных предельно допустимых уровней) действия ультразвукового, инфразвукового, электромагнитного и других полей.

79. Буровые и геологоразведочные работы.

80. Эксплуатация, обслуживание и ремонт дорожных, строительных, землеройных машин и механизмов.

81. Работы, выполняемые в полярных районах Земли.

82. Выполнение работ с использованием методов промышленного альпинизма.

# Форма удостоверения по охране труда

Лицевая сторона

(наименование организации)

## УДОСТОВЕРЕНИЕ по охране труда

Левая сторона

УДОСТОВЕРЕНИЕ № \_\_\_\_\_

выдано \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

Профессия (должность) \_\_\_\_\_

Место работы \_\_\_\_\_

В том, что у него (нее) проведена проверка знаний по вопросам охраны труда в объеме, соответствующем профессиональным (должностным) обязанностям \_\_\_\_\_  
(видам работ)

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Председатель комиссии \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ (инициалы, фамилия)

М.П.

Представитель специально  
уполномоченного государственного  
органа надзора и контроля  
(подписывает при участии  
в работ комиссии) \_\_\_\_\_  
(подпись, должность) \_\_\_\_\_ (инициалы, фамилия)

Последующие страницы удостоверения

### Сведения о последующих проверках знаний

Дата	Причина проверки знаний по вопросам охраны труда	Отметка о проверке знаний по вопросам охраны труда (прошел, прошла)	Дата следующей проверки знаний по вопросам охраны труда	Подпись председателя комиссии для проверки знаний по вопросам охраны труда	Протокол № _____ по проверке знаний по вопросам охраны труда, дата
1	2	3	4	5	6

*Примечание.* В удостоверении могут быть дополнительные вкладыши об обязательных медицинских осмотрах, о праве выполнения специальных работ и других сведениях.



Форма личной карточки прохождения обучения по вопросам охраны труда

(наименование организации)

ЛИЧНАЯ КАРТОЧКА  
прохождения обучения по вопросам охраны труда

1. Фамилия, имя, отчество \_\_\_\_\_  
2. Год рождения \_\_\_\_\_  
3. Профессия, специальность \_\_\_\_\_  
4. Структурное подразделение \_\_\_\_\_  
5. Табельный № \_\_\_\_\_  
6. Дата поступления в структурное подразделение \_\_\_\_\_  
7. Вводный инструктаж по охране труда провел \_\_\_\_\_

(фамилия, инициалы, должность, подпись, дата)

(подпись рабочего, прошедшего инструктаж по охране труда, дата)

8. Отметка о прохождении инструктажа

Дата проведения инструктажа по охране труда	Цех (участок, отдел, лаборатория)	Профессия лица, прошедшего инструктаж по охране труда	Вид инструктажа по охране труда	Причина проведения внепланового инструктажа по охране труда	Фамилия, инициалы должностного лица, проводившего инструктаж по охране труда	Подпись		Стажировка на рабочем месте		Знания проверил, допуск к работе произвел (подпись, дата)
						должностного лица, проводившего инструктаж по охране труда	лица, прошедшего инструктаж по охране труда	Количество рабочих дней (с _____ по _____)	стажировку прошел (подпись)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

*Окончание прил. 3*

9. Сведения о прохождении обучения по вопросам охраны труда:

Прошел обучение по профессии или виду работ	Количество часов	Протокол №___ проверки знаний по вопросам охраны труда, дата	Председатель комиссии (подпись)
1	2	3	4

10. Сведения о последующих проверках знаний

Дата	Инструкции по охране труда или нормативные правовые акты, технические нормативные правовые акты, содержащие требования по охране труда, в объеме которых производилась проверка знаний	Протокол №___ проверки знаний по вопросам охраны труда	Подпись	
			лица, прошедшего проверку знаний по вопросам охраны труда	председателя комиссии для проверки знаний по вопросам охраны труда
1	2	3	4	5

*Приложение 4*

**Типовой перечень вопросов программы вводного инструктажа по охране труда**

1. Сведения об организации, о характере и степени опасности факторов производственной среды и трудового процесса, наличии потенциально опасных видов деятельности, производств и объектов.

2. Правила поведения работающих на территории организации, в производственных зданиях (помещениях).

3. Основные положения Трудового кодекса Республики Беларусь, Закона Республики Беларусь от 23 июня 2008 г. «Об

---

охране труда», других нормативных правовых актов по охране труда:

3.1. трудовой договор, рабочее время и время отдыха. Охрана труда женщин и лиц моложе 18 лет. Коллективный договор (соглашение). Компенсации по условиям труда;

3.2. правила внутреннего трудового распорядка организации, ответственность за нарушение этих правил;

3.3. организация работы по управлению охраной труда, проведению контроля за соблюдением законодательства об охране труда в организации:

- обязанности работодателя по обеспечению охраны труда;
- обязанности работающего по охране труда;
- право работающего на охрану труда;
- ответственность работающего за нарушение требований

охраны труда;

— предварительные при поступлении на работу, периодические и внеочередные медицинские осмотры;

— возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью работника, связанного с исполнением им трудовых обязанностей;

— обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

4. Основные вредные и (или) опасные производственные факторы, характерные для конкретного производства, особенности их воздействия на работающих.

5. Обеспечение средствами индивидуальной защиты.

6. Обеспечение смывающими и обезвреживающими средствами.

7. Обстоятельства и причины несчастных случаев, аварий, инцидентов, пожаров, происшедших в организации и других организациях, осуществляющих однородный вид деятельности.

8. Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

9. Действия работников при несчастном случае на производстве. Оказание первой помощи потерпевшим при несчастных случаях.

10. Гигиена труда. Требования личной гигиены.

11. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций. Способы защиты и действия в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность. Обеспечение пожарной безопасности и противопожарного режима в организации.

Форма журнала регистрации вводного инструктажа  
по охране труда

Обложка



(наименование организации)

**ЖУРНАЛ**  
регистрации вводного инструктажа по охране труда

Начат \_\_\_\_\_  
Окончен \_\_\_\_\_



Последующие страницы

№ п/п	Дата проведения вводного инструктажа по охране труда	Фамилия, имя, отчество лица, прошедшего вводный инструктаж по охране труда	Профессия (должность) лица, прошедшего вводный инструктаж по охране труда	Наименование места работы (структурного подразделения)	Фамилия, имя, отчество лица, проводившего вводный инструктаж по охране труда	Должность лица, проводившего вводный инструктаж по охране труда	Подпись	
							должностного лица, проводившего вводный инструктаж по охране труда	лица, прошедшего вводный инструктаж по охране труда
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Форма журнала регистрации инструктажа по охране труда

Обложка

(наименование организации)

ЖУРНАЛ

регистрации инструктажа по охране труда

(наименование структурного подразделения организации: цех, участок, отдел, лаборатория)

Начат \_\_\_\_\_  
Окончен \_\_\_\_\_

Последующие страницы

№ п/п	Дата прове- дения ин- струк- тажа по охране труда	Фамилия, инициалы лица, про- шедшего инструктаж по охране труда	Профессия (должность лица, про- шедшего инструктаж по охране труда)	Вид ин- струк- тажа по охране труда	Причина проведения внепланово- го ин- структажа по охране труда	Назва- ние доку- ментов или их номера	Фамилия, инициалы должностно- го лица, про- водившего инструктаж по охране труда	Подпись		Стажировка на ра- бочем месте		Знания проверил, допуск к работе произвел (подпись, дата)
								должност- ного ли- ца, прово- дившего инструк- таж по ок- ране труда	лица, про- шедше- го ин- структажа по охране труда	количе- ство ра- бочих дней (с ____ по ____)	стажи- ровку прошел (под- пись)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
<b>1. Оценка химической обстановки при чрезвычайных ситуациях .....</b>	<b>4</b>
Основные понятия .....	4
Пояснения и справочный материал .....	6
Задания .....	14
<b>2. Оценка радиационной обстановки при чрезвычайных ситуациях ...</b>	<b>16</b>
Основные понятия .....	16
Пояснения и справочный материал .....	16
Задания .....	26
<b>3. Оценка инженерной защиты персонала объектов экономики в чрезвычайных ситуациях .....</b>	<b>28</b>
Основные понятия .....	28
Пояснения и справочный материал .....	28
Задание .....	35
<b>4. Обеспечение пожарной безопасности производственных объектов ...</b>	<b>38</b>
Основные понятия .....	38
Пояснения и справочный материал .....	39
Задания .....	43
<b>5. Организация рационального питания в условиях радиационного фактора .....</b>	<b>46</b>
Основные понятия .....	46
Пояснения и справочный материал .....	48
Задания .....	63
<b>6. Особенности проведения йодной профилактики .....</b>	<b>66</b>
Пояснения и справочный материал .....	66
Задания .....	76
<b>7. Экономическая оценка природных ресурсов .....</b>	<b>80</b>
Пояснения и справочный материал .....	80
Задания .....	82
<b>8. Определение показателей, характеризующих загрязнение окружающей среды .....</b>	<b>86</b>
Основные понятия .....	86