

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

ПРАКТИКУМ

*Рекомендовано
учебно-методическим объединением по образованию
в области природопользования и лесного хозяйства
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования
по специальностям и специализациям
лесного, технологического, механического,
химического, полиграфического и экономического профилей*

Минск 2023

УДК 614.8.084(076.5)(075.8)

ББК 68.69я73

Б40

Авторы:

А. В. Домненкова, Л. А. Веремейчик, Н. О. Азовская, М. В. Балакир

Рецензенты:

кафедра безопасности жизнедеятельности УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
(доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой *В. Н. Босак*);
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Управление охраной труда» УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» *Л. В. Мисун*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Безопасность жизнедеятельности человека. Практикум :

Б40 учеб.-метод. пособие для студентов специальностей и специализаций лесного, технологического, механического, химического, полиграфического и экономического профилей / А. В. Домненкова [и др.]. – Минск : БГТУ, 2023. – 252 с.
ISBN 978-985-897-091-8.

В учебно-методическое пособие включены практические работы по защите населения и объектов от чрезвычайных ситуаций, радиационной безопасности, основам экологии и энергосбережения, охране труда в соответствии с требованиями учебных программ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека».

УДК 614.8.084(076.5)(075.8)

ББК 68.69я73

ISBN 978-985-897-091-8

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2023
© Домненкова А. В., Веремейчик Л. А., Азовская Н. О., Балакир М. В., 2023

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебно-методическое пособие «Безопасность жизнедеятельности человека. Практикум» полностью соответствует требованиям общеобразовательных стандартов и учебных программ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека» для студентов специальностей и специализаций лесного, технологического, механического, химического, полиграфического и экономического профилей, а также действующим в настоящее время законодательным и нормативным правовым актам по безопасности жизнедеятельности.

Издание направлено на формирование у студентов профессиональных знаний по вопросам безопасности жизни и профессиональной деятельности в условиях современной природной, техногенной, экологической и социальной обстановки.

Пособие включает девятнадцать практических работ, которые содержат темы по защите населения и объектов от чрезвычайных ситуаций, радиационной безопасности, основам экологии и энергосбережения, охране труда. Целью пособия является освоение студентами умений и практических навыков, которые будут использованы в профессиональной деятельности и жизненных ситуациях. Наряду с формированием умений и навыков практикум позволит обобщить, систематизировать и углубить теоретические знания, развить интеллектуальные умения, освоить навыки самообразования.

Авторы выражают признательность рецензентам: доктору сельскохозяйственных наук, профессору Босаку В. Н. и доктору технических наук, профессору Мисуну Л. В. за ценные замечания, рекомендации и подробное рассмотрение авторского оригинала учебно-методического пособия.

1. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Цель работы: ознакомиться с методикой расчета оценки радиационной обстановки при чрезвычайных ситуациях.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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 при воздействии нейтронов).

Оценка радиационной обстановки включает:

- 1) определение масштабов радиоактивного загрязнения;
- 2) анализ влияния радиоактивного загрязнения на деятельность объектов и населения;
- 3) 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.

1.1. Оценка радиационной обстановки после ядерного взрыва

Приведение мощности экспозиционной дозы (МЭД) к одному времени после взрыва. Возможно два типа задач:

- время взрыва известно (табл. 1.1);
- время взрыва неизвестно (табл. 1.2).

Пример 1. Время взрыва известно. На территории объекта в 12:00 мощность экспозиционной дозы (МЭД) составила 10 Р/ч. Определить МЭД на 1 ч после взрыва, если взрыв произошел в 8:00.

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

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

В табл. 1.1 представлены коэффициенты перевода МЭД на различное время после взрыва.

2. По табл. 1.1 на момент измерения 4 ч (вертикаль) для времени 1 ч после взрыва (горизонталь) определяем коэффициент $K_1 = 5,3$.

МЭД на время t после взрыва рассчитываем 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, Р/ч; K_t – коэффициент перевода МЭД на время t после взрыва (табл. 1.1).

Таблица 1.1

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	
МИН	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	0,80	0,35	0,15	0,094	0,067	0,055	0,042	0,030	0,018	0,0078
	30	1,00	0,44	0,19	0,12	0,082	0,067	0,052	0,037	0,022	0,0096
	40	1,40	0,61	0,27	0,17	0,12	0,098	0,075	0,053	0,031	0,014
	50	1,80	0,80	0,35	0,21	0,15	0,123	0,095	0,068	0,041	0,018

Окончание табл. 1.1

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	
ч	1,0	2,30	1,00	0,44	0,27	0,19	0,155	0,120	0,086	0,051	0,022
	1,5	3,70	1,60	0,71	0,44	0,31	0,257	0,200	0,143	0,082	0,036
	2,0	5,30	2,30	1,00	0,61	0,40	0,360	0,280	0,200	0,120	0,051
	2,5	6,90	3,00	1,30	0,80	0,57	0,470	0,365	0,260	0,150	0,066
	3,0	8,60	3,70	1,60	1,00	0,71	0,580	0,450	0,320	0,190	0,082
	3,5	10,00	4,50	2,00	1,20	0,85	0,698	0,542	0,386	0,230	0,100
	4,0	12,00	5,30	2,30	1,40	1,00	0,817	0,635	0,452	0,270	0,120
	4,5	14,00	6,10	2,65	1,60	1,15	0,940	0,730	0,519	0,310	0,135
	5,0	16,00	6,90	3,00	1,80	1,30	1,062	0,825	0,587	0,350	0,150
	5,5	18,00	7,75	3,35	2,05	1,45	1,186	0,922	0,658	0,395	0,170
	6,0	20,00	8,60	3,70	2,30	1,60	1,310	1,020	0,730	0,440	0,190
	6,5	22,00	9,45	4,10	2,525	1,77	1,448	1,126	0,804	0,482	0,210
	7,0	24,00	10,30	4,50	2,75	1,95	1,594	1,237	0,881	0,525	0,230
	7,5	26,00	11,15	4,90	2,975	2,125	1,735	1,346	0,956	0,567	0,250
	8,0	28,00	12,00	5,30	3,20	2,300	1,877	1,455	1,032	0,610	0,270
	8,5	30,00	13,00	5,70	3,45	2,475	2,020	1,566	1,110	0,657	0,290
	9,0	32,00	14,00	6,10	3,70	2,650	1,163	1,677	1,191	0,705	0,310
	9,5	34,00	15,00	6,50	3,95	2,825	2,306	1,790	1,270	0,752	0,330
10,0	36,00	16,00	6,90	4,20	3,00	2,450	1,900	1,350	0,800	0,350	
11,0	40,50	18,00	7,75	4,75	3,35	2,737	2,125	1,510	0,900	0,395	
12,0	45,00	20,00	8,60	5,30	3,70	3,025	2,350	1,675	1,000	0,440	
14,0	54,67	24,00	10,40	6,40	4,50	3,675	2,850	2,025	1,200	0,530	
16,0	64,30	28,00	12,20	7,50	5,30	4,325	3,350	2,375	1,400	0,620	
18,0	74,00	32,00	14,00	8,60	6,10	4,975	3,850	2,725	1,600	0,710	
сут	1	104,0	45,00	20,00	12,00	8,60	7,025	5,450	3,875	2,300	1,000
	2	240,0	104,0	45,00	28,00	20,00	16,32	12,65	8,975	5,300	2,300
	3	390,0	170,0	74,00	45,00	32,00	26,15	20,30	14,45	8,600	3,700
	4	550,0	240,0	104,0	64,00	45,00	36,75	28,50	20,25	12,000	5,300

3. Вычисляем МЭД на 1 ч после взрыва:

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

Ответ. МЭД на 1 ч после взрыва составила 53 Р/ч.

Пример 2. Время взрыва неизвестно. На территории объекта в 10:30 утра МЭД \dot{X}_1 составила 30 Р/ч, а в 11:00 в той же точке МЭД

$\dot{X}_2 - 24$ Р/ч. Определить время ядерного взрыва и МЭД на 1 ч после взрыва.

Решение. Если время, прошедшее с момента взрыва, неизвестно, его устанавливают по скорости спада МЭД. Для этого в одной точке местности делают два замера МЭД с интервалом времени между измерениями 10, 20, 30 мин или любым другим. По найденному отношению МЭД при втором и первом измерениях \dot{X}_2 / \dot{X}_1 и промежутку времени между измерениями с помощью табл. 1.2 определяют время с момента взрыва до времени второго измерения мощности экспозиционной дозы.

1. Находим интервал времени между измерениями:

$$\Delta t = 11:00 - 10:30 = 30 \text{ мин.}$$

2. Определяем отношение МЭД при втором и первом измерениях:

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

3. В табл. 1.2 по отношению МЭД, равному 0,8, и интервалу времени между двумя измерениями, равному 30 мин, устанавливаем, что от момента взрыва до второго измерения прошло $\Delta t = 3$ ч. Следовательно ($11:00 - 3:00 = 8:00$), взрыв произошел в 8:00.

4. Определяем МЭД на 1 ч после взрыва:

$$\begin{aligned} \dot{X}_1 &= \dot{X}_{2,5(10:30)} \cdot K_1 = 30 \cdot 3 = 90 \text{ Р/ч,} \\ \dot{X}_1 &= \dot{X}_{3(11:00)} \cdot K_1 = 24 \cdot 3,7 = 89 \text{ Р/ч.} \end{aligned}$$

Ответ. Взрыв произошел в 8:00. МЭД на 1 ч после взрыва составила 89–90 Р/ч.

Определение возможных доз облучения при нахождении (действиях) на загрязненной местности. Цель – исключить переоблучение людей при их пребывании (действиях) на зараженной 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 $K_{\text{осл}}$) (табл. 1.3).

Таблица 1.2

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									
	мин									
	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 1.3

**Коэффициент ослабления γ -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, крытые вагоны	2
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:	
– А-I класса	5000
– А-II класса	3000
– А-III класса	2000
– А-IV класса	1000
Противорадиационные укрытия:	
– П-I группы	1000
– П-II группы	500
– П-III группы	200
– П-IV группы	100

Фактическая доза облучения на открытой местности (X_{ϕ} , Р) находится по формуле

$$X_{\phi} = \frac{X_{\tau} \cdot \dot{X}_{\phi}}{100}, \quad (1.1)$$

где X_{τ} – доза облучения, получаемая на открытой местности при МЭД, равной 100 Р/ч, на 1 ч после взрыва, Р (табл. 1.4); \dot{X}_{ϕ} – фактическая МЭД на 1 ч после взрыва, Р/ч.

Таблица 1.4

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

Время начала облучения с момента взрыва, ч	Продолжительность нахождения, ч																			
	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 $\dot{X}_\phi / 100$, где \dot{X}_ϕ – фактическая МЭД на 1 ч после взрыва.

$\frac{X_y \cdot K_{осл}}{\dot{X}_{вх}}$	Время, прошедшее с момента взрыва до начала облучения										
	МИН	Ч:МИН									
	30	1	2	3	4	5	6	8	10	12	24
0,9	2,00	1,40	1,10	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	0,55	0,55	0,55
1,0	3,10	2,00	1,20	1,20	1,20	1,10	1,10	1,10	1,00	1,00	1,00
1,2	12,00	3,10	2,00	2,00	1,30	1,30	1,30	1,25	1,20	1,20	1,20
2,0	31,00	12,00	4,00	3,10	2,45	2,35	2,30	2,20	2,10	2,10	2,10
2,5	б. о.	31,00	6,30	4,30	3,50	3,30	3,15	3,00	2,50	2,50	2,40
3,0	б. о.	б. о.	10,00	6,00	5,00	4,30	4,00	3,50	3,30	3,30	3,15
4,0	б. о.	б. о.	24,00	11,00	8,00	7,00	6,00	5,45	5,00	5,00	4,30
6,0	б. о.	б. о.	б. о.	36,00	20,00	15,00	12,00	10,00	8,00	8,00	7,00
10,0	б. о.	б. о.	б. о.	б. о.	б. о.	60,00	40,00	25,00	21,00	18,00	13,00

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

1.2. Оценка радиационной обстановки при аварии (разрушении) атомной электрической станции (АЭС)

Оценку радиационной обстановки при аварии (разрушении) АЭС проводят, используя следующие зависимости:

1) спад уровня радиации после аварии с выбросом в окружающую среду смеси радионуклидов может быть определен только по уравнению

$$\dot{X}_k = \dot{X}_H \cdot \left(\frac{t_k}{t_H} \right)^{-0,4}, \quad (1.4)$$

где \dot{X}_k – МЭД в момент времени k после аварии, Р/ч; \dot{X}_H – МЭД в момент времени t_H после аварии, Р/ч; t_k – время окончания облучения, ч; t_H – время начала облучения (время входа на загрязненную местность), ч;

2) время окончания облучения (t_k , ч) находится как сумма времени начала (t_H , ч) облучения (время входа на загрязненную местность) и продолжительности пребывания (работы) в зоне заражения (T , ч):

$$t_k = t_H + T; \quad (1.5)$$

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

$$X = 1,7 \cdot (\dot{X}_k \cdot t_k - \dot{X}_n \cdot t_n), \quad (1.6)$$

или с учетом коэффициента ослабления:

$$X = \frac{1,7 \cdot (\dot{X}_k \cdot t_k - \dot{X}_n \cdot t_n)}{K_{\text{осл}}}, \quad (1.7)$$

где X – доза облучения, Р; \dot{X}_k и \dot{X}_n – МЭД соответственно в конце t_k и в начале t_n пребывания в зоне заражения, Р/ч; $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления.

Формулы (1.4)–(1.7) 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 может быть использована следующая формула:

$$\dot{X}_t = \frac{\dot{X}_0}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}}, \quad (1.8)$$

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

Доза излучения за время от t_1 до t_2 после аварии составит:

$$X = \frac{1,44 \cdot T_{1/2} \cdot \dot{X}_z \cdot \left(2^{-\frac{t_1}{T_{1/2}}} - 2^{-\frac{t_2}{T_{1/2}}} \right)}{K_{\text{осл}}}. \quad (1.9)$$

Для проведения практических расчетов по формуле (1.9) необходимо знать величину \dot{X}_z , соответствующую данному уровню

загрязнения радионуклидом. При решении этой задачи используется зависимость

$$\dot{X}_z = 0,2 \cdot \mu \cdot E \cdot A \cdot n, \quad (1.10)$$

где \dot{X}_z – МЭД, Р/ч; μ – линейный коэффициент ослабления (табл. 1.6); E – энергия γ -квантов, МэВ; A – поверхностная активность первоначального загрязнения, Ки/км²; n – число γ -квантов, приходящихся на один распад.

Таблица 1.6

Линейный коэффициент ослабления γ -излучения воздухом

$E, \text{МэВ}$	0,1	0,25	0,5	0,7	1,0	2,0	3,0
$\mu \cdot 10^{-4}, \text{см}^{-1}$	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 13:00 МЭД составила 15 Р/ч. Определить МЭД на время 1 ч после взрыва, если взрыв произошел в 10:00.

Задание 2. В 12:00 МЭД на территории объекта составила 30 Р/ч, через 30 мин МЭД была 15 Р/ч. Установить время ядерного взрыва и МЭД на 1 ч после взрыва.

Задание 3. На объекте через 2 ч после ядерного взрыва МЭД составила 40 Р/ч. Определить дозы облучения, которые получают рабочие и служащие объекта на открытой местности и в одноэтажных производственных зданиях за 2 ч, если облучение началось через 4 ч после взрыва.

Задание 4. Установить допустимую продолжительность работы группы ликвидаторов на радиоактивно загрязненной местности при входе в зону через 4 ч после ядерного взрыва, если МЭД на

3 ч после взрыва составила 40 Р/ч. Для ликвидаторов допустима доза облучения 10 Р. Работы ведутся на открытой местности и в жилом каменном двухэтажном доме.

Задание 5. Формированию гражданской обороны предстоит работать в течение 4 ч на радиоактивно загрязненной местности ($K_{\text{осл}} = 2$). Установить дозу облучения, которую получит личный состав формирования при входе в зону через 5 ч после аварии, если мощность экспозиционной дозы к этому времени составила 4 Р/ч.

Задание 6. Определить МЭД на местности, загрязненной радионуклидом цезий-137, через 10 и 20 лет после аварии, если первоначальная МЭД загрязнения составила $\dot{X}_0 = 10$ мР/ч. Период полураспада цезия-137 равен 30 лет.

Задание 7. Найти дозу облучения населения при проживании его на местности с поверхностной активностью загрязнения по цезию-137 $A = 3$ Ки/км² за период от $t_1 = 10$ лет до $t_2 = 70$ лет после аварии. Период полураспада цезия-137 составляет 30 лет, энергия γ -квантов $E = 0,5$ МэВ, число γ -квантов, приходящихся на один распад, $n = 1$. Коэффициент ослабления γ -излучения $K_{\text{осл}} = 4$.

Задание 8. Определить МЭД на местности ($K_{\text{осл}} = 2$) с поверхностной активностью первоначального загрязнения по цезию-137 $A = 7$ Ки/км² через 23 года после аварии, если первоначальная МЭД загрязнения составила 25 мР/ч. Установить дозу облучения населения при проживании на местности, загрязненной радионуклидом цезий-137, за период от $t_1 = 10$ лет до $t_2 = 50$ лет после аварии. Энергия γ -квантов $E = 0,7$ МэВ, число γ -квантов, приходящихся на один распад, $n = 1$.

❓ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под радиационной обстановкой и в результате чего она может возникнуть?

2. Что такое оценка радиационной обстановки? С какой целью она проводится?

3. Назовите способы оценки радиационной обстановки и поясните их сущность.

4. Что понимают под выявлением и оценкой радиационной обстановки?



ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / В. Н. Босак, А. В. Домненкова. – Минск: Выш. шк., 2016. – 192 с.

2. Чернушевич, Г. А. Оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях: учеб.-метод. пособие / Г. А. Чернушевич, В. В. Перетрухин, В. В. Терешко. – Минск: БГТУ, 2013. – 115 с.

3. Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / З. С. Ковалевич [и др.]. – Минск: МИТСО, 2015. – 316 с.

4. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: курс лекций / Г. А. Чернушевич [и др.]. – Минск: БГТУ, 2014. – 260 с.

5. Безопасность жизнедеятельности человека: учеб. пособие / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.

6. Безопасность жизнедеятельности человека: учеб. пособие / В. Н. Босак [и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.

7. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учебник / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.

8. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. (Основы гражданской обороны): учеб.-метод. пособие / В. В. Перетрухин [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 118 с.

2. ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Цель работы: ознакомиться с методикой прогнозирования масштабов и последствий заражения аварийно химически опасными веществами при чрезвычайных ситуациях.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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 при помощи метода прогнозирования и данных химической разведки местности.

Исходными данными для прогнозирования последствий аварии служат:

- 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 – это 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. Она 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 – это 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.

Вертикальную устойчивость воздуха (ВУВ) принято характеризовать термодинамическим критерием. Для определения этого критерия необходимо измерить температуру воздуха на высоте 50 и 200 см от поверхности земли и скорость ветра 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 (ТДК):

$$\text{ТДК} = \frac{T_{50} - T_{200}}{v^2}. \quad (2.1)$$

При этом учитывается знак температурного градиента:

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

$$- \frac{T_{50} - T_{200}}{v^2} \leq -0,1 \text{ – ВУВ соответствует инверсии;}$$

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

При скорости ветра более 4 м/с происходит интенсивное перемещение приземного слоя воздуха.

При отсутствии ветра (штиль) ВУВ определяют только по температурному градиенту ΔT :

1) если $\Delta T > 0$, то ВУВ соответствует конвекции;

2) при $\Delta T < 0$ – инверсии;

3) при $\Delta T = 0$ – изотермии.

Прогнозирование масштабов химического загрязнения при возможных авариях ведется с помощью формул (2.1)–(2.17) и данных, приведенных в табл. 2.1–2.7.

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

$$Q_{э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (2.2)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (табл. 2.1); K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (табл. 2.1); K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха (для инверсии принимается равным 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,08); K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (табл. 2.1); Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т.

Таблица 2.1

**Значения вспомогательных коэффициентов
для определения эквивалентного количества АХОВ
и времени испарения**

Наименование АХОВ	Значения вспомогательных коэффициентов							
	K_1	K_2	K_3	K_7 для температуры воздуха, °С				
				–40	–20	0	20	40
Аммиак: – хранение под давлением	0,18	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,3}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,4}{1,0}$
– изотермическое хранение	0,01	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$
Ацетонциангидрин	0	0,002	0,316	0	0	0,3	$\frac{1,0}{1,0}$	1,5
Водород: – фтористый	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	$\frac{1,0}{1,0}$	1,0
– хлористый	0,28	0,037	0,3	$\frac{0,4}{1,0}$	$\frac{0,6}{1,0}$	$\frac{0,8}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,2}{1,0}$
– цианистый	0	0,026	3,0	0	0	0,4	$\frac{1,0}{1,0}$	1,3
Диметиламин	0,06	0,041	0,5	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,8}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{2,5}{1,0}$

Наименование АХОВ	Значения вспомогательных коэффициентов							
	K_1	K_2	K_3	K_7 для температуры воздуха, °С				
				-40	-20	0	20	40
Метил: – бромистый	0,04	0,039	0,5	$\frac{0}{0,2}$	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{2,3}{1,0}$
– хлористый	0,125	0,044	0,056	$\frac{0}{0,5}$	$\frac{0,1}{1,0}$	$\frac{0,6}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,5}{1,0}$
– меркаптан	0,06	0,043	0,353	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,8}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{2,4}{1,0}$
Нитрил акриловой кислоты	0	0,007	0,8	0,04	0,1	0,4	$\frac{1,0}{1,0}$	2,4
Окислы азота	0	0,04	0,4	0	0	0,4	$\frac{1,0}{1,0}$	1,0
Оксись этилена	0,05	0,041	0,27	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,7}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{3,2}{1,0}$
Сернистый ангидрид	0,11	0,049	0,333	$\frac{0}{0,2}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0,3}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,7}{1,0}$
Сероводород	0,27	0,042	0,036	$\frac{0,3}{1,0}$	$\frac{0,5}{1,0}$	$\frac{0,8}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,2}{1,0}$
Сероуглерод	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	$\frac{1,0}{1,0}$	2,1
Соляная кислота	0	0,021	0,3	0	0,1	0,3	$\frac{1,0}{1,0}$	1,6
Формальдегид	0,19	0,034	1,0	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{0}{1,0}$	$\frac{0,5}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,5}{1,0}$
Фосген	0,05	0,061	1,0	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,7}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{2,7}{1,0}$
Хлор	0,18	0,052	1,0	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,3}{1,0}$	$\frac{0,6}{1,0}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,4}{1,0}$
Хлорциан	0,04	0,048	0,8	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0,6}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{3,9}{1,0}$

Примечание. Для коэффициента K_7 в числителе приведены значения для расчета первичного, в знаменателе – для расчета вторичного облака АХОВ и времени испарения.

Для сжатых газов количество выброшенного при аварии вещества (Q_0 , т) вычисляется по следующей формуле:

$$Q_0 = d \cdot V_x, \quad (2.3)$$

где d – плотность АХОВ, т/м³; V_x – объем хранилища, м³.

При авариях на газопроводе Q_0 рассчитывается с помощью соотношения

$$Q_0 = \frac{n \cdot d \cdot V_r}{100}, \quad (2.4)$$

где n – содержание АХОВ в природном газе, %; d – плотность АХОВ, т/м³; V_r – объем секции газопровода между автоматическими отсекающими, м³.

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке ($Q_{э2}$, т) находится по следующей формуле:

$$Q_{э2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}, \quad (2.5)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (см. табл. 2.1 на с. 20–21); K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (табл. 2.1); K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (табл. 2.1); K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 2.2); K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха (для инверсии принимается равным 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,08); K_6 – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии (N); K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (табл. 2.1); Q_0 – количество выброшенного при аварии вещества, т; h – толщина слоя АХОВ, м; d – плотность АХОВ, т/м³ (табл. 2.3).

Таблица 2.2

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	1,00	1,33	1,67	2,00	2,34	2,67	3,00	3,34	3,67	4,00	5,68

Таблица 2.3

Физические и токсические свойства АХОВ

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза, мг · мин/л
	газ	жидкость		
Аммиак: – хранение под давлением	0,0008	0,681	–33,42	15,0
– изотермическое хранение	–	0,681	–33,42	15,0
Ацетонциангидрин	–	0,932	120,0	1,2
Водород: – фтористый	–	0,989	19,52	4,0
– хлористый	0,0016	1,191	–85,1	2,0
– 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
Окислы азота	–	1,491	21,0	1,5
Окись 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	45,0
Соляная кислота	–	1,198	–	2,0
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

Значение коэффициента K_6 определяется после расчета продолжительности испарения вещества:

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T; \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T \text{ (если } T < 1 \text{ ч, } K_6 \text{ принимается для 1 ч),} \end{cases} \quad (2.6)$$

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

Время испарения АХОВ (T , ч) с площади разлива вычисляется по формуле

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (2.7)$$

где h – толщина слоя АХОВ, м; d – плотность АХОВ, т/м³; K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ; K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра; K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха.

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

– при разливах из емкостей, имеющих поддон (обваловку):

$$h = H - 0,2, \quad (2.8)$$

где H – высота поддона (обваловки), м;

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

$$h = \frac{Q_0}{F \cdot d}, \quad (2.9)$$

где Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т; F – площадь разлива в поддон (обваловку), м²; d – плотность АХОВ, т/м³.

Глубина зоны загрязнения первичным Γ_1 (вторичным Γ_2) облаком АХОВ при авариях на технологических трубопроводах, емкостях, хранилищах и транспорте оценивается по табл. 2.4.

Если эквивалентное количество АХОВ в первичном $Q_{\text{э}1}$ (вторичном $Q_{\text{э}2}$) облаке, рассчитанное по формуле (2.2) (формуле (2.5)), не соответствует табличным (табл. 2.4), глубина зоны загрязнения облаком АХОВ находится интерполированием по следующим формулам:

$$\Gamma_1 = \Gamma_{\min} + \left(\frac{\Gamma_{\max} - \Gamma_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}} \right) \cdot (Q_{\text{э}1} - Q_{\min}); \quad (2.10)$$

$$\Gamma_2 = \Gamma_{\min} + \left(\frac{\Gamma_{\max} - \Gamma_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}} \right) \cdot (Q_{\text{э}2} - Q_{\min}), \quad (2.11)$$

где Γ_1 – глубина зоны загрязнения первичным облаком АХОВ ($Q_{\text{э}1}$), км; Γ_{min} – минимально возможная глубина зоны загрязнения первичным (вторичным) облаком АХОВ, км (табл. 2.4); Γ_{max} – максимально возможная глубина зоны загрязнения первичным (вторичным) облаком АХОВ, км (табл. 2.4); Q_{max} – максимально возможное количество АХОВ в первичном (вторичном) облаке, т (табл. 2.4); Q_{min} – минимально возможное количество АХОВ в первичном (вторичном) облаке, т (табл. 2.4); $Q_{\text{э}1}$ – эквивалентное количество АХОВ в первичном облаке, т (формула (2.2)); Γ_2 – глубина зоны загрязнения вторичным облаком АХОВ ($Q_{\text{э}2}$), км; $Q_{\text{э}2}$ – эквивалентное количество АХОВ во вторичном облаке, т (формула (2.5)).

Таблица 2.4

Глубина зоны загрязнения, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, 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	52,60
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

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

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'', \quad (2.12)$$

где Γ' – наибольший из размеров глубин Γ_1 и Γ_2 , км; Γ'' – наименьший из размеров глубин Γ_1 и Γ_2 , км.

Предельно возможная глубина переноса воздушных масс (Γ_n , км) находится по следующей формуле:

$$\Gamma_n = N \cdot v, \quad (2.13)$$

где N – время, прошедшее после начала аварии, ч; v – скорость переноса переднего фронта загрязненного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (табл. 2.5).

Таблица 2.5

**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 для первичного (вторичного) облака АХОВ (S_v , км²) рассчитывается по формуле

$$S_v = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi, \quad (2.14)$$

где Γ – глубина зоны загрязнения, км; φ – угловые размеры зоны возможного загрязнения, ° (табл. 2.6).

Таблица 2.6

**Угловые размеры зоны возможного загрязнения АХОВ
в зависимости от скорости ветра**

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

Площадь зоны фактического загрязнения АХОВ (S_ϕ , км²) вычисляется по следующей формуле:

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \quad (2.15)$$

где K_8 – коэффициент, зависящий от вертикальной устойчивости воздуха (при инверсии принимается равным 0,081, при изотермии – 0,133, при конвекции – 0,235); Γ – глубина зоны загрязнения, км; N – время, прошедшее после начала аварии, ч.

Время подхода облака АХОВ к заданному объекту (t , ч) зависит от скорости переноса переднего фронта облака загрязненного воздуха и определяется из соотношения

$$t = \frac{S(R)}{v}, \quad (2.16)$$

где $S(R)$ – расстояние от источника загрязнения до заданного объекта защиты, км; v – скорость переноса переднего фронта загрязненного воздуха, км/ч (табл. 2.5).

При проведении расчетов необходимо использовать значения степени вертикальной устойчивости воздуха (табл. 2.7).

Таблица 2.7

**Определение степени вертикальной устойчивости воздуха
по прогнозу погоды**

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	ясно, переменная облачность	сплошная облачность						
Менее 2	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.

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

Эквивалентное количество АХОВ (Q_0 , т) в облаке загрязненного воздуха находится по формуле

$$Q_3 = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \sum_{i=1}^n \left(K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} \cdot \frac{Q_i}{d_i} \right), \quad (2.17)$$

где K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра; K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха (для инверсии принимается равным 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,08); 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/м³.



ЗАДАНИЯ

Задание 1. На химически опасном объекте произошла авария с выбросом 20 т жидкого аммиака, находящегося под давлением.

Определить: глубины зон заражения для первичного и вторичного облаков; полную глубину зоны возможного заражения; предельно возможную глубину переноса воздушных масс; площадь зоны фактического заражения аммиаком при времени от начала аварии 2 ч; продолжительность действия источника заражения, определяемого временем испарения аммиака.

Метеоусловия на момент аварии: время суток – ночь, скорость ветра 2 м/с, сплошная облачность, температура воздуха +10°C. Разлив аммиака по подстилающей поверхности – свободный. Ширина санитарно-защитной зоны 1 км.

Задание 2. Оценить масштабы и последствия аварии на химически опасном объекте через 1 ч после аварии при разрушении емкости, содержащей 5 т жидкого сероводорода. Высота обваловки емкости составляет 1,5 м.

Определить полную глубину зоны возможного заражения и площадь зоны фактического заражения сероводородом.

Метеоусловия на момент аварии: время суток – день, скорость ветра 2 м/с, ясно, температура воздуха +5°C. Ширина санитарно-защитной зоны 1 км.

Задание 3. В результате аварии на объекте, расположенном на расстоянии 20 км от населенного пункта, разрушена емкость со сжиженным аммиаком. Метеоусловия на момент аварии: изотермия, скорость ветра 4 м/с. Определить время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под оценкой химической обстановки и в результате чего она может возникнуть?
2. От чего зависит масштаб химического заражения?
3. Приведите определение аварийно химически опасного вещества (АХОВ).
4. Что такое зона химического заражения? Раскройте смысл понятия «очаг химического поражения».
5. Назовите данные, которые служат для прогнозирования последствий химически опасных аварий.
6. Поясните, в чем сущность инверсии, конвекции и изотермии.
7. Опишите методику прогнозирования масштабов и последствий заражения АХОВ.



ЛИТЕРАТУРА

1. Методика прогнозирования масштабов заражения СДЯВ при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте: РД 52.04.253-90. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 27 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / В. Н. Босак, А. В. Домненкова. – Минск: Выш. шк., 2016. – 192 с.
3. Чернушевич, Г. А. Оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях: учеб.-метод. пособие / Г. А. Чернушевич, В. В. Перетрухин, В. В. Терешко. – Минск: БГТУ, 2013. – 115 с.
4. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: курс лекций / Г. А. Чернушевич [и др.]. – Минск: БГТУ, 2014. – 260 с.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТА ЭКОНОМИКИ И НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Цель работы: ознакомиться с организацией защиты персонала объекта экономики и населения в чрезвычайных ситуациях.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Одним из основных способов защиты персонала объекта экономики и населения от современных средств поражения в результате крупномасштабных чрезвычайных ситуаций, вызванных авариями и катастрофами на химически и радиационно опасных объектах, пожарами и взрывами, является укрытие их в защитных сооружениях.

СН 2.02.08-2020 «Защитные сооружения гражданской обороны» приняты следующие термины с соответствующими определениями.

Быстровозводимое укрытие (БВУ) – сооружение, предназначенное для укрытия людей, материальных и историко-культурных ценностей от опасностей, возникающих при ведении военных действий, а также вследствие этих действий, возведение которого предусматривается в период заблаговременной подготовки государства к ведению гражданской обороны (ГО) согласно соответствующим планам.

Защитное сооружение (ЗС) – объект недвижимого имущества, в том числе инженерное сооружение, предназначенный для укрытия людей, техники и имущества от опасностей, возникающих в результате последствий аварий или катастроф на потенциально опасных объектах либо стихийных бедствий в районах размещения этих объектов, а также от воздействия современных средств поражения.

Защитное укрытие (ЗУ) – пониженное в классе убежище, а также иные инженерные сооружения, приспособленные (запроект-

тированные) в соответствии с предъявляемыми требованиями и предназначенные для укрытия людей, материальных и историко-культурных ценностей от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Противорадиационное укрытие (ПРУ) – защитное сооружение, предназначенное для укрытия населения от поражающего воздействия ионизирующего излучения и обеспечения его жизнедеятельности в период нахождения в укрытии.

Сооружения двойного назначения (СДН) – инженерные сооружения (в том числе метрополитен), запланированные к приспособлению (специально приспособленные, запроектированные) для укрытия людей и материальных ценностей от чрезвычайных ситуаций и (или) санитарной обработки людей, техники, имущества.

Убежище – защитное сооружение, в котором в течение определенного времени обеспечиваются условия для укрытия людей с целью защиты от современных средств поражения, поражающих факторов и воздействия опасных химических и радиоактивных веществ.

Защитные сооружения в зависимости от *защитных свойств* (расчетной величины избыточного давления воздушной ударной волны, которую ЗС могут выдержать, и коэффициента защиты (ослабления) от ионизирующих излучений (радиации)) подразделяют на типы: убежища, противорадиационные укрытия, защитные укрытия.

По *классификационным признакам* убежища подразделяют на классы (А-I, А-II, А-III и А-IV), а ПРУ – на группы (П-I, П-II, П-III и П-IV) (табл. 3.1).

Для защиты людей от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, разрешается использовать быстровозводимые укрытия, которые проектируют в соответствии с типовыми проектными решениями, а также сооружения двойного назначения.

В зависимости от *места расположения* защитные сооружения делятся на встроенные (размещаются под зданиями наименьшей этажности) и отдельно стоящие (располагаются на расстоянии от здания и сооружения, не менее высоты здания).

Таблица 3.1

**Классификационные характеристики защитных сооружений гражданской обороны (ЗСГО),
сооружений двойного назначения (СДН)**

Классификационный признак ЗСГО	Показатель	Защитное сооружение							СДН		
		Убежище класса				ПРУ группы				ЗУ	
		A-I	A-II	A-III	A-IV	П-I	П-II	П-III			П-IV
Расчетная величина избыточного давления	$\Delta P_{ф}$, кПа	500	300	200	100	20-50	20	20	20	20-50	10-30
Коэффициент защиты	<i>K</i>	5000	3000	2000	1000	1000	500	200	100	-	-
Условия возведения	Время	Заблаговременно									
Условия размещения	Тип	Ветроенные и отдельно стоящие, полностью и частично заглубленные									
Длительность пребывания	Сутки/часы	Не менее 2 сут		Не менее 2 сут		Не менее 2 сут		12 ч		6 ч (8 ч – для метрополитена)	
Вентиляция	Режим	Чистая вентиляция, фильтровентиляция, полная изоляция с регенерацией кислорода			Естественная вентиляция с механическим побуждением		Естественная или естественная с механическим побуждением вентиляция, чистая вентиляция		Естественная или механическая вентиляция и (или) фильтровентиляция (по необходимости)		
Электроснабжение	Источник	Энергосеть, дизельные электростанции			Энергосеть, аккумуляторы, энергосберегающие лампы						
Связь	Состав	Телефоны, устройства для приема беспроводного радиовещания, радиосвязь для пунктов управления			Устройства для приема беспроводного радиовещания						

Убежища должны обеспечивать защиту укрываемых от расчетного воздействия поражающих факторов современных средств поражения бактериальными (биологическими) веществами, отравляющими веществами, АХОВ, а также при необходимости от затопления, радиоактивной пыли, высоких температур и продуктов горения при пожарах.

Системы жизнеобеспечения убежищ должны обеспечивать непрерывное пребывание в них расчетного количества укрываемых в течение не менее 2 сут.

Воздухоснабжение убежищ следует осуществлять по двум режимам: чистой вентиляции (I режим) и фильтровентиляции (II режим).

С целью жизнеобеспечения укрываемых защитные сооружения, помимо системы фильтровентиляции, которая снабжает людей воздухом, должны иметь надежное электроснабжение, санитарно-технические системы (водопровод, канализацию, отопление), радио- и телефонную связь, а также запасы воды и продовольствия.

В убежищах следует предусматривать основные и вспомогательные помещения. К *основным* относятся помещения для укрываемых, пункты управления и санитарный пост (пункт). *Вспомогательными* являются фильтровентиляционные помещения (ФВП), санитарные узлы, защищенные дизельные электростанции (ДЭС), электрощитовая, помещение для хранения продовольствия, станция перекачки, баллонная, тамбур-шлюз, тамбуры.

Медицинский пункт располагается в убежище при количестве укрываемых более 900 человек. При количестве укрываемых менее 900 человек должен быть предусмотрен санитарный пост.

Инженерная защита персонала – это комплекс мероприятий, направленных на создание фонда защитных сооружений, обеспечивающих защиту населения и работающих на производстве от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций.

Оценка укрытия наибольшей работающей смены проводится в следующей последовательности.

Оценка защитных сооружений (ЗС) по вместимости. Вместимость ЗС определяется в соответствии с нормами объемно-планировочных решений. По количеству мест в защитных сооружениях оценивается возможность укрытия наиболее многочисленной рабочей смены.

Рассчитывается количество мест для укрываемых 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, м^2 ; S_1 – норма площади основного помещения на одного укрываемого, м^2 (табл. 3.2).

Проверяется соответствие объема помещений в зоне герметизации установленной норме на одного укрываемого ($V_1, \text{м}^3/\text{чел.}$) (не менее $1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$):

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

где S_0 – площадь всех помещений, м^2 ; h – высота помещения, м; M – количество мест для укрываемых в убежище.

Таблица 3.2

Требования к защитным сооружениям гражданской обороны

Основные требования	Норма
Площадь пола основного помещения на одного человека, м^2 , при высоте помещения: – 2,15 м	0,6
– 2,15–2,90 м	0,5
– 2,9 м и более	0,4
Площадь пола в защитных сооружениях двойного назначения, м^2	1,0
Внутренний объем помещения на одного человека, м^3	1,5
Место для сидения на одного человека, м	0,45×0,45
Место для лежания на одного человека, м	1,80×0,55
Площадь вспомогательных помещений на одного человека, м^2 : – без автономных систем водо-, электроснабжения при вместимости до 450 чел.	0,12
– при наличии ДЭС, но без автономного водоснабжения при вместимости: до 900 чел.	0,13
900–1200 чел.	0,12
более 1200 чел.	0,11

Основные требования	Норма
– с автономными системами электро- и водоснабжения и кондиционированием воздуха:	
а) источники холода – колодезная вода, скважина, вынесенные резервуары при вместимости:	
до 450 чел.	0,15
450–600 чел.	0,14
600–1200 чел.	0,13
более 1200 чел.	0,11
б) источники холода – фреоновые установки при вместимости:	
до 450 чел.	0,34
450–600 чел.	0,30
более 600 чел.	0,25
в) источник холода – вода в резервуаре на защищенной площади при вместимости:	
до 600 чел.	0,23
600–1200 чел.	0,22
более 1200 чел.	0,20
Площадь медпункта при вместимости 900–1200 чел., м ²	9
Площадь санпоста при вместимости до 900 чел., м ²	2
Содержание кислорода, не менее, %	16,5
Концентрация углекислого газа, не более, %	4
Концентрация окиси углерода, не более, мг/м ³	100
Концентрация метана, не более, мг/м ³	300
Концентрация пыли, не более, мг/м ³	10
Относительная влажность воздуха, не менее и не более, %	30 и 90
Температура воздуха в защитном сооружении, не более, °С	32

Проверяется соответствие площади вспомогательных помещений ($S_{всп}$, м²) установленным нормам:

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

где M – количество мест для укрываемых; S_2 – норма площади вспомогательного помещения на одного укрываемого, м² (табл. 3.2).

Определяется количество нар для размещения укрываемых:

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

где M – количество мест для укрываемых в защитном сооружении; D – установленная норма (принимается равной 0,1 – при 1-этажном расположении нар (высота помещения 2,15 м), 0,2 – при

2-ярусном расположении нар (высота помещения 2,15–2,90 м), 0,3 – при 3-ярусном расположении нар (высота помещения 2,9 м и выше).

Рассчитывается коэффициент вместимости, который характеризует возможности защитного сооружения по укрытию людей:

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

где $M_{\text{общ}}$ – количество мест для укрываемых; N – численность персонала, подлежащего укрытию (наибольшая работающая смена), чел.

Требования к защитным сооружениям (табл. 3.2) приведены в соответствии с СН 2.02.08-2020 для защитных сооружений гражданской обороны, где указаны объемно-планировочные и конструктивные решения к основным и вспомогательным помещениям, основные данные по микроклимату защитных сооружений.

Оценка защитных свойств сооружений. Защитные свойства определяются коэффициентом ослабления ионизирующих излучений (радиации), который показывает, во сколько раз МЭД в ЗС меньше МЭД на открытой местности, или во сколько раз ЗС ослабляет действие ионизирующих излучений (радиации), а следовательно, уменьшает дозу облучения людей.

Вычисляется коэффициент ослабления ионизирующих излучений по следующей формуле:

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

где $K_{\text{зас}}$ – коэффициент, учитывающий условия расположения защитного сооружения (характер окружающей застройки) (табл. 3.3); 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, $K_{\text{осл}}$ радиации находится по формуле

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

Слой половинного ослабления – это толщина конкретного материала, который будучи введен в пучок рентгеновского или γ -излучения, уменьшает его интенсивность в 2 раза.

Таблица 3.3

**Величина слоев половинного ослабления ионизирующих излучений
для некоторых материалов**

Материал	Плотность, г/см ³	Слой половинного ослабления $d_{пол}$, см	
		для γ -излучения на следе облака	для нейтронов
Свинец	11,3	1,3	12,0
Железо	7,8	1,8	11,5
Бетон	2,3	5,6	12,0
Сталь	7,8	1,8	11,5
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
Кладка кирпичная	1,5	8,7	10,0
Глина	2,06	6,3	8,3
Известняк	2,7	4,8	6,1

Оценка систем жизнеобеспечения защитных сооружений.

Оценка системы воздухообеспечения. Вычисляется количество укрываемых ($N_{возд}$, чел.), которое может обеспечить система очищенным воздухом:

$$N_{\text{аі сә}} = \frac{W_0}{W_n}, \quad (3.8)$$

где W_0 – общая производительность системы воздухообеспечения, м³/ч (табл. 3.4); W_n – норма подачи воздуха на одного человека в час, м³/ч (в режиме чистой вентиляции – 10 м³/ч, в режиме фильтровентиляции – 2 м³/ч).

В ходе расчетов выбираются тип и параметры фильтровентиляционных комплектов (агрегатов) (ФВК/ФВА), определяется количество подаваемого воздуха системой в режиме чистой вентиляции (режим I) и в режиме фильтровентиляции (режим II).

ФВК/ФВА предназначены для очистки воздуха от радиоактивной пыли, отравляющих веществ, бактериальных аэрозолей, окиси углерода (при пожаре), для подачи его в убежище и регенерации воздуха внутри убежища.

Таблица 3.4

**Характеристики фильтровентиляционных комплектов/агрегатов
(ФВК/ФВА) и вентиляторов**

Марка ФВК/ФВА и вентиляторов	Производительность, м ³ /ч	
	в режиме вентиляции	в режиме фильтровентиляции
ФВА-100/50	–	100
ФВА-50/25	–	50
ФВК-200	–	200
ФВК-1, ФВК-2	1200	300
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 (агрегатов) необходимо брать основной – ФВК-1 (ФВК-2), а в случае недостатка их производительности – другие комплекты совместно с вентиляторами.

Оценка системы водоснабжения. Обеспеченность укрываемых питьевой водой ($N_{\text{вод}}$, чел.) рассчитывается по формуле

$$N_{\text{вод}} = \frac{W_{\text{о.вод}}}{W_{\text{н}} \cdot \tilde{N}}, \quad (3.9)$$

где $W_{\text{о.вод}}$ – общий запас питьевой воды в защитном сооружении, л; $W_{\text{н}}$ – норма питьевой воды на одного укрываемого в сутки, л/сут (норма – 3 л/сут); \tilde{N} – заданный срок пребывания укрываемых в защитном сооружении, сут.

Водоснабжение следует предусматривать от наружной водопроводной сети или заводомерной сети с установкой на вводе внутри убежища запорной арматуры и обратного клапана. Емкости запаса питьевой воды должны быть проточными, с обеспечением полного обмена воды в течение 2 сут.

Оценка санитарно-технических систем. Санузел подключается к внешним водопроводным и канализационным сетям, а также оборудуется аварийным резервуаром для сбора стоков.

Вместимость резервуара определяется из расчета 2 л/сут сточных вод. Количество обслуживаемых системой укрываемых ($N_{\text{ост}}$, чел.) находится из следующего соотношения:

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

где $W_{\text{о.ст}}$ – общая вместимость санитарно-технической системы, л;
 $W_{\text{н}}$ – норма сточных вод на одного укрываемого в сутки, л/сут
(норма – 2 л/сут); C – срок пребывания укрываемых в защитном со-
оружении, сут.

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

В убежищах следует предусматривать устройство уборных с отводом сточных вод в наружную канализационную сеть по самостоятельным выпускам самотеком или путем перекачки с установкой задвижек внутри убежищ. При наличии в убежище станции перекачки дренажных вод воду от охлаждающих установок убежища, дизельной электростанции и внутренние дренажные воды разрешается сбрасывать в резервуар станции перекачки дренажных вод.

В качестве санитарных приборов наряду с унитазами применяются напольные чаши и унитазы вагонного типа. Производственные воды от дизель-генератора и охлаждающих установок должны отводиться в хозяйственно-бытовую или ливневую канализацию. Отметка пола у санитарных приборов может быть поднята выше отметки пола помещения, при этом высота от пола у приборов до потолка должна быть не менее 1,7 м.

Оценка защитных сооружений по своевременному укрытию людей. Оценка защитных сооружений по своевременному укрытию людей проводится в зависимости от их расположения относительно мест работы. Существуют следующие нормы для расчетов: движение от места работы до убежища – 100 м за 2 мин, время заполнения убежища – 2 мин.



ЗАДАНИЕ

Дать оценку инженерной защиты персонала наиболее многочисленной рабочей смены объекта и предложить меры по ее повышению при исходных данных (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Исходные данные для задания

Номер варианта	Плотность застройки, %	Численность наибольшей работающей смены, чел.	Убежища (в числителе – встроенные, в знаменателе – отдельно стоящие)									Срок нахождения, сут
			Количество	Толщина, м		Высота, м	Площадь пола основного помещения, м ²	Площадь пола вспомогательных помещений, м ²	Запас воды, л	Емкость для сбора сточных вод, л		
				бетонного перекрытия	грунтовой засыпки							
1	40	2405	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,55}{0,20}$	$\frac{-}{0,62}$	2,15	$\frac{154}{152}$	$\frac{63}{62}$	$\frac{2730}{2700}$	$\frac{1900}{1800}$	2	
2	30	2910	$\frac{6}{1}$	$\frac{0,53}{0,19}$	$\frac{-}{0,60}$	2,95	$\frac{150}{305}$	$\frac{60}{120}$	$\frac{2700}{5400}$	$\frac{1950}{3600}$	2	
3	25	2397	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,57}{0,22}$	$\frac{-}{0,59}$	2,20	$\frac{160}{155}$	$\frac{63}{62}$	$\frac{1900}{1850}$	$\frac{1300}{1250}$	3	
4	35	2205	$\frac{4}{2}$	$\frac{0,56}{0,21}$	$\frac{-}{0,58}$	3,00	$\frac{151}{152}$	$\frac{61}{62}$	$\frac{2000}{1900}$	$\frac{1260}{1300}$	3	
5	45	2390	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,52}{0,18}$	$\frac{-}{0,61}$	2,30	$\frac{149}{150}$	$\frac{59}{60}$	$\frac{2700}{2720}$	$\frac{1950}{1850}$	2	

На основании расчета (формулы (3.1)–(3.10)) сделать 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 воздухообмена убежища одним комплектом ФВК-1;

– построить дополнительно одно убежище вместимостью на ... 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.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Приведите определения следующих понятий: «защитное сооружение», «противорадиационное укрытие», «убежище», «сооружения двойного назначения».

2. На какие классы (группы) подразделяются убежища (ПРУ) в соответствии с СН 2.02.08-2020?

3. Поясните физический смысл коэффициента защиты (ослабления).

4. Что такое инженерная защита персонала?

5. В какой последовательности проводится оценка инженерной защиты персонала объекта при чрезвычайных ситуациях?



ЛИТЕРАТУРА

1. Чернушевич, Г. А. Оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях: учеб.-метод. пособие / Г. А. Чернушевич, В. В. Перетрухин, В. В. Терешко. – Минск: БГТУ, 2013. – 115 с.

2. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. (Основы гражданской обороны): учеб.-метод. пособие / В. В. Перетрухин [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 118 с.

3. Защитные сооружения гражданской обороны: СН 2.02.08-2020. – Введ. 22.04.2021. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2021. – 40 с.

4. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

Цель работы: ознакомиться с методикой оказания первой помощи пострадавшим в результате несчастных случаев.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Первая помощь при несчастном случае – это простейшие срочные меры, которые необходимы для спасения жизни и здоровья пострадавшего при несчастном случае. Она оказывается на месте происшествия до прибытия врача или доставки пострадавшего в больницу. Следует помнить, что от своевременности и качества оказания первой помощи в значительной степени зависит дальнейшее состояние здоровья пострадавшего и даже его жизнь. Первая помощь очень важна, но никогда не заменит квалифицированной медицинской помощи, если в ней нуждается пострадавший.

4.1. Оказание первой помощи при ожогах, при поражении опасными химическими веществами

Ожоги возникают вследствие местного воздействия высокой температуры (термические ожоги), кислот и щелочей (химические ожоги), под действием ультрафиолетового и других видов облучения (лучевые ожоги), электрического или радиационного воздействия. Превалируют термические ожоги в результате неосторожности в быту, пожаров, реже – вследствие производственных травм из-за несоблюдения техники безопасности. Наиболее типичными лучевыми ожогами являются солнечные.

Различают четыре степени ожога: ожог I степени (эритема) – стойкое покраснение кожи, отечность и боль; ожог II степени – отслаивание эпидермиса и образование пузырей; ожог III степени – поверхностное (IIIа степени) и глубокое (IIIб степени) выгорание

кожи, подкожной клетчатки и глублежащих структур; ожог IV степени (некроз) – омертвление всех слоев кожи.

Ожоги I и II степени считаются поверхностными, а ожоги III и IV степени – глубокими.

Термические ожоги. Воздействие высоких температур вызывает коагуляцию белков кожи. Кожные клетки погибают и подвергаются некрозу. Чем выше температура и длительнее ее воздействие, тем глубже поражение кожи.

Важно своевременно диагностировать наличие шока у пострадавшего, учитывая площадь ожога и его глубину, несмотря на нормальный или повышенный уровень артериального давления.

При вдыхании горячего дыма могут быть ожоги дыхательных путей с развитием острой дыхательной недостаточности, отравление угарным газом.

Поражающее действие угарного газа основано на реакции соединения с гемоглобином, в результате чего образуется карбоксигемоглобин, неспособный осуществлять транспортировку кислорода тканям, следствием чего является гипоксия (кислородное голодание тканей). Этим и объясняются наиболее ранние и выраженные изменения со стороны центральной нервной системы, особенно чувствительной к недостатку кислорода.

Отличительными признаками отравления угарным газом являются: головная боль, головокружение, тошнота, рвота, оглушенное состояние, резкая мышечная слабость, затемнение сознания, потеря сознания, кома.

Первая помощь при отравлении угарным газом:

- вынести пострадавшего на свежий воздух;
- освободить шею и грудную клетку от стесняющей одежды;
- по возможности провести ингаляцию кислорода (проводит медицинский персонал);
- при необходимости сделать искусственное дыхание и непрямой массаж сердца;
- срочно доставить в лечебное учреждение.

Алгоритм действий при термическом ожоге:

1. Осмотреть место происшествия и определить отсутствие опасности для себя и пострадавшего.

2. Прекратить воздействия повреждающих агентов (быстро удалить пострадавшего из зоны огня, прекратить доступ воздуха к огню, набросить на пострадавшего покрывало, пальто, мешок,

плотную ткань, пламя на одежде гасить водой, засыпать песком, тушить своим телом (перекатываясь по земле).

3. Охладить (промыть) пораженные ткани проточной холодной водой в течение 10–15 мин (до прекращения боли), при необходимости повторить.

4. Снять кольца, браслеты, любые другие вещи.

5. Удалить не соприкасающиеся с участком ожога части одежды, наложить сухую стерильную повязку на открытые раны.

6. Позвонить 103, 112 либо направить пострадавшего в организацию здравоохранения.

7. Наблюдать за состоянием пострадавшего до прибытия бригады скорой медицинской помощи, регулярно оценивая наличие у него сознания, дыхания, пульса.

При термических ожогах *запрещается*:

– прикасаться к обожженной области чем-либо, кроме стерильных или чистых тампонов-повязок;

– отрывать одежду, прилипшую к ожоговому очагу;

– обрабатывать ожоги III степени;

– вскрывать ожоговые волдыри;

– накладывать повязки с какими-либо мазями, жирами, маслами, красящими веществами, так как они загрязняют ожоговую поверхность и способствуют развитию инфекции.

Химические ожоги. Возникают от воздействия на тело концентрированных кислот (соляная, серная, азотная, уксусная), щелочей (едкий калий и едкий натр), фосфора и некоторых солей тяжелых металлов (серебра нитрат, цинка хлорид и др.).

Особенностью химических ожогов является длительное действие на кожные покровы химического агента, если своевременно не оказана первая помощь. Поэтому ожог может существенно углубиться за 20–30 мин. Его углублению и распространению способствует пропитанная кислотой или щелочью одежда. При химических ожогах редко возникают пузыри, так как в большинстве своем они относятся к ожогам III и IV степени. При ожогах кислотами образуется струп, а при ожогах крепкими щелочами – некроз.

Первая помощь при химических ожогах зависит от вида химического вещества. Общими для них действиями являются:

1) обрывки одежды, пропитанные химическим агентом, немедленно удалить;

2) кожу обильно промыть струей холодной проточной воды в течение 15–20 мин.

При ожогах *концентрированными кислотами* на месте воздействия образуется сухой струп:

– обмыть его 2%-ным раствором питьевой соды или мыльной водой;

– наложить стерильные салфетки, смоченные 4%-ным раствором питьевой соды;

– закрыть участок стерильной сухой повязкой.

При ожоге кожи *щелочью* делаются примочки (повязки) раствором борной кислоты (одна чайная ложка кислоты на стакан воды) или слабым раствором уксусной кислоты (одна чайная ложка столового уксуса на стакан воды). Щелочи вызывают более глубокие, чем кислоты, ожоги в связи с тем, что не образуется струп.

Дают обезболивающие средства, при шоке проводят противошоковое лечение. Больного транспортируют в медучреждение.

При попадании кислоты в виде жидкости, паров или газов в глаза или полость рта следует промыть их большим количеством воды, а затем рот можно прополоскать раствором питьевой соды (половина чайной ложки на стакан воды).

При попадании брызг щелочи или ее паров в глаза и полость рта следует промыть пораженные места большим количеством воды, а затем рот можно прополоскать раствором борной кислоты (половина чайной ложки кислоты на стакан воды).

Запрещается промывать желудок водой, вызывая рвоту, либо нейтрализовать попавшую в пищевод кислоту или щелочь. Если у пострадавшего есть рвота, ему можно дать выпить не более трех стаканов воды, разбавляя таким образом попавшую в пищевод кислоту или щелочь и уменьшая ее прижигающее действие. Хороший эффект оказывает прием внутрь молока, яичного белка, растительного масла, растительного крахмала.

Фотохимические ожоги. Возникают при контакте с ядовитыми растениями. В последние годы отмечается засорение лугов, пастбищ, мест отдыха очень опасным растением – борщевиком Сосновского. Стебли и листья борщевика содержат фурокумарины – вещества, которые имеют способность резко повышать чувствительность кожных тканей к ультрафиолетовому облучению. Вследствие чего яркие лучи солнца могут вызвать сильные ожоги. Опасность растения состоит в том, что первые симптомы после

прикосновения в течение долгого времени не дают о себе знать. Ожог появляется не сразу, а спустя час и более. Борщевик Сосновского может вызвать ожоги нескольких степеней.

Если 1,5 мин находиться в контакте с данным растением, после чего 2 мин побыть на солнце, то на коже возникают красные пятна и пузыри (ожог I степени). Если находиться в контакте с борщевиком более длительный период, то помимо покраснений и пузырей, зачастую отмечаются повышение температуры, озноб, головная боль и головокружение (ожог II степени). Кожа покрывается крупными волдырями, а если в них попадет инфекция, то они перерастают в язвы, которые долго заживают и оставляют после себя белые рубцы.

Первая помощь при фотохимическом ожоге:

1. Если на кожу попал сок растения, сразу же промокнуть кожу салфеткой.

2. Обожженное место закрыть плотным материалом на несколько часов, тем самым исключая попадание солнечных лучей.

3. Далее на место ожога нанести густой мыльный раствор и промыть водой.

4. После чего на обожженный участок наложить салфетку, смоченную в растворе фурацилина.

5. Через 2–3 ч на месте ожога можно делать примочки, чтобы снять воспаление и дать подсохнуть обожженной коже. Для приготовления примочек используются крепкий черный чай, кора дуба.

Борщевик устроен так, что имеет сильный запах, ощутимый в нескольких метрах от растения, поэтому он является дыхательным и контактным аллергеном.

4.2. Первая помощь при кровотечениях

Кровотечение – излияние крови из поврежденных кровеносных сосудов. Оно является одним из частых и опасных последствий ранений, травм и ожогов. В зависимости от вида поврежденного сосуда различают три вида кровотечений:

– артериальное (возникает при повреждении артерий и является наиболее опасным);

– венозное (возникает при повреждении вен);

– капиллярное (является следствием повреждения мельчайших кровеносных сосудов (капилляров)).

Кровотечения могут быть внешними и внутренними.

Основными признаками внешнего кровотечения являются:

1) из раны сильной пульсирующей струей бьет кровь алого цвета (артериальное);

2) из раны медленной непрерывной струей вытекает темная кровь (венозное);

3) кровоточит вся раневая поверхность (капиллярное).

В среднем в организме взрослого человека циркулирует около 5 л крови. В зависимости от объема вылившейся жидкости врачи выделяют следующие степени кровопотери:

– легкая степень (меньше 0,5 л);

– средняя (меньше 1 л);

– тяжелая (около 1,5 л);

– массивная (около 2,5 л);

– смертельная (около 3 л), т. е. больше половины всего объема крови;

– абсолютно смертельная (больше 3,5 л), т. е. выше 60%.

Потеря более 1 л крови угрожает жизни человека. Поэтому любое кровотечение очень важно остановить как можно быстрее.

Остановка артериального кровотечения осуществляется путем придания кровоточащей области приподнятого положения, наложения давящей повязки, максимального сгибания конечности в суставе и сдавливания при этом проходящих в данной области сосудов, пальцевого прижатия, наложения жгута. Прижатие сосуда осуществляется выше раны, в определенных анатомических точках, там, где менее выражена мышечная масса, сосуд проходит поверхностно и может быть прижат к подлежащей кости. Прижимать лучше не одним, а несколькими пальцами одной или обеих рук.

При *кровотечении в области виска* прижатие артерии производится впереди мочки уха, у скуловой кости.

При *кровотечении в области щеки* сосуды следует прижимать к краю нижней челюсти, впереди жевательной мышцы.

При *кровотечении из ран лица, языка, волосистой части головы* прижатие к поперечному отростку шейного позвонка подложит сонная артерия, по переднему краю грудино-ключично-сосцевидной мышцы, у ее середины.

При *кровотечении в области плеча* подключичная артерия прижимается под ключицей к ребру; осуществляется прижатие

подмышечной артерии в подмышечной впадине к головке плечевой кости.

При *кровотечении в области предплечья и локтевого сгиба* прижимается плечевая артерия у внутреннего края двуглавой мышцы плеча (бицепса) к плечевой кости.

При *кровотечении в паховой области* прижимается брюшная аорта кулаком ниже и слева от пупка к позвоночнику.

При *кровотечении в области бедра* прижатие осуществляется к горизонтальной ветви лобковой кости в точке, расположенной ниже паховой связки.

Пальцевое прижатие для временной остановки кровотечения применяется редко, только в порядке оказания экстренной помощи. Самым надежным способом временной остановки сильного артериального кровотечения на верхних и нижних конечностях является наложение кровоостанавливающего жгута или закрутки, т. е. круговое перетягивание конечности. Существует несколько видов кровоостанавливающих жгутов. При отсутствии жгута может быть использован любой подручный материал (резиновая трубка, брючный ремень, платок, веревка и т. п.).

Порядок наложения кровоостанавливающего жгута:

1) жгут накладывается при повреждении крупных артерий конечностей выше раны, чтобы он полностью пережимал артерию;

2) жгут накладывается при приподнятой конечности, для этого подкладывают под него мягкую ткань (бинт, одежду и др.), делают несколько витков до полной остановки кровотечения. Витки должны ложиться вплотную один к другому, чтобы между ними не попадали складки одежды. Концы жгута надежно фиксируют (завязывают или скрепляют с помощью цепочки и крючка). Правильно затянутый жгут должен привести к остановке кровотечения и исчезновению периферического пульса;

3) к жгуту обязательно прикрепляется записка с указанием времени наложения жгута;

4) жгут накладывается не более чем на 1,5–2 ч, а в холодное время года продолжительность пребывания жгута сокращается до 1 ч;

5) при крайней необходимости более продолжительного пребывания жгута на конечности его ослабляют на 5–10 мин (до восстановления кровоснабжения конечности), производя на это время пальцевое прижатие поврежденного сосуда. Такую манипуляцию

можно повторять несколько раз, но при этом каждый раз сокращая продолжительность времени между манипуляциями в 1,5–2 раза по сравнению с предыдущей. Жгут должен лежать так, чтобы он был виден. Пострадавший с наложенным жгутом немедленно направляется в лечебное учреждение для окончательной остановки кровотечения.

Для **остановки венозного кровотечения** достаточно придать приподнятое положение конечности или максимально согнуть ее в суставе и наложить давящую повязку. При сильном венозном кровотечении прибегают к прижатию сосуда. Поврежденный сосуд прижимают к кости ниже раны.

Остановка капиллярного кровотечения осуществляется с помощью давящей повязки. На кровоточащий участок накладывают бинт (марлю), можно использовать чистый носовой платок или отбеленную ткань.

Кровотечение из носа – явление довольно частое и может быть следствием даже небольшой травмы носа.

Если у вас началось носовое кровотечение, сядьте, слегка наклонившись вперед. Убедитесь, что можете дышать ртом, и крепко зажмите обе ноздри примерно на 10 мин, что позволит образоваться сгустку крови, который закупорит поврежденный сосуд. Постарайтесь не сморкаться в течение нескольких часов после прекращения кровотечения, так как это может сорвать кровяной сгусток.

Обратитесь за помощью, если кровотечение продолжается свыше 20 мин или если вы предполагаете, что нос сломан; это возможно, если кровотечение началось после сильного удара по носу. Неотложная медицинская помощь требуется в случае, если кровотечение возникло после ушиба головы: оно может быть признаком травмы черепа.

Внутренние кровотечения опасны тем, что их не видно. И зачастую человек не может подозревать у себя этого недуга. Внутренние кровотечения бывают явные и скрытые – внутриполостные, невидимые глазом. Внутренние кровотечения подразделяются на группы в зависимости от места локализации кровотечения.

Кровотечение в плевральную полость возникает при ударе, повреждении грудной клетки. Кровь скапливается в плевральной полости и в пораженной половине сдавливает легкие, тем самым препятствуя их нормальной деятельности. При кровотечении в плев-

ральную область пострадавший дышит с трудом, при значительном кровотечении даже задыхается.

Кровотечение в брюшную полость возникает при ударе в живот; в большинстве случаев при этом наблюдается разрыв печени и селезенки. У женщин внутрибрюшное кровотечение бывает при внематочной беременности. Внутрибрюшное кровотечение характеризуется сильными болями в области живота. Пострадавший впадает в шоковое состояние или же теряет сознание.

Самый *главный признак внутреннего кровотечения* – внезапно появляющаяся слабость, которая нарастает. Головокружение, потемнение в глазах, шум в ушах, жажда.

Дыхание поверхностное, учащенное. Пульс частый. Внешний признак – человек становится бледным.

При внутреннем кровотечении пострадавшего укладывают в положении полусидя с согнутыми нижними конечностями, на место локализации кровотечения (грудную клетку или область живота) кладут холодный компресс. При внутрибрюшном кровотечении пострадавшему нельзя давать ни пить, ни есть. Необходимо обеспечить немедленную транспортировку пострадавшего в лечебное учреждение.

4.3. Оказание первой помощи при поражении электрическим током

Электротравма возникает при непосредственном или косвенном контакте человека с источником электроэнергии. Под влиянием тепла, образующегося при прохождении электрического тока по тканям тела, возникают ожоги. Электрический ток обычно вызывает глубокие ожоги.

Электроожог контактный появляется в местах соприкосновения проводников тока с телом человека и по пути его прохождения. Поражения тканей обычно глубокие – III и IV степени, повреждаются мышцы, кости и даже вся конечность, заживают длительно.

В результате непосредственного воздействия тока на организм возникают общие явления (расстройство деятельности центральной нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем и др.). Побочные явления могут вызвать изменения в организме (ослепление и ожоги вольтовой дугой, повреждение органов слуха и т. д.).

К **признакам поражения электрическим током** относятся:

- звук внезапного громкого хлопка или световая вспышка;
- присутствие около пострадавшего оголенного источника электрического тока;
- «метки» тока, чаще всего располагающиеся на кистях и стопах;
- очевидные ожоги на поверхности кожи;
- бессознательное состояние у пострадавшего, неподвижные, чаще всего расширенные зрачки, не реагирующие на свет;
- нарушение дыхания;
- пульс слабый, аритмичный или не определяется вовсе, в том числе на сонной артерии;
- остановка сердца, дыхания (мнимая смерть). В этот период, пока не произошли тяжелые изменения мозга, сердца, легких, организм можно оживить;
- вслед за прекращением работы сердца и остановкой дыхания может наступить смерть.

Первая помощь при поражении электрическим током:

1. Оказывающему помощь рекомендуется надеть на руки сухие перчатки или обернуть кисти рук сухой тканью, надеть резиновые перчатки, под ноги положить изолирующий материал, чтобы не получить смертельное поражение током.

2. Необходимо как можно скорее отключить пострадавшего от источника электрического тока или проводника (выключить рубильник, предохранительные пробки, сбить или отбросить провод сухой палкой, одеждой, бутылкой или перерубить провод топором с деревянным топорищем, предварительно приняв меры самозащиты).

3. После отключения пострадавшего от тока оценить состояние пострадавшего и при необходимости:

- немедленно приступить к оживлению пострадавшего, искусственному дыханию и закрытому массажу сердца до полного восстановления функции дыхания и работы сердца;
- наложить сухие асептические повязки на участки электроожога, убедившись перед этим в восстановлении сердечной деятельности и дыхания;
- при возможных переломах произвести иммобилизацию мест перелома подручными средствами.

4. Затем пострадавшего следует отвезти в ближайшее лечебное учреждение. Во время транспортировки у пострадавшего воз-

можно повторная остановка дыхания и сердца. Поэтому транспортировка таких больных должна осуществляться только на носилках.

4.4. Первая помощь при утоплении, при тепловом и солнечном ударе, при переохлаждении и обморожении

Утопление. В основе утопления лежит попадание жидкости в верхние дыхательные пути и легкие. По виду и причинам различают три вида утопления:

1) первичное (истинное, или «мокрое») – в легкие поступает большое количество воды (не менее 10–12 мл/кг массы тела);

2) асфиксическое («сухое») – стойкий спазм гортани, встречается в 5–20% всех случаев;

3) вторичное – развивается в результате остановки сердца вследствие попадания пострадавшего в холодную воду («ледяной шок», «синдром погружения»), рефлекторной реакции на попадание воды в дыхательные пути или полость среднего уха при поврежденной барабанной перепонке. Для вторичного утопления характерен выраженный спазм периферических сосудов.

При несчастных случаях может наступить смерть в воде, не вызванная утоплением (травма, инфаркт миокарда, нарушение мозгового кровообращения и т. д.).

Особенностями утопления являются:

– в легких случаях – сознание сохранено, но больные возбуждены, отмечается дрожь, частая рвота;

– при относительно длительном утоплении (первичное и асфиксическое) – сознание или отсутствует, или отмечается резкое двигательное возбуждение, судороги, кожные покровы синюшные;

– для вторичного утопления характерна резкая бледность кожных покровов, зрачки расширены, дыхание клочущее, учащенное или при длительном пребывании под водой редкое с участием вспомогательных мышц, при утоплении в морской воде быстро нарастает отек легких, выраженная тахикардия;

– при длительном и вторичном утоплении пострадавший может быть извлечен из воды без признаков дыхания и сердечной деятельности.

Основное правило при спасении тонущего – действовать обдуманно, спокойно и осторожно.

По возможности, необходимо подать тонущему шест или конец одежды, с помощью которой притянуть его к берегу, лодке, либо же бросить ему подручный, не тонущий предмет или спасательный круг. Бросать предметы следует так, чтобы не травмировать тонущего.

Помощь тонущему необходимо оказывать, подплывая сзади, защищаясь от его захвата:

1) если тонущий охватил оказывающего помощь за туловище или за шею спереди, нужно, одной рукой удерживая его за поясницу, ладонью другой руки упереться в подбородок тонущего, пальцами зажать ему нос и сильно толкнуть в подбородок. В крайнем случае оказывающему помощь следует упереться коленом в низ живота тонущего и с силой оттолкнуться от него;

2) если тонущий схватил оказывающего помощь за шею сзади, нужно одной рукой захватить кисть руки тонущего, а другой – подтолкнуть локоть этой же руки. Затем оказывающий помощь должен резко перебросить руку тонущего через свою голову и, не освобождая руки, повернуть тонущего к себе спиной и буксировать его к берегу;

3) если тонущий схватил оказывающего помощь за кисти рук, нужно сжать их в кулаки и сделать сильный рывок наружу, одновременно подтянуть ноги к животу, упереться в грудь тонущего и отталкиваться от него;

4) если тонущий схватил оказывающего помощь за ноги, то для освобождения нужно одной рукой прижать его голову к себе, а другой захватить его подбородок и повернуть от себя.

Если сзади подплыть к тонущему не удастся, следует в нескольких метрах от него нырнуть и, подплыв сбоку, одной рукой оттолкнуть его колено, а другой захватить ногу, рывком за эту ногу повернуть его спиной к себе и буксировать к берегу.

Если пострадавший лежит на дне водоема лицом вверх, оказывающий помощь должен нырнуть и подплыть к нему со стороны головы; если он лежит лицом вниз – подплыть к нему со стороны ног. И в том, и в другом случае оказывающий помощь должен взять пострадавшего подмышки, приподнять, затем сильно оттолкнуться ногами от грунта, всплыть с ним на поверхность и буксировать к берегу.

Буксировать тонущего можно несколькими способами:

– способ «за голову». Для этого оказывающий помощь должен перевести тонущего в положение на спину; поддерживая его в таком положении, обхватить его лицо ладонями – большими пальцами за щеки, а мизинцами – под нижнюю челюсть, закрывая уши и держа лицо над водой. Плыть нужно на спине;

– способ «за руки». Для этого оказывающий помощь должен подплыть к тонущему сзади, стянуть его локти назад за спину и, прижимая к себе, плыть к берегу вольным стилем;

– способ «под руки». Для этого оказывающий помощь должен подплыть к тонущему сзади, быстро подсунуть свою правую (левую) руку под его правую (левую) руку и взять тонущего за другую руку выше локтя. Затем следует прижать тонущего к себе и плыть к берегу на боку.

Для буксировки пострадавшего, находящегося без сознания, оказывающий помощь должен плыть на боку и тянуть пострадавшего за волосы или воротник одежды.

При всех способах буксировки тонущего необходимо, чтобы его нос и рот находились над поверхностью воды.

При спасении тонущего с лодки ее следует подводить к нему кормой или носом, но не бортом. Брать тонущего в лодку необходимо всегда с кормы или носа, так как при вытаскивании через борт лодка может опрокинуться.

Если в лодке находится один только человек, лучше не прыгать в воду, так как неуправляемую лодку легко может отнести. Отправляясь спасать утопающего на лодке без специальных спасательных принадлежностей, следует захватить с собой шест, палку и т. п., чтобы подать тонущему, если он не потерял сознание.

Помощь пострадавшему должна быть оказана сразу же после того, как его извлекли из воды. Если пострадавший находится в бессознательном состоянии (бледен, пульс едва прощупывается или отсутствует, дыхание отсутствует или очень слабое), необходимо немедленно приступить к его оживлению и одновременно послать за врачом.

Неотложная помощь при утоплении:

1. Пострадавшего следует извлечь из воды.
2. Полость рта очистить пальцем, обернутым платком или марлей, от воды, ила, песка, водорослей и слизи.

3. Затем приступить к проведению искусственного дыхания. Тратить время на удаление воды из нижних дыхательных путей не следует. Ошибкой являются попытки удалить «всю» воду из легких. При истинном утоплении больного необходимо быстро уложить животом на бедро согнутой ноги спасателя и резкими толчкообразными движениями сжимать боковые поверхности грудной клетки (в течение 10–15 с), после чего вновь повернуть его на спину. Эти мероприятия нужно выполнять быстро.

4. При потере сознания следует проводить искусственную вентиляцию легких способом «изо рта в нос». Данную процедуру желательно начинать на воде, однако выполнить эти приемы может только хорошо подготовленный, физически сильный спасатель. При извлечении пострадавшего на катер, спасательную лодку или берег необходимо продолжить искусственное дыхание.

5. При отсутствии пульса на сонных артериях следует немедленно начать непрямой массаж сердца.

6. При проведении искусственной вентиляции легких способами «изо рта в рот» или «изо рта в нос» необходимо соблюдение одного условия: голова больного должна быть в положении максимального затылочного разгибания.

7. В отдельных случаях дыхательные пути утонувшего могут оказаться непроходимыми из-за наличия крупного инородного тела в гортани или стойкого спазма гортани.

8. При ознобе необходимо тщательно растереть кожные покровы, обернуть пострадавшего в теплые сухие одеяла. Применение грелок противопоказано, если сознание отсутствует или нарушено.

Искусственное дыхание и наружный массаж сердца нужно делать до появления у пострадавшего устойчивого самостоятельного дыхания или до передачи его медицинскому персоналу.

Помощники (при их наличии) в это время должны растирать и согревать тело пострадавшего.

9. Когда пострадавший начнет дышать, ему необходимо давать нюхать нашатырный спирт, дать выпить 15–20 капель настойки валерианы (на полстакана воды), переодеть в сухое белье, укрыть теплее, напоить крепким чаем и предоставить полный покой до прибытия медицинского персонала.

Тепловой и солнечный удар. При тепловом и солнечном ударе отмечается значительное повышение температуры тела, приводящее к расширению сосудов, гипервентиляции легких,

усилению потоотделения. В результате развивается обезвоживание, снижается деятельность сердца, периферический сосудистый тонус и уровень артериального давления, возникает кислородное голодание мозга с судорогами.

Основными признаками теплового и солнечного удара являются: сильные головные боли, возбуждение, утрата контакта с пострадавшим, тошнота, рвота, судороги, потеря сознания различной степени – вплоть до коматозного состояния. Температура тела повышается до 40°C и выше; кожные покровы сначала влажные, а впоследствии сухие, покрасневшие. Дыхание частое, поверхностное. Тоны сердца глухие, пульс резко учащен, уровень артериального давления снижен.

Первая помощь при тепловом ударе:

1. Устранить воздействие высоких температур на организм пострадавшего.

2. Снизить высокую температуру (гипертермию) у пострадавшего физическими средствами, поместив его в прохладное место, напоить холодной водой (при наличии сознания).

3. Обернуть тело пострадавшего простыней, смоченной холодной водой.

4. Позвонить 103, 112 и контролировать состояние пострадавшего до приезда скорой помощи.

Переохлаждение и обморожение. Повреждение тканей в результате воздействия низкой температуры называется обморожением. Наиболее подвержены обморожению пальцы, кисти, стопы, уши, нос.

Первая помощь при обморожении:

1. Немедленно согреть пострадавшего, особенно обмороженные части тела, и восстановить в них кровообращение. Для чего пострадавшего надо как можно быстрее перевести в теплое помещение. Согревание пораженной части тела должно быть постепенным, медленным, преимущественно пассивным.

2. Пострадавшего нужно укутать в теплое одеяло (при общем переохлаждении) или (при обморожении) наложить на пораженную часть тела термоизолирующую ватно-марлевую повязку (7 слоев) для кумуляции тепла и предотвращения преждевременного согревания поверхностных тканей (и, соответственно, образования перепада температур между поверхностными и глубокими тканями). Применение термоизолирующей повязки позволяет в не-

сколько раз замедлить внешнее согревание пораженного участка при обеспечении общего согревания организма.

3. Позвонить 103, 112, наблюдать за состоянием пострадавшего до прибытия бригады скорой медицинской помощи, регулярно оценивая наличие у него сознания, дыхания, пульса.

4. Если обморожена рука или нога, ее можно согреть в ванне, постепенно повышая температуру воды с 20 до 40°C и в течение 40 мин нежно массируя конечность. На внутреннюю поверхность бедра или плеча можно дополнительно положить теплую грелку. После ванны (согревания) поврежденные участки надо высушить (протереть), закрыть стерильной повязкой и тепло укрыть.

5. При обморожении ограниченных участков тела (нос, уши) их можно согреть с помощью тепла рук оказывающего первую помощь.

6. Пострадавшему дают горячий кофе, чай, молоко и принимают меры по быстрой доставке его в лечебное учреждение.

Недопустимо растирать обмороженные участки тела руками, тканями, спиртом, снегом (эти меры способствуют тромбообразованию в сосудах, углубляя процессы деструкции пораженных тканей).

Нельзя смазывать поврежденные участки жиром и мазями, так как это значительно затрудняет последующую первичную обработку.

При оперативном и грамотном оказании доврачебной помощи часто удается спасти обмороженных и избежать тяжелых последствий обморожения.

Обмороженные участки надолго сохраняют повышенную чувствительность к холоду, легко подвергаются повторному обморожению и поэтому в дальнейшем нуждаются в особенно надежной защите.



ЗАДАНИЯ

Задание 1. Изучить особенности несчастных случаев, описать их воздействие на организм человека.

Задание 2. Описать алгоритмы оказания первой помощи пострадавшим при ожогах, при поражении опасными химическими веществами, при кровотечениях, при поражении электрическим током, при утоплении, при тепловом и солнечном ударе, при переохлаждении и обморожении.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каков алгоритм действий при оказании первой помощи при ожогах, при поражении опасными химическими веществами?
2. Опишите методику оказания первой помощи при кровотечениях.
3. Приведите методику оказания первой помощи при поражении электрическим током.
4. Каков алгоритм действий при оказании первой помощи в случае утопления?
5. Опишите методику оказания первой помощи при тепловом и солнечном ударе.
6. Приведите методику оказания первой помощи при переохлаждении и обморожении.



ЛИТЕРАТУРА

Алгоритмы оказания первой помощи пострадавшим на месте происшествия: учеб.-метод. пособие / А. Л. Станишевский [и др.]. – Минск: БелМАПО, 2020. – 114 с.

5. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: ВИДЫ, ИСТОЧНИКИ, ПРОБЛЕМЫ

Цель работы: ознакомиться с основными видами загрязнения окружающей среды и изучить мероприятия по охране природной среды.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Загрязнение окружающей среды – это ущерб, наносимый природе, среде обитания вредными веществами, выбросами, отходами. Проблемы загрязнения окружающей среды являются одними из актуальных проблем XXI в.

5.1. Загрязнение атмосферного воздуха. Основные мероприятия по охране и регулированию состояния атмосферы

Под *атмосферным загрязнением* понимают присутствие в воздухе газов, паров, частиц твердых и жидких веществ, которые неблагоприятно влияют на живые организмы (человека, растения, животных), климат, материалы, здания и сооружения.

По характеру загрязнителя различают следующие виды загрязнения атмосферы:

– *физическое* – механическое (пыль, твердые частицы), радиоактивное, электромагнитное (различные виды электромагнитных волн, в том числе радиоволны), шумовое и тепловое загрязнение;

– *химическое* – загрязнение газообразными веществами и аэрозолями. Основные химические загрязнители атмосферного воздуха – это оксиды углерода, оксиды азота, диоксид серы, углеводороды, альдегиды, тяжелые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr) и др.;

– *биологическое* – в основном загрязнение микробной природы, например, загрязнение воздуха вегетативными формами и спорами

бактерий и грибов, вирусами, а также их токсинами и продуктами жизнедеятельности.

Загрязнение атмосферы может иметь природный или антропогенный характер (рисунок).



Источники загрязнения атмосферы

Все загрязняющие атмосферный воздух вещества оказывают отрицательное влияние на здоровье человека. Эти вещества попадают в организм преимущественно через дыхательную систему. Органы дыхания страдают от загрязнения непосредственно, поскольку до 50% частиц радиусом 0,01–0,10 мкм, проникающих в легкие, осаждаются в них. Установлена зависимость между уровнем загрязнения воздуха и такими заболеваниями, как поражение верхних дыхательных путей, сердечная недостаточность, бронхит, астма, пневмония, эмфизема легких, а также болезни глаз.

Основными загрязнителями атмосферного воздуха в Беларуси являются: автотранспорт (более 70% загрязняющих веществ), промышленные предприятия, объекты энергетики, трансграничные выбросы. Для Беларуси характерен западный перенос воздушных масс, в результате чего наша страна считается одной из наиболее загрязняемых стран Европы за счет трансграничного переноса.

Главной целью защиты атмосферного воздуха в республике является улучшение его качества для обеспечения экологически безопасной жизнедеятельности человека.

Меры по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу и улучшению качества воздуха. Мероприятия по охране воздушной среды можно подразделить на контрольно-регламентирующие, планировочные, санитарно-технические и технологические.

Контрольно-регламентирующие мероприятия направлены на принуждение субъектов природопользования к недопущению или ограничению ими их вредного воздействия на атмосферу. К ним относятся:

1) установление стандартов и удельных технических нормативов выбросов;

2) научно обоснованное установление допустимых величин выбросов загрязнителей в воздушную среду для субъектов хозяйствования и источников выбросов;

3) производство транспортных средств с соблюдением нормативов выбросов загрязняющих веществ, соответствующих стандартам ЕС;

4) организация контроля за объемами летучих выбросов и состоянием воздушного бассейна;

5) повсеместный контроль выбросов от передвижных источников, перевод автотранспорта на сжатый и сжиженный газ и другие альтернативные виды топлива;

6) внедрение нейтрализаторов для отработавших газов автомобилей и фильтров для сажи;

7) запрет использования отдельных особенно опасных веществ, технических средств и функционирования экологически вредных производств.

Планировочные мероприятия, как правило, обеспечивают местную защиту воздушного бассейна в пределах территорий проживания людей для поддержания безопасных условий их жизнедеятельности. К ним относятся мероприятия по оптимизации размещения предприятий – загрязнителей воздуха:

– учет метеорологических условий местности (в первую очередь свойственной ей розы ветров, а также рельефа);

– создание санитарно-защитных зон вокруг источников загрязнения;

– вынос наиболее опасных производств за пределы населенных пунктов;

- рациональная планировка городской застройки;
- озеленение поселений.

Санитарно-технические мероприятия по охране атмосферного воздуха направлены на как можно большее улавливание загрязнителей либо их рассеивание до неопасных концентраций в пределах значительных пространств вокруг источников выбросов. Они включают:

- 1) создание максимально высоких отводных каналов (например, дымовых труб);
- 2) оснащение опасных производственных объектов средствами газо- и пылеочистки;
- 3) герметизацию технологического и транспортного оборудования.

Технологические мероприятия считаются наиболее эффективными с экологической точки зрения мероприятиями по защите воздушного бассейна. Однако зачастую они являются весьма затратными и оказываются экономически не оправданными:

– внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий в промышленности и энергетике, сводящих к минимуму или вообще исключающих образование и выброс в воздух посторонних вредных веществ либо генерирование опасных физических воздействий на среду. Например, это могут быть усовершенствованные технологии сжигания топлива, внедрение в практику новых, более экологичных видов топлива и др.;

– внедрение прогрессивных методов очистки отходящих газов, в том числе сернистых соединений, оксида азота, углеводородов, и оснащение источников выбросов эффективным оборудованием;

– организация производства и использование низкосернистого мазута и других «экологически чистых» видов топлива.

5.2. Загрязнение водных ресурсов. Основные мероприятия, обеспечивающие рациональное использование и охрану водных объектов

Водные ресурсы Беларуси представлены реками, озерами, водохранилищами, грунтовыми и подземными водами. Беларусь располагается в бассейнах Черного и Балтийского морей (58 и 42% годового стока), относится к средней по водообеспеченности территории.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 80% всех инфекционных болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством воды либо нарушением санитарно-гигиенических норм вследствие ее недостатка. Инфекционные заболевания водной этиологии регистрируются преимущественно в развивающихся странах с низким санитарным уровнем жизни. В настоящее время треть населения земного шара (около 2 млрд человек) лишена возможности потреблять в достаточном количестве чистую пресную воду, 61% сельских жителей развивающихся стран не могут пользоваться безопасной в эпидемиологическом отношении водой.

Запасы питьевой воды в мире ограничены, поэтому проблема сохранения качества воды является на данный момент самой актуальной. Загрязнение вод бывает: химическое, физическое (тепловое), биологическое (органическое).

Химическое загрязнение представляет собой изменение естественных химических свойств воды за счет увеличения содержания в ней вредных примесей неорганической (минеральные соли, кислоты, щелочи, глинистые частицы) и органической природы (нефть и нефтепродукты, органические остатки, поверхностно-активные вещества, пестициды).

Химическое загрязнение водных источников вызывают в основном сточные воды предприятий, содержащие в токсичных количествах соли тяжелых металлов, нитраты и нитриты, сульфаты и сульфиды, персульфаты, нефтепродукты, фенолы, пестициды и другие химические соединения, которые нарушают процессы фотосинтеза, обуславливают непригодность воды для рыбного хозяйства, рекреационных целей и хозяйственно-питьевого назначения. Наиболее распространены следующие основные химические загрязнители вод.

Пестициды – средства защиты растений, которые попадают в водоемы с дождевыми и талыми водами с поверхности почвы. При обработке полей препараты сносятся потоками воздуха и осаждаются на поверхности водоема.

Детергенты. Разнообразное применение моющих средств и эмульгаторов для мытья посуды, тканей, автомобилей, для личной гигиены привело к все увеличивающемуся попаданию их в сточные воды. Особенно широкое распространение получили синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), которые входят в

состав моющих и чистящих средств. Присутствие в водоемах СПАВ изменяет химический состав природных вод и естественный ход протекающих в них биохимических процессов, угнетающе действует на биоценозы водной среды, вызывает гибель многих гидробионтов. Так, смертельная концентрация СПАВ для многих рыб составляет 3–5 мг/л, для планктона – около 2 мг/л. У теплокровных животных детергенты нарушают функции биомембран, усиливая тем самым токсическое и канцерогенное влияние других токсикантов.

Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере всей планеты, включая воздух, воду, пищу. У человека под воздействием диоксинов могут появляться депрессии, необоснованные приступы гнева, головные боли, нарушение зрения, потеря слуха, обоняния, вкусовых ощущений.

Величина летальной дозы для этих веществ достигает 6–10 г на 1 кг живого веса, что существенно выше аналогичной величины для некоторых боевых отравляющих веществ. В организм человека диоксины проникают несколькими путями: 90% – с водой и пищей через желудочно-кишечный тракт, остальные 10% – с воздухом и пылью через легкие и кожу. Главными источниками образования диоксинов являются продукты сгорания топлива, производство стали, предприятия целлюлозно-бумажной промышленности, выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания, сточные воды, газовые выбросы.

Тяжелые металлы. Ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь, мышьяк являются тяжелыми металлами и относятся к числу распространенных и весьма токсичных загрязняющих веществ. Они широко применяются в разнообразных промышленных производствах, поэтому, несмотря на очистные мероприятия, содержание соединений тяжелых металлов в промышленных сточных водах довольно высокое. Большое количество таких соединений поступает в океан через атмосферу. Под воздействием тяжелых металлов у человека развиваются тяжелые сердечно-сосудистые заболевания.

Ртуть представляет особую опасность, переносится в океан с материковым стоком и через атмосферу. Около половины

(910 тыс. т/год) годового промышленного производства этого металла различными путями попадает в океан. В районах, загрязняемых промышленными водами, концентрация ртути в растворе и взвешях сильно повышается. Источниками загрязнения могут быть отходы предприятий по производству хлорвинила и ацетальдегида, на которых в качестве катализатора используется хлористая ртуть и др. При этом некоторые бактерии переводят хлориды в высокотоксичную метилртуть. Заражение морепродуктов неоднократно приводило к ртутному отравлению прибрежного населения.

Нефть и нефтепродукты. Нефть и нефтепродукты являются наиболее распространенными загрязняющими веществами в Мировом океане. Наибольшие потери нефти связаны с ее транспортировкой из районов добычи. Начиная с 1964 г. в Мировом океане пробурено около 2 тыс. скважин. Вследствие «обычных» утечек ежегодно теряется 0,1 млн т нефти. Большие массы нефтепродуктов поступают в моря по рекам, с бытовыми и ливневыми стоками, со стоками промышленности. Объем загрязнений из этих источников составляет 2,5 млн т/год.

Физическое (тепловое) загрязнение вод – это форма, которая возникает в результате повышения температуры окружающей среды. Его причинами в основном являются промышленные выбросы нагретого воздуха, крупные пожары. Тепловое загрязнение окружающей среды связано с работой предприятий химической, целлюлозно-бумажной, металлургической, деревообрабатывающей промышленности, а также ТЭС и АЭС, которые требуют больших объемов воды для охлаждения оборудования.

Биологическое загрязнение заключается в изменении свойств водной среды в результате увеличения количества несвойственных ей микроорганизмов, растений и животных (бактерии, грибы, черви), привнесенных извне.

Мероприятия, обеспечивающие рациональное использование и охрану водных объектов. В целях минимизации воздействия на поверхностные и подземные воды внедряются следующие планировочные и технические решения:

1) экономия питьевой воды, рациональное ее использование, минимизация водопотребления за счет внедрения водосберегающих технологий, оборотного водоснабжения и утилизации очищенных сточных вод;

2) использование очистных сооружений, препятствующих загрязнению воздуха, почвы, воды;

3) создание водоохраных зон и прибрежных охранных полос, в которых запрещено перепашивание земли под сельскохозяйственные наделы, размещение на берегах водоемов складов минеральных удобрений, химических веществ, горюче-смазочных материалов;

4) жесткий контроль за сбрасыванием в воду канализационных и других стоков (в том числе с животноводческих комплексов), за мытьем машин около водоемов и водотоков;

5) организация производственной, ливневой и хозяйственно-бытовой канализации с раздельным сбором, последующей очисткой и утилизацией стоков, с учетом характера их загрязнения;

6) благоустройство и озеленение незастроенных территорий;

7) герметизация и защита от коррозии колонн скважин, трубопроводов, емкостей и т. п.

Качество питьевой воды является серьезной проблемой, особенно для сельских районов, где население пользуется неглубокими колодцами. В Беларуси качество воды в 40–50% колодцев не отвечает действующим стандартам. Из общего числа опробованных подземных источников более 30% не соответствует СанПиН по химическим показателям и около 6% – по микробиологическим.

Значительное количество водозаборных скважин (14%) не обеспечено водоохраными зонами строгого режима, и около 80% коммунальных водопроводов не имеют необходимого комплекса очистных (главным образом обезжелезивающих и озонирующих) сооружений.

5.3. Загрязнение земельных ресурсов, их виды и источники. Рациональное использование и охрана земельных ресурсов

В структуре земельных ресурсов Республики Беларусь по видам земель преобладают лесные и сельскохозяйственные земли, доля которых по состоянию на 01.01.2022 составляет 39,4 и 43,0% соответственно. Уменьшение площади сельскохозяйственных земель связано, как правило, с переводом малопродуктивных и несельскохозяйственных земель, а также с изъятием сельскохозяйственных земель и предоставлением их для несельскохозяйственных целей.

Почва – особое природное образование, которое возникло в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под совместным воздействием воздуха, воды и живых организмов. Процесс почвообразования сложен и длителен. Почва – основной источник продовольствия. В настоящее время деградации подвергается треть поверхности Земли, что, соответственно, влияет на жизнь более 1 млрд человек. Как считают эксперты Организации Объединенных Наций (ООН), современные потери продуктивных земель привели к тому, что к настоящему времени мир лишился почти $\frac{1}{3}$ своих пахотных земель. Такая потеря в период значительного роста населения и увеличения потребности в продовольствии может стать поистине губительной для человечества.

Почвой называется рыхлый плодородный поверхностный слой земной коры, представляющий собой комплекс минеральных и органических частиц, заселенный огромным количеством микроорганизмов, простейших, беспозвоночных (червей, нематод) и насекомых. Почти все экологические функции почвы базируются на обобщенном показателе – почвенном плодородии.

Плодородие почв – способность почв удовлетворять потребность растений в питательных элементах и воде, обеспечивать корневую систему благоприятной химико-физической средой для нормального роста и развития.

Важнейшей составной частью почвы, определяющей ее плодородие, является **гумус** (от лат. *humus* – земля, почва), или перегной, образовавшийся в результате разложения органических остатков и содержащий элементы питания растений.

К **основным приемам по повышению плодородия почв** относятся: внесение органических и минеральных удобрений, известкование, соблюдение севооборотов, качественная обработка почвы, проведение мелиоративных мероприятий, а также рекультивации (восстановление после нарушения).

Основные причины потерь и деградации почв. Выделяют следующие основные виды антропогенного воздействия на почвы: эрозия (водная и ветровая), опустынивание, загрязнение, вторичное засоление и заболачивание, отчуждение земель для промышленного и коммунального строительства. Уничтожение растительности, перевыпас скота, химические способы борьбы с сорняками и насекомыми-вредителями также являются типичными причинами деградации почв и опустынивания территорий.

Почвенная эрозия (от лат. *erosio* – разъедание) особенно велика в больших и густонаселенных странах. В США, например, около 44% обрабатываемых земель подвержено эрозии. В России полностью исчезли уникальные богатые черноземы с содержанием гумуса 14–16%, которые называли цитаделью русского земледелия; площади плодородных земель с содержанием гумуса 10–13% сократились почти в 5 раз.

Почвы Беларуси характеризуются значительным количеством эродированных и эрозионно опасных земель, которые занимают площадь около 4 млн га (19% всей территории). Ведущая роль принадлежит водной эрозии, которой подвержены 84% всех эродированных почв, на ветровую эрозию приходится 16%.

Водная эрозия вызывается неурегулированностью поверхностного стока дождевых или талых вод и начинает проявляться при уклоне более 1°. Выделяют два основных типа водной эрозии: плоскостную (поверхностную) и линейную (овражную). *Плоскостная эрозия* развивается в условиях сглаженных однородных склонов, когда вода стекает равномерным слоем. Происходит равномерный смыв почвы со всей эродированной поверхности, что вызывает уменьшение мощности гумусового горизонта и в целом почвы. В результате *линейной эрозии* размываются не только верхние горизонты почвенного профиля, но и подстилающие их породы. Образуются овраги глубиной до нескольких десятков метров. Овражная эрозия не только выносит питательные вещества из почвы, но и разделяет пашню на отдельные участки, затрудняя ее обработку и сельскохозяйственное использование, а также иссушает территорию.

Ветровая эрозия – это выдувание почвы, снос ее и переотложение продуктов разрушения ветром. Ветровую эрозию почв обычно делят на два подтипа: пыльные (черные) бури и повседневную (местную) эрозию. *Местная ветровая эрозия* проявляется в виде смерчей или поземок. Она более характерна для Беларуси. *Пыльные бури* протекают при сильных ветрах, на больших территориях (охватывают несколько крупных районов) и сопровождаются значительным разрушением почвы и загрязнением воздуха.

Мероприятия по борьбе с эрозией почв:

1) *почвозащитные севообороты* (посев культур, хорошо защищающих почву от эрозии (многолетние травы, озимые, густопо-

кровные культуры), возделывание пропашных культур на склоновых землях усиливает проявление эрозии);

2) *агротехнические противоэрозионные мероприятия* (обработка и посев культур поперек склона, бороздование и обвалование зяби, глубокое рыхление почвы, полосное рыхление, кротование, щелевание, удобрение эродированных почв, создание мощного растительного покрова для защиты почв от эрозии);

3) *гидротехнические мероприятия* (строительство прудов, водоемов, лиманов, валов с широким основанием и других сооружений для задержания стока талых и ливневых вод; закрепление оврагов и промоин путем строительства простейших гидротехнических сооружений (распылителей поверхностного стока, водозадерживающих и водоотводящих валов и канав, водосбросных вершинных устройств и донных запруд));

4) *лесомелиоративные противоэрозионные мероприятия* (залужение эродированных почв, которые особенно сильно подвержены эрозии; посадка леса на подверженных ветровой эрозии песчаных почвах; облесение территорий с сильно расчлененным рельефом, крутосклоновых земель);

5) *водоохранные лесные насаждения* вокруг прудов и водоемов.

Опустынивание – деградация земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека. Около $\frac{1}{6}$ населения мира страдает от процесса опустынивания, который происходит особенно бурно в жарких, засушливых районах. Средняя скорость опустынивания составляет 5–7 тыс. км²/год. В среднем за год 6 млн га обрабатываемых земель подвергаются опустыниванию. Деградация земель в засушливых районах определяется как снижение или потеря биологической или экономической продуктивности засушливых земель. Причинами опустынивания являются: дефицит воды, засуха, аридизация климата, вырубка лесов, перевыпас скота, недостаток дренированности, снижение уровня грунтовых вод и др. Как следствие опустынивания уменьшается производительность сельского хозяйства, снижается уровень жизни населения, увеличивается детская смертность, большая часть населения мигрирует из засушливых районов, сокращается биологическое разнообразие и др.

Деградация торфяно-болотных почв в Республике Беларусь. Общая площадь мелиорированных земель в Республике Беларусь со-

ставляет более 3 млн га (16,4% территории страны). Для значительной части мелиоративных систем требуется реконструкция. Продолжается уменьшение слоя торфа на осушенных торфяниках при их интенсивном использовании под пропашные и зерновые культуры. К настоящему времени в Беларуси остаются деградированными около 223 тыс. га торфяников, главным образом в Полесье, на которых слой торфа разрушен полностью или составляет менее 30 см. Поэтому требуется модернизация технически устаревших мелиоративных систем. В государственной поддержке нуждаются не только осушенные земли, но и территории, на которых сохранились пока естественные болотные экосистемы. Для этого предполагается дальнейшее осуществление Национальной стратегии и плана действий по использованию, восстановлению и охране болот и торфяных месторождений, а также мероприятий по выполнению Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием.

Защита торфяно-болотных почв от эрозии и мелиорации.

Торфяно-болотные почвы при осушении, в особенности при переосушении и пересыхании, развеваются ветром. Возможность развевания торфяных почв усиливается еще и потому, что они имеют весьма низкий удельный вес. Для сохранения и повышения плодородия мелиорированных почв и предотвращения их разрушения необходимо осуществлять следующие мероприятия:

- выдерживать оптимальные нормы осушения, не переосушать почвы;
- мелкозалежный торфяник использовать только под многолетние травы;
- применять систему земледелия с положительным балансом органического вещества;
- при освоении осушенных массивов оставлять под лесом песчаные малогумусные почвы на буграх и повышениях;
- в проектах мелиоративных работ предусматривать почвозащитные полосы из существующей древесной растительности;
- создавать почвозащитные лесные полосы на уже освоенных крупных массивах;
- раскорчевку кустарника на минеральных осушенных почвах вести таким образом, чтобы не разрушать перегнойный горизонт;
- при освоении почв с малогумусным горизонтом вспашку заменять культивацией, так как при проведении вспашки выворачивается на поверхность бесплодный горизонт;

– на освоенных торфяно-болотных почвах необходимо производить ранний посев с тем, чтобы ко времени подсыхания почвы развились всходы, защищающие ее от развевания. При посеве также следует осуществлять прикатывание почвы кольчатыми катками.

Засоление – это избыточное содержание солей в почве, которые в данных количествах токсичны для сельскохозяйственных культур. Вторичное засоление связано непосредственно с человеком при неумеренном поливе или поливом водами, минерализация которых составляет от 2 г/л и более. Внесение в почву минеральных удобрений является эффективным средством управления почвенным плодородием. Но поступление большого количества минеральных удобрений в почву оказывает и негативное влияние на происходящие почвенные процессы. Появление в почве большого количества химических соединений, да еще в больших концентрациях, подавляет жизнедеятельность почвенных организмов. Например, высокие дозы азотных удобрений вызывают минерализацию гумуса, микробный токсикоз почвы. Кроме того, в атмосферу выделяется оксид азота, способствующий разрушению озонового слоя. Негативно влияют и внесенные в больших количествах азотные удобрения на организм человека, приводят к накоплению нитратов, вызывая острые расстройства пищеварения, накопление в организме канцерогенных соединений, которые провоцируют развитие аллергических и онкологических заболеваний.

Загрязнение почвы тяжелыми металлами. Негативные последствия провоцируются переизбытком любых инородных примесей в грунтовых слоях. Загрязнение тяжелыми металлами происходит из-за быстрорастущего сельского хозяйства и металлургической промышленности, неправильной утилизации отходов, удобрений и пестицидов. Некоторые металлы влияют на биологические функции и рост, в то время как другие металлы накапливаются в одном или нескольких органах, вызывая множество серьезных заболеваний, в том числе и рак. Самыми опасными, с учетом степени их токсичности, считаются ртуть, кадмий и свинец. Пахотные почвы загрязняются такими элементами, как Hg, As, Pb, Cu, Sn, Bi, которые попадают в почву в составе ядохимикатов, биоцидов, стимуляторов роста растений, структурообразователей. Нетрадиционные удобрения, изготавливаемые из различных отходов, часто содержат большой набор загрязняющих веществ с высокими

концентрациями. Из традиционных минеральных удобрений фосфорные удобрения содержат примеси Mn, Zn, Ni, Cr, Pb, Cu, Cd.

Загрязнение почвы твердыми бытовыми отходами (ТБО).

Жизнь человека и его деятельность всегда сопровождалась образованием отходов. Бытовые отходы могут содержать патогенные микроорганизмы, грибки, яйца гельминтов. Опасность заключается в том, что они могут проникать в водоемы, загрязнять почвы, являются возбудителями кишечных инфекций, туляремии, бруцеллеза. Длительно выживают в почве спорообразующие патогенные микроорганизмы столбняка, газовой гангрены, сибирской язвы и ботулизма. Заражение столбняком и газовой гангреной происходит при попадании такой почвы в царапины, раны и поврежденные кожные покровы.

Рациональное использование и охрана земельных ресурсов.

Для рационального использования и охраны земельных ресурсов требуется:

- 1) совершенствование земельных отношений и оптимизация сельскохозяйственного землепользования;
- 2) дальнейшее ведение государственного земельного кадастра и мониторинга, в том числе радиоэкологического;
- 3) внедрение экологически безопасных систем земледелия;
- 4) оптимизация структуры земельного фонда путем репрофилирования низкопродуктивных и экологически неустойчивых земель;
- 5) защита почв от водной и ветровой эрозии;
- 6) реабилитация земель, загрязненных радионуклидами;
- 7) сохранение мелиорированных земель, особенно осушенных торфяников;
- 8) облесение малопродуктивных сельскохозяйственных земель;
- 9) рекультивация нарушенных земель;
- 10) охрана почв от загрязнения тяжелыми металлами;
- 11) рациональное использование продуктивных сельскохозяйственных угодий;
- 12) снижение чрезмерных рекреационных и других антропогенных нагрузок на земли.

Непосредственно с проблемами использования почв связаны и вопросы продовольственной безопасности государства. Продовольственная безопасность – официально принятая в международ-

ной практике экономическая категория, которая используется для характеристики состояния продовольственного рынка страны или группы стран, при котором обеспечивается гарантированный доступ всех социальных групп населения к жизненно важным продуктам питания в любое время и объемах, достаточных для достижения медицинских норм потребления.



ЗАДАНИЯ

Задание 1. Изучить характеристику видов загрязнителей атмосферы, заполнить табл. 5.1.

Таблица 5.1

Характеристика загрязнителей атмосферы

Вид загрязнения атмосферы	Характеристика вида загрязнителя
Физическое	
Химическое	
Биологическое	

Задание 2. Описать меры по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу и мероприятия по охране и регулированию состояния воздушной среды.

Задание 3. Дать характеристику основных видов загрязнителей водных ресурсов, заполнить табл. 5.2.

Таблица 5.2

Характеристика загрязнителей водных ресурсов

Вид загрязнения водных объектов	Характеристика вида загрязнителя
Физическое	
Химическое	
Биологическое	

Задание 4. Привести примеры мероприятий рационального использования и охраны водных объектов.

Задание 5. Дать определение почвы, почвенного плодородия. Перечислить приемы повышения почвенного плодородия.

Задание 6. Описать основные причины потерь и деградации почв.

Задание 7. Изучить мероприятия рационального использования и охраны земельных ресурсов и почвенного покрова.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите виды загрязнений атмосферы и основные направления охраны и обеспечения качества воздушного бассейна.

2. Приведите основные задачи охраны и рационального природопользования водных ресурсов.

3. Перечислите причины деградации и мероприятия рационального использования и охраны земельных ресурсов и почвы.



ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. – Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2021. – 203 с.

2. Кулеш, В. Ф. Экология: пособие / В. Ф. Кулеш, В. М. Каплич. – Минск: БГТУ, 2022. – 494 с.

6. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В МИРЕ И РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Цель работы: изучить рациональное использование природных ресурсов в мире и Республике Беларусь.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Понятие «природные ресурсы» выражает непосредственную связь природы с деятельностью человека. *Природные ресурсы* (естественные ресурсы) – это часть совокупности природных условий и важнейших компонентов природной среды, которые используются либо могут использоваться для удовлетворения потребностей человека и общественного производства.

К основным природным ресурсам относятся атмосфера, вода и водные экосистемы, земельные, лесные и минеральные ресурсы, растительный и животный мир. Истощение природных ресурсов с экологических позиций – это несоответствие между безопасными нормами изъятия природного ресурса из природных систем и недр и потребностями человечества.

Природно-ресурсный потенциал региона – совокупность природных ресурсов региона, которые используются или могут быть использованы в хозяйстве с учетом тенденций научно-технического прогресса.

Природно-ресурсный потенциал страны и регионов изменяется в процессе природопользования, что обусловлено истощением отдельных видов природных ресурсов вследствие их исчерпаемости или нерационального использования, а также научно-технический прогресс открывает возможности вовлечения в оборот новых видов природных ресурсов с целью расширения сырьевой и топливно-энергетической базы экономики.

Природопользование – совокупность процессов взаимоотношения природы и человека. Деятельность человека оказывает все возрастающее воздействие на устойчивость и целостность экосистем. Задачи природопользования на практике можно свести к решению следующих проблем:

- извлечение и переработка природных ресурсов;
- использование и охрана природных условий;
- сохранение экологического баланса биосферы, служащего основой сохранения природно-ресурсного потенциала планеты.

Загрязнение окружающей среды в зависимости от обуславливающих его причин может быть естественное (природное) и антропогенное (искусственное).

Естественное (природное) загрязнение вызывается независимыми от человека природными процессами и явлениями, такими как вулканическая деятельность, выветривание горных пород, дефляция – снос почвенных частиц ветром, массовое цветение растений, возникшие в силу природных причин пожары.

Антропогенное (искусственное) загрязнение связано с поступлением в окружающую среду загрязняющих факторов вследствие деятельности человека.

Охрана природы – это комплекс мер по сохранению, рациональному использованию и восстановлению компонентов неживой и живой природы. Охрана природы включает комплекс научно-технических, производственных, экономических и административных мер, связанных с сохранением чистоты воздуха, воды, почвы, сохранением растительного и животного мира, памятников природы, сбережением видового разнообразия планеты Земля, ее недр, водных ресурсов, атмосферного воздуха.

Одними из основных принципов охраны природы, согласно Закону Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», являются: принцип соблюдения права граждан на благоприятную окружающую среду и возмещение вреда, причиненного нарушением этого права; принцип охраны, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов как необходимых условий обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности.

Перед человечеством стоит проблема сохранения, рационального использования и возобновления природных ресурсов. Одним из механизмов регулирования потребления природных ресурсов

является управление природопользованием, планирование использования природных ресурсов и прогнозирование возможных последствий их уменьшения (сокращения).

Классификация природных ресурсов и основные направления их рационального использования. Природные ресурсы можно классифицировать по основным признакам.

1. В зависимости от происхождения различают:

– *земельный фонд* – лесные, сельскохозяйственные земли, земли населенных пунктов, земли несельскохозяйственного назначения (промышленности, транспорта). Мировой земельный фонд занимает 13,4 млрд га, земельные ресурсы Республики Беларусь составляют 20 762,8 тыс. га;

– *лесной фонд* – совокупность лесов, лесных и нелесных земель в границах, установленных в соответствии с лесным и земельным законодательством;

– *водные ресурсы* – подземные и поверхностные воды, которые могут быть использованы для различных целей в хозяйстве;

– *биологические ресурсы* – живые компоненты биосферы, ресурсы флоры и фауны, являющиеся источниками получения человеком материальных и духовных благ, которые может использовать человек, не нарушая экологического равновесия;

– *минеральные ресурсы* – все пригодные для употребления составляющие литосферы, скопление минералов в земной коре, используемые как минеральное сырье или источники энергии, в том числе полезные ископаемые (рудные, нерудные, топливно-энергетические ресурсы);

– *энергетические ресурсы* – совокупность энергии Солнца и космоса, атомно-энергетических, топливно-энергетических, термальных и других источников энергии.

2. По критерию хозяйственного использования ресурсы бывают:

– *промышленные* (топливно-энергетические ресурсы, все виды промышленного сырья, а также водные, биологические и земельные ресурсы);

– *сельскохозяйственные* (почвенные, водные и агроклиматические ресурсы);

– *рекреационные* (природные комплексы, историко-культурные объекты и экономический потенциал территории).

3. Исходя из степени исчерпаемости природные ресурсы делят на две группы:

- *исчерпаемые;*
- *неисчерпаемые.*

Исчерпаемые ресурсы подразделяют на возобновляемые (возобновимые) и невозобновляемые (невозобновимые).

К *возобновляемым (возобновимым) природным ресурсам* относятся те природные ресурсы, которые могут возобновляться во времени: растения, животные, человеческая популяция, почвы, торф, атмосферный кислород и др. Состояние этих ресурсов в большей мере определяется интенсивностью и характером хозяйственной деятельности человека.

Невозобновляемыми (невозобновимыми) природными ресурсами являются те естественные ресурсы, которые не могут быть восстановлены в современной геологической эпохе. К ним относятся полезные ископаемые и топливо: каменный уголь, нефть, газ, металлические руды и др. Эти виды ресурсов имеют конечные запасы и практически больше не восполняются в биосфере в связи с невозможностью воссоздания тех специфических физико-химических условий, при которых они были образованы ранее.

Неисчерпаемые природные ресурсы – это атмосферный воздух, вода, космические ресурсы, связанные единым круговоротом вещества и энергии. Классификация природных ресурсов по степени исчерпаемости приведена в таблице.

Классификация природных ресурсов по степени исчерпаемости

Природные ресурсы		
Неисчерпаемые	Исчерпаемые	
	Возобновляемые	Невозобновляемые
Солнечная энергия, энергия ветра, энергия земных недр, энергия морских приливов и волн	Растительный мир, животный мир, плодородие почв, пресная вода, воздух	Полезные ископаемые

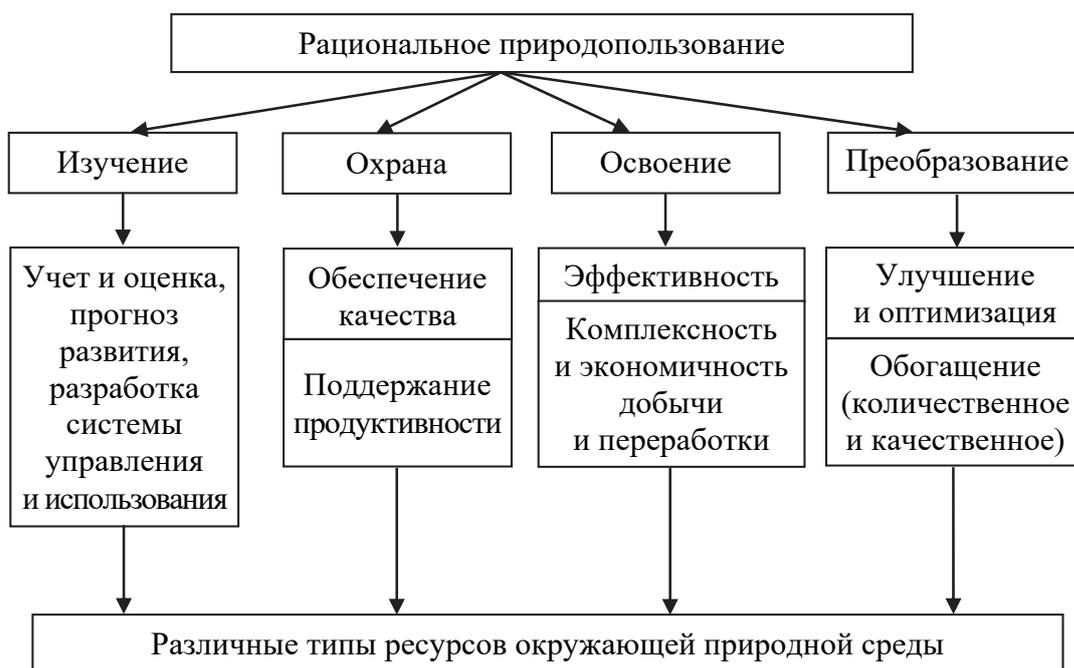
Природные ресурсы делят также на реальные и потенциальные. *Реальные природные ресурсы* используются непосредственно в производстве при ныне существующем развитии технологий. *Потенциальные природные ресурсы* – это ресурсы, которые в настоящее время недоступны производственной деятельности, но

будут использоваться позднее по мере развития научно-технического прогресса и технологий.

Различают рациональное и нерациональное природопользование.

Рациональное (разумное) природопользование – хозяйственная деятельность человека, обеспечивающая экономное использование природных ресурсов, их охрану и воспроизводство с учетом не только настоящих, но и будущих интересов общества.

Пример рационального природопользования приведен ниже на рисунке.



Рациональное природопользование

Рациональное природопользование – это природопользование, при котором научно обоснованно, комплексно используются и потребляются добываемые природные ресурсы в сочетании с требованиями по их охране, воспроизводству и защите окружающей среды от возможных последствий их добычи и эксплуатации. В результате разумного использования природных ресурсов предотвращаются возможные вредные последствия деятельности человека в окружающей среде, уменьшается количество потребляемых ресурсов и загрязнение окружающей среды.

Рациональное (устойчивое) использование природных ресурсов не приводит в долгосрочной перспективе к их истощению и

тем самым позволяет сохранить их способность удовлетворять экономические, эстетические и иные потребности нынешнего и будущих поколений.

К сожалению, довольно часто оказывается невозможным обеспечить сохранение природно-ресурсного потенциала. Такой вариант природопользования можно назвать нерациональным природопользованием. Нынешнее состояние природопользования в целом можно охарактеризовать как нерациональное, ведущее к истощению природных ресурсов, нарушению экологического равновесия и загрязнению окружающей среды.

Нерациональное природопользование – это природопользование, при котором в больших количествах и обычно не полностью используются наиболее доступные природные ресурсы, что приводит к их быстрому истощению. При этом производится большое количество отходов и сильно загрязняется окружающая среда. Нерациональное природопользование ведет к ухудшению природной среды, которое сопровождается явлениями загрязнения, истощения и деградации природных систем, а также вызывает нарушение экологического баланса, разрушение биоценозов.

В связи с этим возникает острая необходимость в рациональном природопользовании, оптимизации системы природопользования с учетом охраны окружающей среды.

Показателями рационального природопользования являются:

1) экологическая устойчивость биосферы, способность экосистемы сохранять свою структуру и функционирование при воздействии внешних или внутренних факторов;

2) сохранение здоровья человека, включая физическое, психологическое и нравственное;

3) экономное, комплексное использование природных ресурсов (восполнение израсходованных, преимущественное использование возобновляемых, повторное использование отработанных и очищенных природных ресурсов).

Управление природопользованием и экологической безопасностью включает:

– разработку природоохранного законодательства, стандартов и нормативных актов;

– мониторинг окружающей среды и учет природных ресурсов;

– эколого-экономическое планирование и прогнозирование, экологический контроль, экспертизу и аудит;

– внедрение во всех сферах деятельности новых энерго- и ресурсосберегающих технологий;

– создание экономических рычагов регулирования потребления природных ресурсов (выдача лицензий на добычу и поощрение в виде продления лицензии, платное природопользование, штрафы за нарушение условий добычи природных ресурсов и др.);

– переход на международные экологические стандарты качества окружающей среды, технологических процессов и производимой продукции;

– применение санкций за нарушение экологического законодательства;

– научно-техническое обеспечение рационального использования природных ресурсов.

Природопользование не должно вести к глубоким переменам в окружающей человека природной среде, наносящим урон его здоровью или угрожающим его жизни.



ЗАДАНИЕ

Изучить классификацию природных ресурсов и основные направления их рационального использования.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое природные ресурсы? Приведите классификацию природных ресурсов.

2. Дайте определение природопользования.

3. Что включает в себя понятие «рациональное природопользование»?

4. Чем рациональное природопользование отличается от нерационального?



ЛИТЕРАТУРА

Кулеш, В. Ф. Экология: пособие / В. Ф. Кулеш, В. М. Каплич. – Минск: БГТУ, 2022. – 494 с.

7. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Цель работы: оценить безопасность для человека пищевых продуктов, произведенных в современных экологических условиях.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Питание является основной биологической потребностью человека и древнейшей существенной связью живого организма с окружающей природой. Рациональное и полноценное в количественном и качественном отношении питание наряду с другими условиями социальной среды обеспечивает оптимальное развитие человеческого организма, его физическую и умственную работоспособность, выносливость и широкие адаптационные возможности. Полноценное питание с оптимальным содержанием пищевых веществ оказывает благоприятное влияние на иммунобиологический статус организма и повышает его устойчивость к инфекционным агентам и токсическим веществам.

Рациональным, здоровым питанием является питание, которое удовлетворяет потребности организма в необходимых питательных веществах – белках, жирах, углеводах, витаминах и минеральных веществах.

Здоровое питание – это питание, обеспечивающее рост, нормальное развитие и жизнедеятельность человека, способствующее укреплению его здоровья и профилактике заболеваний.

Качество продовольственного сырья и пищевых продуктов – совокупность свойств и характеристик продовольственного сырья и пищевых продуктов, которые обуславливают способность удовлетворять физиологические потребности человека при обычных условиях их использования.

Энергетическая и пищевая ценность продуктов питания – свойства, характеризующие наличие и количественное содержание в продукте питательных и биологически активных веществ,

определяющих его биологическую и физиологическую ценность, калорийность, усвояемость.

Уровни питания населения в соответствии с рекомендациями Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) классифицируются по следующим группам (килокалорий на одного человека в сутки):

– *первый* (2300–2800 ккал) – исключены голод и недоедание среди населения, рацион питания недостаточен;

– *второй* (2800–3600 ккал) – ресурсы достаточны для стабильного удовлетворения потребности при несбалансированности рациона, в том числе по микро- и макроэлементам;

– *третий* (3000–3500 ккал) – потребление достаточно по энергетической оценке и сбалансировано по основным компонентам;

– *четвертый* (3000–3500 ккал) – сбалансированный рацион, потребление экологических продуктов, улучшение здоровья всех социальных групп, обеспечивается рост народонаселения;

– *пятый* (3000–3500 ккал) – структура питания позволяет поддерживать здоровый образ жизни человека, продлевать активную жизнедеятельность.

Пищевые продукты должны удовлетворять физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии, отвечать обычно предъявляемым к пищевым продуктам требованиям в части органолептических и физико-химических показателей, соответствовать установленным нормативными документами требованиям к допустимому содержанию химических, радиологических, биологических веществ и их соединений, микроорганизмов и других биологических организмов, представляющих опасность для здоровья нынешнего и будущих поколений.

Безопасность продовольствия – совокупность свойств сельскохозяйственной продукции, сырья и продуктов питания в нормальных условиях использования, свидетельствующая об отсутствии недопустимого риска, связанного с вредным воздействием на человека и будущие поколения.

Чужеродные химические вещества (ЧХВ) – потенциально опасные соединения антропогенного или природного происхождения. Эти соединения могут быть неорганической и органической природы, в том числе микробиологического происхождения.

Чужеродные вещества, поступающие в человеческий организм с пищевыми продуктами и имеющие высокую токсичность, называют *ксенобиотиками* или *загрязнителями*.

При оценке безопасности пищевой продукции базисными регламентами являются *предельно допустимая концентрация (ПДК)*, *допустимая суточная доза (ДСД)*, *допустимое суточное потребление (ДСП) веществ*, содержащихся в пище.

Наиболее распространенная в современной науке классификация загрязнителей продовольственного сырья и продуктов питания сводится к следующим группам:

- 1) химические элементы и тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий и др.);
- 2) радионуклиды;
- 3) пестициды;
- 4) нитраты, нитриты и нитрозосоединения;
- 5) вещества, применяемые в животноводстве;
- 6) полициклические ароматические и хлорсодержащие углеводороды;
- 7) диоксины и диоксинподобные вещества;
- 8) метаболиты микроорганизмов;
- 9) пищевые добавки.

7.1. Токсичные элементы в пищевых продуктах

Тяжелые металлы составляют обширную и весьма опасную в токсикологическом отношении группу веществ. Обычно рассматривают 4 элемента: Hg (ртуть), Pb (свинец), Cd (кадмий), As (мышьяк). При повышении оптимальной физиологической концентрации элемента в организме может наступить интоксикация, а дефицит многих элементов в пище и воде может привести к достаточно тяжелым и трудно распознаваемым явлениям недостаточности. Загрязнение окружающей среды токсичными металлами происходит:

- за счет выбросов промышленных предприятий (особенно угольной, металлургической и химической промышленности);
- выбросов городского транспорта;
- применения в консервном производстве некачественных внутренних покрытий;
- контакта с оборудованием (для пищевых целей допускается весьма ограниченное число сталей и других сплавов).

Для большинства продуктов установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) токсичных элементов, к продуктам предъявляются более жесткие требования.

Ртуть – один из самых опасных и высокотоксичных элементов, обладающий способностью накапливаться в растениях и в организме животных и человека, т. е. является ядом кумулятивного действия. В организм человека ртуть поступает в наибольшей степени с рыбопродуктами, в которых ее содержание может многократно превышать ПДК. Из других пищевых продуктов характерно содержание ртути в продуктах животноводства (мясо, печень, почки, молоко, сливочное масло, яйца), в съедобных частях сельскохозяйственных растений (овощи, фрукты, бобовые, зерновые), в шляпочных грибах, причем, в отличие от растений, в грибах может синтезироваться метилртуть. При варке рыбы и мяса концентрация ртути в них снижается, при аналогичной обработке грибов остается неизменной. Это различие объясняется тем, что в грибах ртуть связана с аминокруппами азотсодержащих соединений, в рыбе и мясе – с серосодержащими аминокислотами. Защитным эффектом при воздействии ртути на организм человека обладают цинк и особенно селен.

Свинец – один из самых распространенных и опасных токсиантов. Основными источниками загрязнения атмосферы свинцом являются выхлопные газы автотранспорта и сжигание каменного угля. Следует подчеркнуть, что многие растения накапливают свинец, который передается по пищевым цепям и обнаруживается в мясе и молоке сельскохозяйственных животных, особенно активное накопление свинца происходит вблизи промышленных центров и крупных автомагистралей. Основными мишенями при воздействии свинца являются кроветворная, нервная и пищеварительная системы, а также почки. Свинцовая интоксикация может приводить к серьезным нарушениям здоровья, проявляющимся в частых головных болях, головокружениях, повышенной утомляемости, раздражительности, ухудшениях сна, гипотонии, а в наиболее тяжелых случаях – к параличам, умственной отсталости. Неполноценное питание, дефицит в рационе кальция, фосфора, железа, пектинов, белков увеличивает усвоение свинца, а следовательно, его токсичность.

Кадмий широко применяется в различных отраслях промышленности. В воздух кадмий поступает вместе со свинцом при

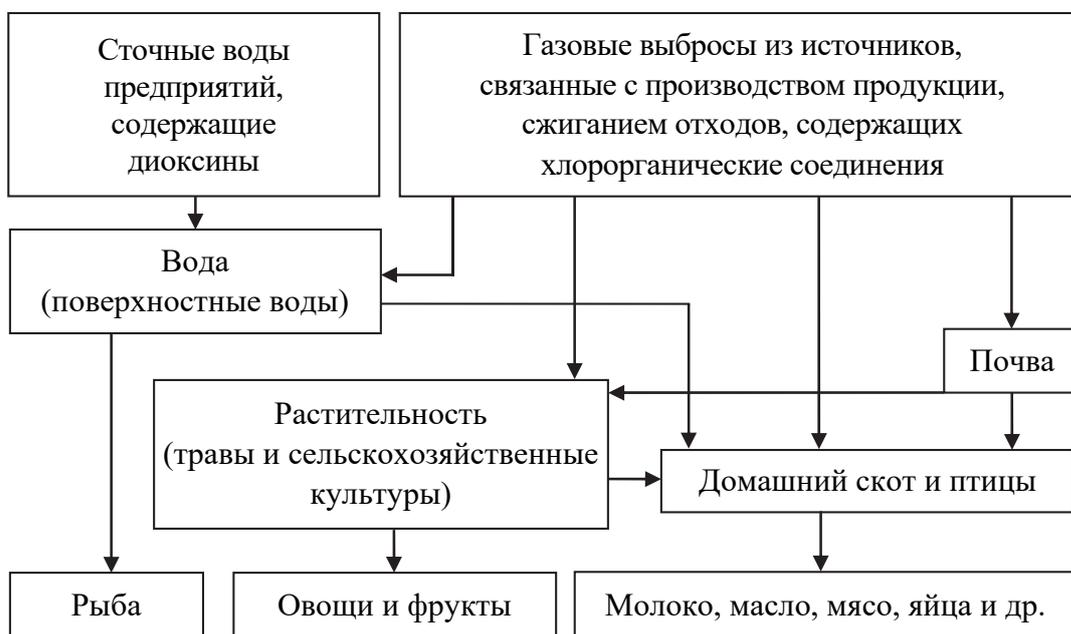
сжигании топлива на ТЭЦ, с газовыми выбросами предприятий, производящих или использующих кадмий. Заметно содержание кадмия и в навозе, где он обнаруживается в результате следующей цепи переходов: воздух – почва – растения – травоядные животные – навоз. В некоторых странах соли кадмия применяют в качестве антисептических и антигельминтных препаратов в ветеринарии. Все это определяет основные пути загрязнения кадмием окружающей среды, а следовательно, продовольственного сырья и пищевых продуктов. Установлено, что приблизительно 80% кадмия поступает в организм человека с пищей, 20% – через легкие из атмосферы и при курении. Известна способность кадмия нарушать обмен железа и кальция, он является антагонистом цинка, кобальта, селена, ингибирует активность ферментов, содержащих указанные металлы. Большое значение в профилактике интоксикации кадмием имеет правильное питание (включение в рацион белков, богатых серосодержащими аминокислотами, аскорбиновой кислоты, железа, цинка, селена, кальция), контроль за содержанием кадмия.

Мышьяк как элемент в чистом виде ядовит только в высоких концентрациях, соединения же мышьяка сильно токсичны. Он принадлежит к тем микроэлементам, необходимость которых для жизнедеятельности организма человека не доказана, за исключением его стимулирующего действия на процесс кроветворения. Известными источниками загрязнения окружающей среды мышьяком являются электростанции, использующие бурый уголь, металлургические заводы; мышьяк применяется при производстве полупроводников, стекла, красителей, инсектицидов, фунгицидов и др. Повышенное содержание мышьяка отмечается в рыбе и других гидробионтах, в частности в ракообразных и моллюсках. В зависимости от дозы мышьяк может вызывать острое и хроническое отравление.

Диоксины – высокотоксичные соединения, обладающие мутагенными, канцерогенными и тератогенными свойствами, представляющие реальную угрозу загрязнения пищевых продуктов, включая воду. Диоксины являются побочными продуктами производства пластмасс, пестицидов, бумаги, дефолиантов, обнаружены в составе отходов металлургии, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Они образуются при уничтожении отходов в мусоросжигательных печах, на тепловых

электростанциях; присутствуют в выхлопных газах автомобилей, при горении синтетических покрытий и масла, на городских свалках, иными словами, практически везде, где ионы хлора (брома) или их сочетания взаимодействуют с активным углеродом в кислой среде. Таким образом, проблема диоксинов приобрела глобальный характер.

При попадании в окружающую среду диоксины интенсивно накапливаются в почве, водоемах, активно мигрируют по пищевым цепям (рисунок).



Поступление диоксинов и передача их по пищевым цепям

В организм человека диоксины попадают преимущественно с пищей. Среди основных продуктов опасные концентрации диоксинов обнаруживают в животных жирах, мясе, молочных продуктах, рыбе (содержание диоксина будет определяться жирностью этих продуктов, так как диоксины – жирорастворимые соединения). В коровьем молоке содержание диоксинов в 40–200 раз превышает их наличие в тканях животного. Источниками диоксинов могут быть и корнеплоды (картофель, морковь и др.).

Для диоксинов не существует таких норм, как предельно допустимые концентрации. Эти вещества токсичны при любых концентрациях, меняются лишь формы ее проявления. Диоксины обладают широким спектром биологического действия на человека и

животного. В малых дозах вызывают мутагенный эффект, отличаются кумулятивными свойствами, ингибирующим или индуцирующим действием на различные ферментные системы организма. Их опасность очень велика, и не случайно диоксины и диоксинподобные соединения относят к группе суперэкотоксикантов.

Поскольку эффективных способов удаления диоксинов из продовольствия в настоящее время не разработано, то основные профилактические мероприятия направлены на предотвращение загрязнения продовольственного сырья и пищевых продуктов за счет строгого контроля безопасности кормов и воды и контроля их содержания в продуктах различного происхождения. Содержание диоксинов нормируется на уровне 2–5 мг/кг.

В целом установление санитарных норм по диоксину в различных странах базируется на разных критериях. В Европе как основной принят показатель онкогенности (т. е. за основу берут возможность возникновения раковых опухолей), в США – показатель иммунотоксичности (т. е. угнетение иммунной системы).

Для борьбы с диоксинами проводится:

- 1) экологический мониторинг по диоксидам в различных отраслях промышленности;
- 2) совершенствование технологических процессов;
- 3) сортировка бытовых отходов, отделение пластмассовых изделий.

В Швеции удалось найти способ получения бездиоксиновой бумаги. В ФРГ, США, Нидерландах, Японии после реконструкции мусоросжигательных заводов удалось свести образование диоксинов до минимума, во Франции разработаны антидиоксиновые фильтры.

Нельзя не отметить явление синергизма – эффекта воздействия, превышающего сумму эффектов воздействия каждого из факторов. Такими синергистами по отношению к диоксину могут являться: радиация, свинец, кадмий, ртуть, нитраты, хлорфенолы, соединения серы.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – токсичные химические соединения, образующиеся при приготовлении пищи. Насчитывают более 200 представителей, которые являются сильными канцерогенами. **Канцерогены** – это вещества, которые при длительном воздействии (употреблении в пищу, вдыхании, попадании на кожу и т. д.) способны оказывать на организм человека канцерогенное действие, т. е. привести к возникновению злокаче-

ственных заболеваний. Канцерогенным действием обладают микотоксины, нитрозамины, полициклические ароматические углеводороды (бенз(α)пирен), полевые взвеси, содержащие сернистые, цианистые соединения, тяжелые металлы, радиоактивные вещества.

Канцерогенная активность полициклических ароматических углеводородов на 70–80% обусловлена бенз(α)пиреном, который был идентифицирован в 1933 г. как канцерогенный компонент сажи и смолы. Поэтому по присутствию бенз(α)пирена в пищевых продуктах и других объектах можно судить об уровне их загрязнения ПАУ и степени онкогенной опасности для человека.

Ежегодно в биосферу поступают тысячи тонн бенз(α)пирена природного происхождения, еще больше – за счет техногенных источников. Образуются ПАУ в процессах сгорания нефтепродуктов, угля, дерева, мусора, пищи, табака. Бенз(α)пирен обнаружен в хлебе, овощах, фруктах, маргарине, растительных маслах, обжаренных зернах кофе, копченостях, жареных мясных продуктах. Причем его содержание значительно колеблется в зависимости от способа технологической и кулинарной обработки или от степени загрязнения окружающей среды. Полимерные упаковочные материалы могут играть немаловажную роль в загрязнении пищевых продуктов ПАУ, например, жир молока экстрагирует до 95% бенз(α)пирена из парафинобумажных пакетов или стаканчиков. Высока концентрация бенз(α)пирена и в табачном дыме.

В пищевом сырье, полученном из экологически чистых растений, концентрация бенз(α)пирена составляет 0,03–1,00 мкг/кг. Условия термической обработки значительно увеличивают его содержание до 50 мкг/кг и более. Бенз(α)пирен образуется при жарке зерен кофе в количестве до 0,5 мкг/кг, в подгоревшей корке хлеба – до 0,5 мкг/кг, при сушке зерна дымом из бурого угля или мазута – до 4 мкг/кг, при копчении в домашних условиях рыбы или мяса – до 1,5, иногда до 50 мкг/кг.

С пищей взрослый человек получает 0,006 мг/год бенз(α)пирена. В интенсивно загрязненных районах эта доза возрастает в 5 и более раз. ПДК бенз(α)пирена в атмосферном воздухе составляет 0,1 мкг/100 м³, в воде водоемов – 0,005 мг/л, в почве – 0,2 мг/кг. Доза поступления бенз(α)пирена с продуктами растительного происхождения в организм человека за 70 лет жизни составляет только 3–4 мг. Бенз(α)пирен контролируется в зерне, в копченых мясных и рыбных продуктах.

Для избежания накопления полициклических соединений в продуктах питания рекомендуется учитывать следующие условия:

– пища должна готовиться при низкой температуре в течение длительного времени;

– варку или приготовление на пару, тушение следует предпочитать жарке;

– желательно, чтобы в процессе приготовления пищи температура поддерживалась ниже 120°C для предотвращения образования токсичных соединений.

Рекомендации для запекания в духовке:

1) использовать температуру не выше 260°C;

2) готовить мясо или овощи с добавлением жидкости, которая уменьшает процесс гликирования;

3) удалять обжаренные или обугленные части с готовой пищи.

Рекомендации для приготовления на решетке гриля:

– заворачивать еду в фольгу, которая минимизирует образование гетероциклических аминов;

– перед приготовлением в течение нескольких часов мариновать мясо, добавляя в маринад розмарин, куркуму, оливковое масло и чеснок, что поможет нейтрализовать вредные токсины;

– удалять обугленные части.

Микотоксины – это токсичные вещества природного происхождения, вырабатываемые некоторыми видами плесневых грибов, обладающие токсическим эффектом в чрезвычайно малых количествах. Грибами, образующими микотоксины, в основном поражаются растительные продукты. Плесневые грибы паразитируют на многих видах продовольственной продукции, таких как злаки, сухофрукты, орехи и специи. В животных продуктах микотоксины обнаруживаются только в молоке в случаях, когда коровы съедают плесневелые корма. Появление плесени может иметь место как до, так и после уборки урожая, на этапе хранения и (или) на готовых продуктах питания в условиях благоприятной температуры и высокой влажности (оптимальная температура для развития плесневых грибов – около 30°C, влажность – примерно 85%). Большинство микотоксинов отличается химической стабильностью и не разрушается в процессе термической обработки.

Микотоксины могут вызывать множество негативных последствий для здоровья и создавать серьезный риск для здоровья как

человека, так и скота. Некоторые присутствующие в продуктах питания микотоксины могут приводить к острой интоксикации, симптомы которой развиваются вскоре после употребления контаминированных продуктов питания. Другие микотоксины, поражающие продукты питания, могут оказывать хроническое воздействие на здоровье, в частности, провоцируя онкологические заболевания и иммунодефицит. Из нескольких сотен известных сегодня микотоксинов около десятка являются объектом наиболее пристального внимания ввиду серьезного ущерба, который они способны причинять здоровью человека, и их нередкого присутствия в продуктах питания.

Важно отметить, что плесневые грибы, которые вырабатывают микотоксины, могут расти на целом ряде различных культур и продуктов питания. При этом они проникают глубоко внутрь, а не просто покрывают поверхность. Если продовольственные продукты прошли необходимую сушку и хранятся в надлежащих условиях, плесенью они, как правило, не поражаются. Поэтому эффективная сушка продуктов и поддержание низкой влажности и правильных условий хранения является эффективной мерой борьбы с плесенью и контаминацией продуктов микотоксинами.

Для снижения риска для здоровья, связанного с микотоксинами, рекомендуется:

- 1) своевременная уборка урожая с полей, его правильная агротехническая обработка и хранение;
- 2) санитарно-гигиеническая обработка помещений и емкостей для хранения;
- 3) закладка на хранение только кондиционного сырья;
- 4) выбор способа технологической обработки в зависимости от вида и степени загрязнения сырья;
- 5) проверка на предмет наличия плесени цельных злаков (особенно кукурузы, сорго, пшеницы и риса), инжира и орехов (арахиса, фисташки, миндаля, грецкого ореха, кокосового ореха, бразильского ореха, фундука) и отбраковка продукции с признаками плесени, измененным цветом или нетоварным видом;
- 6) употребление в пищу максимально свежих продуктов.

В настоящее время вопросы контроля за загрязнением продовольственного сырья, пищевых продуктов и кормов микотоксинами решаются не только в рамках отдельных государств, но и на международном уровне, под эгидой ВОЗ и ФАО.

7.2. Влияние веществ, применяемых в сельском хозяйстве, на качество продуктов

Пестициды (ядохимикаты) – химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений (фунгициды), сорными растениями (гербициды), вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных (инсектициды), а также для регулирования роста растений (регуляторы роста), предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты).

Использование пестицидов представляет существенную опасность в экологическом и медицинском плане. Экологическая опасность связана с глобальным распространением пестицидов в биосфере. Присутствие пестицидов во всех объектах окружающей среды (почве, воде, атмосфере) и наличие их остаточных количеств в пище предопределяет контакт с ними практически всего населения Земли.

Для пестицидов установлены предельно допустимые концентрации, не наносящие никакого вреда здоровью человека. При правильном применении пестицидов их остаточное количество в продуктах не превышает предельно допустимой концентрации. Однако при нарушении технологии использования препаратов (сроков обработки, превышении допустимой дозы внесения) пестициды могут накапливаться в повышенной концентрации в почве, воздухе, воде, продукции.

С учетом того, что пестициды потенциально токсичны для человека, они могут оказывать как острое, так и хроническое токсическое действие в зависимости от концентрации и путей попадания в организм человека, например пероральное, ингаляционное поступление или инъекция, увеличивая риск возникновения отравления, провоцировать аллергию, нервные расстройства и прочие заболевания. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) предупреждает, что пестициды могут приводить к таким неблагоприятным последствиям для здоровья, как рак, вызывать негативные последствия для системы репродукции, иммунной или нервной системы.

Больше всего пестицидов может содержаться в овощах, молочных продуктах, зерне и зернобобовых, меньше всего – в рыбе и

растительных маслах. Острые отравления пестицидами встречаются довольно редко. Гораздо чаще наблюдаются хронические отравления пестицидами и их метаболитами. Длительная устойчивость пестицидов является основным фактором в процессе вторичного загрязнения, когда продукты питания, никогда не обрабатываемые пестицидами, содержат их. Циркуляция пестицидов может происходить по следующим схемам: воздух → растения → почва → растения → травоядные животные → человек.

Значительная часть пестицидов накапливается на поверхности, поэтому фрукты и овощи необходимо тщательно мыть, снимать кожицу, если нет уверенности в том, что эти продукты не были обработаны. Считается, что следовые (остаточные) количества пестицидов на овощах и фруктах или в продукции, изготовленной из растительного сырья, безопасны для организма человека.

Последователи идей Greenpeace призывают отказаться от использования пестицидов, чтобы продукты были действительно органическими, выращенными без применения «химии». Но противоречие состоит в том, что рынок отдает предпочтение органическим продуктам высокого качества, без повреждений, нанесенных болезнями и вредителями, но в реальных условиях и в больших объемах добиться этого практически невозможно.

В Европе предъявляются жесткие требования к сырью, которое проверяется на сотни видов пестицидов, однако разнообразие пестицидов в мире более 1000, и проверить продукцию абсолютно на все просто невозможно, причем список ежегодно пополняется новыми препаратами. При этом в каждой стране используются свои определенные наборы пестицидов, и точек пересечения у них очень мало.

В Республике Беларусь запрещается использование для производства пищевых продуктов продовольственного сырья с повышенным содержанием остаточных количеств пестицидов и токсичных элементов в тех случаях, когда в конечном продукте содержание токсичных веществ не может быть уменьшено до допустимых концентраций путем промышленной кулинарной и технологической обработки. Контроль за содержанием в почве остаточных количеств пестицидов (средств защиты растений) осуществляется землепользователями согласно требованиям правовых актов.

Для защиты населения при обработке пестицидами санитарные разрывы от населенных пунктов, источников питьевого и санитарно-бытового водопользования, мест отдыха населения и мест проведения ручных работ по уходу за сельскохозяйственными культурами должны составлять не менее 50 м. Не допускается использование аэрозольных генераторов, не прошедших в установленном порядке государственную санитарно-гигиеническую экспертизу.

Нитраты (соли азотной кислоты) являются элементом азотного питания растений и естественным компонентом пищевых продуктов растительного происхождения. Соединения азота играют большую роль в процессах фотосинтеза, обмена веществ, образования новых клеток. При недостатке азота в почве тормозится рост растений, ослабляется образование боковых побегов и кущение у злаков, наблюдается мелколистность. Высокая концентрация нитратов в почве не токсична для растений, она способствует усиленному росту их надземной части, более активному протеканию процесса фотосинтеза, лучшему формированию репродуктивных органов и в конечном итоге более высокому урожаю. В то же время у животных и человека высокие дозы нитратов могут вызвать отравления и различные заболевания. ВОЗ установила допустимый предел поступления нитратов в организм человека в сутки – 3,5 мг на 1 кг веса. Желательно, чтобы дневной прием нитратов не превышал 120–140 мг в сутки.

Нитраты при потреблении в повышенных количествах в пищеварительном тракте человека частично восстанавливаются до нитритов, а последние при поступлении в кровь могут вызвать метгемоглобинемию (состояние повышенного содержания метгемоглобина в крови). Кроме того, из нитритов в присутствии аминов могут образовываться нитрозамины, обладающие канцерогенной активностью. Повышенное содержание нитратов вызывает тошноту, одышку, посинение кожных покровов и слизистых, понос. Сопровождается все это общей слабостью, головокружением, болями в затылочной области, учащенным сердцебиением.

По данным Института питания Российской академии медицинских наук, в настоящий момент нитроамины встречаются практически во всех мясных, молочных и рыбных продуктах, при этом 36% мясных и 51% рыбных продуктов содержат их в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы.

Накопление нитратов в биомассе растений может определяться как внешними (условия выращивания), так и внутренними факторами (вид растения, его возраст). К основным внешним факторам относятся климатические параметры в зоне выращивания растений.

Так, неравномерный температурный режим, особенно повышение температуры, в сочетании с дефицитом влаги способствует активному накоплению нитратов. Избыточное количество влаги, приводящее к водному стрессу растения, слабая освещенность, связанная не только с приходом фотосинтетической активной радиации (ФАР), но и с густотой стояния растений, также повышают скорость образования нитратов.

Проблема нитратов и нитритов в основном обусловлена нерациональным применением азотных удобрений и пестицидов, что приводит к накоплению указанных контаминантов в объектах окружающей среды и организме человека. Повышенное содержание нитратов бывает у растений, получающих избыточное количество азота, которое они не в состоянии использовать. При таком высоком уровне нитратного питания темпы поглощения азота часто превышают скорость его метаболизации, что приводит к нитратному «загрязнению» биомассы растений. Также нарушают нормальный ход азотного обмена недостаток микроэлементов, особенно низкая обеспеченность молибденом.

Внутренние факторы, влияющие на интенсивность аккумуляции нитратов в растениях, характеризуются индивидуальными особенностями растений. Установлено, что культуры с хорошо развитой системой проводящих тканей больше других накапливают нитрат-ионы: относительно высокая способность к их накоплению принадлежит зеленым культурам (шпинат, салат, пекинская капуста, листья сельдерея и петрушки). Много нитратов накапливают корнеплоды свеклы и редиса. Среднее положение по накоплению нитратного азота занимают белокочанная и цветная капуста, морковь, огурец, корнеплоды репы, брюквы, петрушки, сельдерея, пастернака. Относительно низкое количество нитратов накапливают перец, томат, брюссельская капуста, картофель, горох, фасоль, спаржа.

Для всех видов растительной продукции и кормов установлены предельно допустимые концентрации нитратов, которые представлены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

**Значения предельно допустимых концентраций (ПДК) нитратов
для овощей и фруктов**

Вид растения	ПДК, мг/кг	Примечание
Картофель и продукты из него	250	–
Капуста белокочанная ранняя (до 1 сентября) и продукты из нее	900	–
Капуста белокочанная поздняя и продукты из нее	500	–
Морковь ранняя (до 1 сентября) и продукты из нее	400	–
Морковь поздняя и продукты из нее	250	–
Томаты и продукты из них	150	–
	300	Защищенный грунт
Огурцы и продукты из них	150	–
	400	Защищенный грунт
Свекла столовая и продукты из нее	1400	–
Лук репчатый и продукты из него	80	–
Лук на перо и продукты из него	600	–
	800	Защищенный грунт
Листовые овощи (салаты, шпинат, щавель, капуста салатных сортов, петрушка, сельдерей, кинза, укроп и др.) и продукты из них	2000	–
Кабачки и продукты из них	400	–
Перец сладкий и продукты из него	200	400
Редис	1500	–
Дыни и продукты из них	90	–
Арбузы и продукты из них	60	400
Яблоки, груши	60	–

Примечание. Таблица составлена согласно гигиеническому нормативу «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» (постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 июня 2013 г. № 52).

Растениям присуща селективность накопления нитратов в зависимости от состава органа. Больше их количество распределено в вегетативной части: черешках и стебле. В листьях нитратов меньше, так как значительная их часть распадается при участии в биохимических процессах. Меньшее количество нитратов по сравнению с листьями и черешками содержится в корнеплодах и клубнях. Среди запасующих органов меньше нитратов содержат луковицы. Наиболее бедны нитратами плоды.

Сортовые различия по способности накапливать NO_3 могут колебаться в больших пределах (200–500%). Ранние сорта накапливают значительно больше свободных нитратов, чем поздние. На содержание нитратов в растении существенно влияют его возраст и фаза развития. У молодых растений уровень нитратов в среднем на 50–70% выше, чем у зрелых. Недозрелые кабачки, баклажаны, картофель, а также овощи раннего созревания могут содержать нитратов больше, чем достигшие нормальной уборочной зрелости.

При мойке и очистке овощей удаляется 10–15% нитратов, при кулинарной тепловой обработке, особенно варке, от 40 (свекла) до 70 (капуста, морковь) или 80% (картофель). Снизить содержание нитратов в растительных продуктах можно с помощью выбора не склонных к накоплению нитратов видов и сортов растений и создания условий, препятствующих их избыточному накоплению. Рекомендуется рациональное использование удобрений.

Правильная агротехника возделывания культур способствует снижению накопления нитратов. Регулярный полив и высокая влажность содействуют повышению активности фермента нитратредуктазы, что ведет к умеренному и равномерному азотному питанию растений, значительно снижая накопление нитратов. В сельскохозяйственной практике используется прием, который позволяет сократить содержание нитратов в зеленых культурах на 30–40% и который заключается в уменьшении температуры воздуха до 5–6°C за 1–1,5 недели до начала уборки.

Также важно соблюдать правильные сроки уборки. Для многих овощных растений – это фаза ботанической и технической спелости, когда уровень нитратов в них снижается. Недоразвитые и, наоборот, перезревшие овощи содержат избыточное количество нитратов. Следовательно, своевременно принятые меры во время выращивания растений могут существенно сократить накопление нитратов в продукции и свести к минимуму возможный вред человеческому здоровью.

Если же нарушать принципы рационального питания, например, питаться одними овощами, да еще сырыми (как рекомендуют некоторые поклонники вегетарианства и сыроедения, съедать до 1,5 кг сырых овощей в день), то тут действительно можно превысить безопасную дозу нитратов почти в 2 раза (более 650 мг в сутки). Итак, бояться нитратов не следует, но и не нужно злоупотреблять чрезмерным потреблением сырых овощей.

Существенному снижению концентрации нитратов в продукции (от 10 до 80%) способствуют различные приемы ее кулинарной и промышленной обработки (очистка, вымачивание, тепловая обработка, консервирование, квашение).

Антибиотики получили распространение в результате нарушений их применения в ветеринарной практике. При ряде заболеваний лечение антибактериальными препаратами является крайней необходимостью. Однако в настоящее время расширяется использование антибиотиков в немедицинских целях. Антибиотики применяются в различных отраслях сельского хозяйства и пищевой промышленности:

1) в растениеводстве в качестве активных средств борьбы и профилактики бактериальных и грибковых заболеваний растений;

2) в животноводстве как новый фактор в увеличении производства продуктов животноводства, в качестве стимуляторов роста сельскохозяйственных животных;

3) в ветеринарии для лечения и профилактики инфекционных заболеваний животных;

4) в пищевой промышленности при консервировании различных пищевых продуктов с максимальным сохранением питательных веществ, разрушающихся при термической обработке, для консервирования свежевывловленной рыбы и др.

Сохранение антибиотиков в организме животных создает угрозу попадания их в продукты животноводства (молоко, яйца, мясо). Остаточные количества антибиотиков обнаруживаются в 15–26% продукции животноводства и птицеводства. Длительное использование в пищу продуктов питания, содержащих остаточные количества антибиотиков, так же, как и прием антибиотиков с лечебной целью, может вызывать неблагоприятные для здоровья последствия: аллергические реакции, токсическое воздействие (нейротоксическое, нефротоксическое, гепатотоксическое и эмбриотоксическое); вредное действие антибиотиков сказывается и на кроветворной системе.

Антибиотики широкого спектра действия приводят к гибели представителей нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека, чувствительных к этим антибиотикам, вследствие чего при гибели нормальной микрофлоры кишечника создается наиболее благоприятная среда для роста и развития патогенных микроорганизмов. В результате происходит заметное изменение в

функционировании пищеварительной системы, наблюдается ослабление иммунной системы, человек чаще подвергается различным заболеваниям. Помимо неблагоприятного побочного влияния на организм человека, антибиотики могут вызывать изменения самих микроорганизмов – при лечении антибиотиками у бактерий формируется приобретенная антибиотикорезистентность (устойчивость к антибактериальным препаратам).

Остаточные количества даже связанного антибиотика представляют опасность, так как он может спонтанно высвободиться из комплексов с белками при хранении пищевых продуктов, а также в организме людей под влиянием пищеварительных ферментов. Наиболее надежным способом разрушения остаточных количеств антибиотиков в продуктах питания считается проварка их в течение 1,5–2,0 ч. Однако такой режим инактивации антибиотиков является неподходящим для обработки молока, яиц, меда. Общая пастеризация не позволяет полностью разрушить остаточные количества антибиотиков. Другие методы инактивации антибиотиков в пищевых продуктах не нашли широкого применения. Отсутствие надежных методов обезвреживания антибиотиков в пищевых продуктах выдвигает на передний план профилактические мероприятия по предупреждению попадания этих препаратов в мясо, молоко, яйца, мед.

Основой предупреждения попадания антибиотиков в продукты питания является научно обоснованное использование их в животноводстве. Рациональное применение антибиотиков обосновывается выбором препарата с учетом диагноза, фармакологических свойств и спектра действия, установлением длительности их содержания в организме и влиянием на качество продукции животноводства и организм человека через продукты питания.

7.3. Характеристика пищевых добавок, биологически активных добавок к пище и генетически модифицированных организмов

Пищевые добавки – разрешенные Минздравом Республики Беларусь химические вещества и природные соединения, обычно не употребляемые как самостоятельный пищевой продукт или компонент пищи, но добавляемые по технологическим соображениям на различных этапах производства, хранения, транспортировки

пищевого продукта для улучшения или облегчения производственного процесса или отдельных операций, увеличения стойкости продукта к различным видам порчи, сохранения структуры и внешнего вида продукта или намеренного изменения органолептических свойств. Применяемые при этом добавки не должны маскировать последствия использования испорченного сырья или проведения технологических операций в антисанитарных условиях. Применение пищевых добавок допустимо только в случае, если они даже при длительном использовании не угрожают здоровью человека.

К пищевым добавкам не относят соединения, повышающие пищевую ценность продуктов питания, например, витамины, микроэлементы, аминокислоты. Следовательно, *пищевые добавки* – это вещества (подсластители, ароматизаторы, красители, антиоксиданты, стабилизаторы и т. д.), которые намеренно вносят в пищевые продукты для выполнения определенных функций.

Применение пищевых добавок должно регламентироваться нормативной документацией с наличием разрешения органов здравоохранения. Потребитель обязательно должен получать информацию о присутствии в продукте пищевых добавок. При товарной оценке импортных продовольственных товаров следует обращать внимание на вид вносимых добавок, так как не все они разрешены к использованию в нашей стране.

Число пищевых добавок, применяемых в разных странах, достигает сегодня 500, не считая комбинированных добавок, отдельных душистых веществ, ароматизаторов. Европейским Советом разработана рациональная система цифровой кодификации пищевых добавок с буквой «Е». Она включена в Кодекс ФАО/ВОЗ для пищевых продуктов как международная цифровая система кодификации пищевых добавок. Каждой из пищевых добавок присвоен цифровой трех- или четырехзначный номер (в Европе с предшествующей ей буквой «Е»). Номер маркируется в сочетании с названием функционального класса, отражающего группировку пищевых добавок по технологическим функциям (подклассам). Наличие пищевых добавок в продуктах должно быть указано на этикетке, причем они могут обозначаться как индивидуальное вещество или функциональное название (функциональный класс, технологическая функция) в сочетании с кодом «Е», например консервант E211, или бензоат натрия.

Согласно предложенной системе цифровой кодификации пищевых добавок, их классификация в соответствии с назначением выглядит следующим образом (основные группы):

- E100–E199 – красители;
- E200 и далее – консерванты;
- E300 и далее – антиокислители (антиоксиданты);
- E400 и далее – стабилизаторы консистенции;
- E450 и далее – эмульгаторы;
- E500 и далее – регуляторы кислотности, разрыхлители;
- E600 и далее – усилители вкуса и аромата;
- E700–E800 – запасные индексы для другой возможной информации;
- E900 и далее – глазирующие агенты, улучшители хлеба.

Многие пищевые добавки, включенные в этот список, имеют комплексные технологические функции, которые проявляются в зависимости от особенностей пищевой системы. Например, добавка E339 (фосфаты натрия) может проявлять свойства регулятора кислотности, эмульгатора, стабилизатора, комплексообразователя и водоудерживающего агента.

В списке допущенных к употреблению в нашей стране насчитывается около 1,5 тыс. пищевых добавок, однако в белорусской промышленности применяется не более 50 добавок (в основном природного происхождения).

Пищевые добавки, которые официально запрещены в Беларуси для использования при производстве продуктов питания, приведены ниже:

- красители (E121 – цитрусовый красный, E123 – красный амарант, E128 – красный 2G, красный амидонафтол);
- консерванты (E240 – формальдегид, эфир парагидроксибензойной кислоты, E217 – натриевая соль пропилового эфира парагидроксибензойной кислоты, E216 – пропиловый эфир параоксибензойной кислоты);
- улучшители муки и хлеба (E924a – бромат калия, E924б – бромат кальция).

Характеристика вредных воздействий пищевых добавок представлена в табл. 7.2.

Следует отметить, что список запрещенных пищевых добавок постоянно пополняется ввиду получения данных о возможном негативном влиянии их на здоровье человека. Желательно, чтобы

обработанные продукты составляли минимум нашего рациона, а в основном мы должны питаться натуральными, экологически чистыми продуктами. Более того, известно, что многие красители и консерванты с Е-кодами могут являться причиной возникновения различных болезней, таких как аллергия, астма, расстройство желудка и повышенная возбудимость, в частности, у детей.

Таблица 7.2

Вредные пищевые добавки

Пищевая добавка	Вредное воздействие	Пищевая добавка	Вредное воздействие	Пищевая добавка	Вредное воздействие
E102	О	E153	Р	E310–E312	С
E103	З	E154	РК, РД	E320–E321	Х
E104	П	E155	О	E330	Р
E105	З	E160	ВК	E338–E343	РЖ
E110	О	E171	П	E400–E405	О
E111	З	E173	П	E450–E454	РЖ
E120	О	E180	О	E461–E466	РЖ
E121	З	E201	О	E477	О
E122	П	E210–E219	Р	E501–E502	О
E123	ОО, З	E220–E228	О	E503	ОО
E124	О	E230	Р	E510	ОО
E125	З	E231–E232	ВК	E513	ОО
E126	З	E233	О	E527	ОО
E127	О	E239	ВК	E620	РК
E129	О	E240	Р	E626–E635	РК
E130	З	E241	П	E636	О
E131	Р	E242	О	E637	О
E141	П	E249	Р	E907	О
E142	Р	E250–E251	РД	E951	ВК
E150	П	E252	Р	E952	З
E151	ВК	E270	О	E954	Р
E152	З	E280–E283	Р	E1105	ВК

Примечание. О – опасный; П – подозрительный; РД – артериальное давление; Р – ракообразующий; ВК – вреден для кожи; РК – кишечные расстройства; Х – холестерин; ОО – очень опасный; РЖ – расстройство желудка; З – запрещен; С – сыпь.

Биологически активные добавки к пище (БАД) – это продукты, содержащие композиции натуральных или идентичных натуральным биологически активных веществ, предназначенных для непосредственного приема с пищей или введения в состав

пищевых продуктов с целью обогащения рациона отдельными пищевыми или биологически активными веществами и их комплексами.

При характеристике БАД очень важно учитывать такие понятия, как качество и безопасность. Качество биологически активных добавок к пище – это совокупность характеристик, которые обуславливают потребительские свойства, эффективность и безопасность биологически активных добавок к пище. Под безопасностью биологически активных добавок к пище подразумевают отсутствие опасности для жизни и здоровья людей нынешнего и будущих поколений.

Производство и торговля биологически активными добавками, как и их реклама, регулируются государством. Включение в рацион БАД подразумевает употребление витаминов, минеральных веществ и других питательных веществ природного происхождения, которые способствуют поддержанию здоровья, профилактике некоторых заболеваний и ускорению процесса выздоровления.

Официальная трактовка определения БАД четко отражает законодательный статус БАД как пищевых продуктов, а не лекарственных средств. БАД не являются лекарством и не могут применяться для лечения каких-либо заболеваний.

Суточная доза этих действующих начал не должна превышать разовую терапевтическую дозу, определенную при применении этих веществ в качестве лекарственных средств. Все растения, входящие в состав БАД, должны быть разрешены к применению в пищевой промышленности или в качестве компонента лекарственных чаев и сборов в соответствии с требованиями Минздрава Республики Беларусь.

Биологически активные добавки целесообразно вводить в продукты как на пищевых предприятиях, так на предприятиях общественного питания. Например, препараты водорастворимых витаминов рекомендуется добавлять в дрожжевое тесто, аскорбиновую кислоту (витамин С) – в напитки, а продукты, содержащие бифидобактерии (например, заквашенные сливки), использовать при приготовлении кремов для отделки тортов и пирожных.

Генетически модифицированные организмы (ГМО) – организм или несколько организмов, любое неклеточное, одноклеточное или многоклеточное образование, способные к воспроизводству или передаче наследственного генетического материала,

отличные от природных организмов, полученные с применением методов генной инженерии и содержащие генно-инженерный материал, в том числе гены, их фрагменты или комбинации генов.

Генетически модифицированные источники пищи (ГМИ) – пищевые продукты или компоненты пищевых продуктов, полученные из генетически модифицированных организмов и используемые человеком в пищу в натуральном или переработанном виде.

Генетически модифицированные организмы – это организмы, в генный код которых были «включены» чужеродные гены. Так, в растения встраивают чужеродные гены с целью улучшения их полезных свойств: развития устойчивости к гербицидам и пестицидам, увеличения сопротивляемости к вредителям, повышения урожайности. Например, в генный ряд картофеля «добавляют» ген скорпиона, в результате чего получают картофель, который не едят никакие насекомые, или в томаты и клубнику внедряют ген полярной камбалы, как следствие, эти культуры не боятся морозов.

Трансгенным растениям можно придать полезные свойства. Например, британскими учеными разработан новый сорт риса, генетически улучшенный с помощью β -каротина, который в организме человека превращается в витамин А – «золотой» рис. Из улучшенной кукурузы, соевых бобов и рапса получается растительное масло, в котором снижено количество насыщенных жиров. В трансгенных сортах картофеля и кукурузы больше крахмала и меньше воды. Такой картофель при жарке требует немного масла и легче усваивается. Усовершенствованные помидоры, тыква и картофель лучше сохраняют витамины С, Е и β -каротин. Трансгенные растения можно использовать в фармакологических целях как биофабрики по производству белков интерлейкинов, стимулируя защитные свойства человека.

С точки зрения безопасности пищевых продуктов генетически модифицированные (трансгенные) продукты питания представляют особый интерес. Сторонники ГМО уверены, что ГМ-вставки полностью распадаются в желудочно-кишечном тракте человека. Они утверждают, что присутствие в пищевых продуктах и кормах рекомбинантной ДНК само по себе не представляет опасности для здоровья человека и животных по сравнению с традиционными продуктами, так как любая ДНК состоит из нуклеотидных оснований, а генетическая модификация оставляет неизменной их химическую структуру и не увеличивает общего содержания генетиче-

ского материала. Ежедневно человек потребляет с пищевыми продуктами ДНК и РНК в количестве 0,1–1,0 г, в зависимости от вида потребляемых продуктов и степени их технологической обработки. Кроме того, показано, что процент рекомбинантной ДНК в геноме генетически модифицированных сельскохозяйственных культур весьма незначителен.

Таким образом, применение трансгенных растений:

- 1) повышает производительность сельскохозяйственных культур;
- 2) уменьшает ущерб для окружающей среды вследствие отказа от использования ядохимикатов;
- 3) позволяет получить экономическую выгоду за счет снижения трудозатрат и экономии энергоресурсов.

Первые трансгенные продукты были разработаны фирмой «Монсанто» (США), первые посадки трансгенных злаков были сделаны в 1988 г., а в 1993 г. первые продукты с ГМ-компонентами появились в продаже. В 2017 г. посадки генетически модифицированных растений занимали 190 млн га в 67 странах. Прежде всего, это США, Бразилия, Канада, Аргентина, Индия. Самыми распространенными генетически модифицированными культурами в мире являются соевые бобы, за которыми следуют кукуруза, хлопок и рапс.

Многие ученые опасаются, что ГМО увеличивают риск возникновения опасных аллергических реакций, пищевых отравлений, мутаций, а также вызывают развитие невосприимчивости к антибиотикам. Кроме того, научно зафиксированы отдельные факты уничтожения в местах выращивания ГМ-растений целых групп насекомых, возникновения новых мутантных форм сорных растений и насекомых, биологического и химического загрязнения почв и постепенной потери биоразнообразия, особенно в центрах возникновения культурных растений.

Сегодня отсутствуют прямые научные доказательства отрицательного воздействия трансгенных растений на здоровье человека. Проводятся различные исследования, но полученные результаты слишком противоречивы, чтобы делать однозначные выводы. Однако ученые и медики признают появление и подтверждают наличие отдельных рисков для здоровья человека.

В Республике Беларусь, в отличие от некоторых других государств, использование генетически модифицированных растений на полях не запрещено. Но на практике никто их официально не

выращивает, так как предварительно надо пройти достаточно сложную и строгую процедуру контроля. Для того чтобы получить разрешение, каждый сорт должен пройти экологическую экспертизу и получить свидетельство о государственной регистрации. В Беларуси только три объекта получили разрешение и испытывались на полигоне – это картофель, рапс и трансгенные козы. Центральный ботанический сад проводил эксперименты с клевером, клюквой. Кроме того, велись работы на уровне исследований с другими растениями (например, табаком).

В промышленных масштабах в нашей стране трансгенные продукты не производятся. Но они легально ввозятся из других стран, чаще всего попадают трансгенные продукты, поступившие на наш рынок из Китая и России. Беларусь достаточно хорошо обеспечена своим продовольствием, поэтому импортируется таких генетически модифицированных товаров немного. В основном это добавки и корма для скота, птицы, и содержат они обычно генетически модифицированную сою.

В Беларуси действуют строгие меры контроля, работает 17 специализированных лабораторий, которые прежде всего проверяют продукты, содержащие сою и кукурузу.оборот ГМО и их содержание в продуктах регулируются достаточно большим количеством нормативных документов, утвержден перечень продуктов, подлежащих обязательному контролю на наличие ГМО. К ним относятся прежде всего именно соя, соевые бобы, изоляты (одна из разновидностей сывороточного протеина, спортивной добавки для бодибилдеров), соевая мука, кукуруза, чипсы и т. д.

По законодательству Республики Беларусь маркировка разрешенных ГМО (т. е. прошедших оценку потенциальных рисков для здоровья человека и (или) окружающей среды и зарегистрированных на территории Республики Беларусь или стран Таможенного союза) и продуктов питания, кормов, полученных из ГМО, проводится при условии, если содержание генетически модифицированных компонентов составляет 0,9% и выше.

Но это не значит, что продукт будет запрещен к употреблению, если в нем выявлено содержание ГМО, превышающее регламентированный законодательством порог 0,9%. Его использование не запретят, но в таком случае он должен подлежать маркировке. Иными словами, надо указывать, что продукт содержит ГМО. А вот обязательной обратной маркировки о том, что про-

дукт не содержит ГМО, ни один закон не требует – это чисто рекламный ход. Согласно белорусскому законодательству, в случае обнаружения генно-инженерных компонентов на этикетке и ценнике должна быть помещена надпись: «Содержит ГМО» крупными красными буквами.

Вопрос о пользе или вреде генетически модифицированных продуктов до настоящего времени окончательно не изучен. Поскольку на сегодняшний день отсутствуют научные доказательства опасности генетически модифицированных организмов, то каждому придется самостоятельно делать выбор: употреблять или не употреблять продукты, на этикетке которых указано присутствие модифицированных компонентов.



ЗАДАНИЯ

Задание 1. Изучить теоретический материал и охарактеризовать токсичные элементы продуктов питания: тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий, мышьяк), диоксины, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), микотоксины – с указанием источников поступления и опасности для человека, а также защитных мер, уменьшающих негативное воздействие на организм человека.

Задание 2. Изучить влияние веществ, применяемых в сельском хозяйстве (пестицидов, нитратов, антибиотиков), на качество продуктов питания, описать способы предупреждения их попадания в организм человека.

Задание 3. Изучить и дать характеристику пищевых добавок, биологически активных добавок к пище и генетически модифицированных организмов.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Раскройте суть понятия «безопасность продовольствия».
2. Перечислите показатели безопасности пищевых продуктов.
3. Назовите основные источники загрязнения продовольственного сырья и продуктов питания.
4. Укажите источники попадания в окружающую среду тяжелых металлов, диоксинов, полициклических ароматических

углеводородов (ПАУ) и меры для избежания их накопления в продуктах питания.

5. Какова опасность попадания в организм человека микотоксинов? Приведите рекомендации для снижения риска их негативного воздействия на здоровье населения.

6. Как влияют пестициды на здоровье людей?

7. В чем состоит влияние нитратов на организм человека? Приведите пример мероприятий, снижающих накопление нитратов в продукции.

8. Какие вещества (продукты) относят к пищевым добавкам, биологически активным добавкам, генетически модифицированным продуктам?



ЛИТЕРАТУРА

1. Телюк, Н. А. Основы экологической безопасности [Электронный ресурс]: пособие / Н. А. Телюк, Н. А. Шестиловская. – Минск: БГУ, 2018. – 156 с.

2. Мельситова, И. В. Качество и безопасность продуктов питания: пособие: в 2 ч. / И. В. Мельситова. – Минск: БГУ, 2014–2016. – Ч. 2: Безопасность продуктов питания. – 2016. – 199 с.

3. Лакиза, Н. В. Анализ пищевых продуктов: учеб. пособие / Н. В. Лакиза, Л. К. Неудачина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 188 с.

8. ВЛИЯНИЕ БИОРИТМОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: определить индивидуальный хронобиологический тип, оценить параметры биологических ритмов для выбора рационального режима труда, физической нагрузки и отдыха.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Биологические ритмы (биоритмы) (от греч. *bios* – жизнь и *rhythmos* – любое повторяющееся движение, ритм) – периодически повторяющиеся изменения характера и интенсивности биологических процессов и явлений.

Биоритмы – это эволюционно закрепленная форма адаптации, определяющая выживаемость организмов путем приспособления их к ритмически меняющимся условиям среды обитания. В основе их лежат изменения метаболических процессов под влиянием внешних и внутренних циклических факторов: геофизических факторов окружающей среды (смена дня и ночи, изменения температуры, влажности, атмосферного давления, напряженности электрических и магнитных полей, интенсивности космических излучений, сезонных и солнечно-лунных влияний) и нейрогуморальных, протекающих в определенном, наследственно закрепленном темпе и ритме.

Биоритмы представляют собой цикличность процессов, происходящих в каждом живом организме. Человек – природное существо, тесно взаимосвязанное со средой обитания. Главным (первичным) фактором формирования биоритмов человека является фотопериодизм – чередование светлого и темного времени суток, предопределяющее его двигательную и творческую активность в составе цикла день – ночь. Но не менее важную роль в формировании биоритмов человека играют и социальные факторы, в основном это цикличные режимы труда, отдыха, общественной деятельности. Одни биологические ритмы относительно

самостоятельны (например, частота сокращений сердца, дыхания), другие связаны с приспособлением организмов к геофизическим циклам (например, суточные, приливные, годовые).

Наука, изучающая биологические ритмы, возникшие в живых существах для приспособления их жизнедеятельности к периодическим изменениям в окружающей среде, получила название хронобиология.

Хронотип человека – устойчивая индивидуальная временная периодизация психофизиологического состояния человека, в частности работоспособности. Показано, что у большинства людей в течение суток наступают два пика работоспособности: с 8:00 до 12:00 и с 17:00 до 19:00. Человек наиболее пассивен с 2:00 до 5:00 и с 13:00 до 15:00. Но наряду с этим есть люди, наиболее работоспособные вечером (совы), и люди, работоспособные рано утром (жаворонки), люди с невыраженной периодизацией активности (голуби). *Жаворонки* (20–25%): рано ложатся, рано просыпаются, повышенная работоспособность утром. *Совы* (30–40%): позже ложатся, позже просыпаются, повышенная работоспособность вечером. *Голуби* (30–50%): ложатся спать в любое время суток, просыпаются в любое время суток, работоспособность в течение всего дня.

Считается, что каждый человек со дня рождения живет по своим биоритмам (биологическим часам), которые со строгой периодичностью влияют на душевное состояние, проявление интеллектуальных способностей, эмоциональность и т. д. При нарушении синхронности биоритмов прежде всего резко ухудшается самочувствие и ослабевает иммунитет. Очень часто у людей, которые относятся к утренним типам, но часто работают ночью, нарушается деятельность сердечно-сосудистой системы и терморегуляция. Они постоянно чувствуют усталость, слабость, легко возбудимы, их организм не восстанавливается во время отдыха. Кроме того, они чаще, чем другие, становятся «жертвами» обострений хронических болезней и простудных заболеваний – ОРЗ, гриппа, бронхита. Это явление называется «состоянием биологического нездоровья».

Однако современный бурный технический прогресс с его сложными видами трудовой деятельности сопровождается нервно-эмоциональным напряжением, обусловленным темпами современной жизни, что зачастую ведет к существенным нарушениям регу-

ляции функций организма человека. Причины этого разлада в том, что люди перестали жить по биологическим часам. Социальные ритмы не укладываются в рамки свойственных человеку биологических ритмов и в первую очередь ритма сон – бодрствование.

Рассогласование биологических ритмов (десинхроноз) может превратить стройные, гармонично функционирующие ритмические системы жизненных функций в хаотическое нагромождение не связанных между собой процессов, привести к возникновению различных заболеваний. Интерес к изучению биоритмов и их нарушений за последние десятилетия заметно усилился. Осмысление данных вопросов назрело и в связи с накоплением полученных за последнее время результатов научных исследований.

Биоритмы задают ритм разным отделам центральной нервной системы, таким образом, регулируя ее работу. Любая живая система, в том числе и человек, постоянно находится в состоянии обмена информацией, энергией и веществом с окружающей средой. Если по каким-либо причинам этот обмен (на любом уровне – информационном, энергетическом и материальном) нарушается, то это отрицательно сказывается на развитии и жизнедеятельности организма.

Поэтому человеку важно учитывать свои индивидуальные биоритмы при разработке и обосновании различных режимов деятельности, так как обнаружено, что они могут влиять на работоспособность. Только при исправности этого механизма возможны полноценная жизнь, сохранение здоровья и продление жизни.

Биоритмы обеспечивают взаимосвязь внешнего, объективного времени с внутренним – субъективным, так действуют биологические часы. Некоторые ученые считают, что наши органы и интеллект функционируют в строго предписанных временных ритмах, соответствующих суточным, месячным и годичным циклам. Это необходимо учитывать для оптимизации работы всех органов и систем: пока одни механизмы работают, другие отдыхают и восстанавливаются.

Час мастерства: пальцы наиболее проворны между 15:00 и 16:00.

Час контактов: наше рукопожатие сильнее всего между 9:00 и 10:00.

Час визита к врачу: наша кожа наименее чувствительна к уколам в 9:00.

Час физической культуры: наши мышцы работают с наибольшей отдачей в обеденное время.

Час любви: наибольшая секреция половых гормонов отмечается в 8:00.

Час пищеварения: больше всего желудочного сока образуется в 13:00.

Час иммунитета: наиболее эффективно иммунная система предохраняет от инфекции в 22:00.

Час рождения: большинство детей появляются на свет между 24:00 и 4:00.

Час вялости: самое низкое кровяное давление – между 4:00 и 5:00.

Час алкоголя: наиболее эффективно печень разлагает алкоголь между 18:00 и 20:00.

Час спорта: наиболее интенсивно легкие дышат между 16:00 и 18:00.

Час органов чувств: чувство вкуса, слуха и обоняния особенно обострены между 17:00 и 19:00.

Час роста: волосы и ногти отрастают быстрее всего между 16:00 и 18:00.

Час творчества: наиболее эффективно мозг работает между 10:00 и 12:00.

Час общения: тяжелее всего одиночество переносится между 20:00 и 22:00.

Час красоты: кожа наиболее проницаема для косметических средств между 18:00 и 20:00.

Час слепоты: острота зрения у автомобилистов снижается сильнее всего в 2:00.



ЗАДАНИЯ

Задание 1. Определить свой хронобиологический тип.

При выполнении тестового задания следует придерживаться следующих рекомендаций: внимательно прочитайте каждый вопрос; ответьте на все вопросы в заданной последовательности. На каждый вопрос отвечайте независимо от другого вопроса. Для всех вопросов даны на выбор ответы с оценочной шкалой (можно выбрать только один ответ).

1. Когда вы предпочитаете вставать, если имеете совершенно свободный от планов день?

- | | |
|-----------------|----------|
| а) 5:00–6:45; | 5 баллов |
| б) 6:45–7:45; | 4 балла |
| в) 7:45–9:45; | 3 балла |
| г) 9:45–11:00; | 2 балла |
| д) 11:00–12:00. | 1 балл |

2. Когда вы предпочитаете ложиться спать, если совершенно свободны от планов на вечер и можете руководствоваться только личными чувствами?

- | | |
|-----------------|----------|
| а) 20:00–20:45; | 5 баллов |
| б) 20:45–22:45; | 4 балла |
| в) 22:45–0:45; | 3 балла |
| г) 0:45–2:00; | 2 балла |
| д) 2:00–3:00. | 1 балл |

3. Какова степень вашей зависимости от будильника, если утром вы должны вставать в определенное время?

- | | |
|-------------------------------|---------|
| а) совсем не зависим; | 4 балла |
| б) иногда зависим; | 3 балла |
| в) в большой степени зависим; | 2 балла |
| г) полностью зависим. | 1 балл |

4. Насколько легко вы встаете утром при обычных условиях?

- | | |
|-------------------------|---------|
| а) очень легко; | 4 балла |
| б) сравнительно легко; | 3 балла |
| в) относительно тяжело; | 2 балла |
| г) очень тяжело. | 1 балл |

5. Насколько вы деятельны в первые полчаса после утреннего вставания?

- | | |
|---------------------------------|---------|
| а) очень деятелен; | 4 балла |
| б) сравнительно деятелен; | 3 балла |
| в) испытываю небольшую вялость; | 2 балла |
| г) испытываю большую вялость. | 1 балл |

6. Какой у вас аппетит после утреннего вставания в первые полчаса?

- | | |
|----------------------------------|---------|
| а) очень хороший аппетит; | 4 балла |
| б) сравнительно хороший аппетит; | 3 балла |
| в) слабый аппетит; | 2 балла |
| г) совсем нет аппетита. | 1 балл |

7. Как вы себя чувствуете в первые полчаса после утреннего подъема?

- | | |
|-----------------------------------|---------|
| а) очень бодр; | 4 балла |
| б) относительно бодр; | 3 балла |
| в) усталость в небольшой степени; | 2 балла |
| г) очень усталый. | 1 балл |

8. Если у вас на следующий день нет никаких обязанностей, когда вы предпочитаете ложиться спать по сравнению с вашим обычным временем отхода ко сну?

- | | |
|---|---------|
| а) всегда или почти всегда в обычное время; | 4 балла |
| б) позднее обычного менее чем на 1 ч; | 3 балла |
| в) на 1–2 ч позднее обычного; | 2 балла |
| г) позднее обычного более чем на 2 ч. | 1 балл |

9. Вы решили заниматься физкультурой (зарядкой, физической тренировкой). Ваш друг предложил заниматься дважды в неделю по часу между 7:00 и 8:00. Будет ли это благоприятным временем для вас?

- | | |
|---|---------|
| а) мне это время очень благоприятно; | 4 балла |
| б) для меня это время относительно приемлемо; | 3 балла |
| в) мне будет относительно трудно; | 2 балла |
| г) мне будет очень тяжело. | 1 балл |

10. В какое время вечером вы так сильно устаете, что должны идти спать?

- | | |
|-----------------|----------|
| а) 20:00–21:00; | 5 баллов |
| б) 21:00–22:15; | 4 балла |
| в) 22:15–0:15; | 3 балла |
| г) 0:15–1:45; | 2 балла |
| д) 1:45–3:00. | 1 балл |

11. Вас собираются нагрузить работой в период наивысшего уровня вашей работоспособности. Какой из четырех данных сро-

ков выберете, если вы совершенно свободны от дневных планов и можете руководствоваться только личными планами?

- | | |
|-----------------|----------|
| а) 8:00–10:00; | 6 баллов |
| б) 11:00–13:00; | 4 балла |
| в) 15:00–17:00; | 2 балла |
| г) 19:00–21:00. | 0 баллов |

12. Если вы ложитесь спать в 23:00, то какова степень вашей усталости?

- | | |
|--------------------------|----------|
| а) очень усталый; | 5 баллов |
| б) относительно усталый; | 3 балла |
| в) слегка усталый; | 2 балла |
| г) совсем не усталый. | 0 баллов |

13. Какие-то обстоятельства заставили вас лечь спать на несколько часов позднее обычного. На следующее утро нет необходимости вставать в обычное для вас время. Какой из четырех возможных вариантов будет соответствовать вашему состоянию?

- | | |
|---|---------|
| а) я просыпаюсь в обычное для себя время и не хочу спать; | 4 балла |
| б) я просыпаюсь в обычное для себя время и продолжаю дремать; | 3 балла |
| в) я просыпаюсь в обычное для себя время и снова засыпаю; | 2 балла |
| г) я просыпаюсь позднее, чем обычно. | 1 балл |

14. Вам предстоит какая-либо работа ночью между 4:00 и 6:00. На следующий день у вас никаких обязанностей. Какую из следующих возможностей вы выберете?

- | | |
|---|---------|
| а) полностью высыпаюсь перед ночной работой; | 4 балла |
| б) перед ночной работой сплю, а после нее дремлю; | 3 балла |
| в) перед ночной работой дремлю, а после нее сплю; | 2 балла |
| г) сплю сразу после ночной работы. | 1 балл |

15. Вы должны в течение 2 ч выполнять тяжелую физическую работу. Какие часы вы выберете, если у вас полностью свободный график дня и вы можете руководствоваться только личными чувствами?

- | | |
|-----------------|---------|
| а) 8:00–10:00; | 4 балла |
| б) 11:00–13:00; | 3 балла |
| в) 14:00–16:00; | 2 балла |
| г) 19:00–21:00. | 1 балл |

16. У вас возникло решение серьезно заниматься закаливани-ем организма. Друг предложил делать это дважды в неделю по ча-су между 22:00 и 23:00. Вас будет устраивать это время?

- | | |
|---|---------|
| а) устраивает, буду в хорошей форме; | 1 балл |
| б) буду относительно в хорошей форме; | 2 балла |
| в) через некоторое время буду в плохой форме; | 3 балла |
| г) нет, это время меня не устраивает. | 4 балла |

После выполнения теста следует подсчитать сумму баллов и, пользуясь схемой оценки (таблица), определить, к какому хронобиологическому типу вы относитесь (голубь, сова или жа-воронок).

Схема оценки хронобиологического типа человека

Хронобиологический тип человека	Количество баллов
Жаворонок (четко выраженный утренний тип)	Более 69
Слабо выраженный утренний тип	59–60
Голубь (индифферентный тип)	42–58
Слабо выраженный вечерний тип	31–41
Сова (сильно выраженный вечерний тип)	Менее 31

Зная свой хронологический тип, вы можете регулярно плани-ровать свой рабочий день, время отдыха, что позволит в некото-рой степени снизить уровень нервно-психического напряжения.

Задание 2. Определить хронотип по методу Г. Хольдебранта.

Рассчитать показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) и дыхания (ЧД) при температурном и психическом комфорте, по-ложении сидя за 1 мин. Показатель ЧСС разделить на показатель ЧД с точностью до 0,0 (десятых).

Если полученные параметры соответствуют 4,0–5,0, испытуе-мого относят к ритмикам (голуби), если превышают 5,0 – к жаво-ронкам, если меньше 4,0 – к совам.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Раскройте суть понятия «биологические ритмы».
2. Что лежит в основе биологических ритмов человека?
3. Дайте определение понятия «хронотип человека».
4. Какие бывают виды биоритмов?
5. Как отражается нарушение синхронности биоритмов на самочувствии человека?
6. Что такое экспресс-информация «Часы в нашем теле»?
7. Как определить свой личный хронобиологический тип и его влияние на работоспособность?



ЛИТЕРАТУРА

1. Мисун, Л. В. Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Практикум: учеб.-метод. пособие / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, И. Н. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2021. – 200 с.
2. Биоритмы и их нарушения: учеб.-метод. материалы / сост.: Е. А. Кондратенкова, Н. О. Мартусевич. – Могилев: МГУ имени А. А. Кулешова, 2016. – 44 с.

9. ТОПЛИВО. ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ ТОПЛИВА

Цель работы: изучить классификацию топлива, его состав и виды, ознакомиться с понятием «теплота сгорания топлива».

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Топливом называют вещество, способное выделять энергию в ходе определенных процессов. Эту энергию можно использовать для технических целей.

Топливо должно отвечать следующим основным требованиям: при сгорании выделять максимально возможное количество теплоты, сравнительно легко загораться, быть широко распространенным в природе, доступным для разработки, дешевым при использовании, сохранять свои свойства во время хранения. Очень важно, чтобы в процессе сгорания топлива не выделялись вещества, представляющие опасность для окружающей среды.

В народном хозяйстве топливо может быть использовано в том виде, в котором добывается (*естественное*), или после определенной переработки (*искусственное*) (табл. 9.1).

Таблица 9.1

Общая классификация топлива

Агрегатное состояние	Происхождение топлива	
	естественное	искусственное
Жидкое	Нефть	Бензин, керосин, мазут и др.
Газообразное	Природный и нефтепромысловый газ	Генераторный, коксовый, доменный и другие газы
Твердое	Угли, горючие сланцы, торф, дрова	Каменноугольный кокс, древесный уголь и др.

В зависимости от агрегатного состояния топливо делят на *твердое*, *жидкое* и *газообразное*, по назначению при использовании – на *энергетическое*, *технологическое* и *бытовое*. Наиболее

высокие требования предъявляются к энергетическому топливу, а минимальные требования – к бытовому.

В состав органической части топлива могут входить следующие горючие (углерод (С), водород (Н), сера (S)) и негорючие (азот (N), кислород (O)) элементы и балласт (зола (A), влага (W)).

Углерод – основной горючий элемент топлива, который содержится в нем в виде органических соединений. При сгорании 1 кг углерода выделяется 33,9 МДж тепла. Углерод содержится в топливе от 40 (солома) до 95% (антрацит). Чем больше углерода в топливе, тем больше оно выделяет тепла при сгорании. С увеличением геологического возраста топлива содержание углерода увеличивается.

Водород является второй важнейшей частью каждого топлива, при сгорании выделяет в 4 раза больше тепла, чем углерод. Содержится он в виде углеводородных соединений C_mH_n , во внутренней влаге топлива. Водород играет большую роль в образовании летучих веществ, выделяющихся при нагревании топлива без доступа воздуха. В состав летучих водород входит в чистом виде и в виде углеводородных и других органических соединений. Содержание водорода в горючей массе твердых и жидких топлив колеблется от 2 до 10%. Много водорода содержится в природном газе, мазуте и горючих сланцах, меньше всего в антраците.

Сера содержится в топливе в виде органических соединений S_o и колчедана S_k , объединяемых в летучую серу. Кроме того, сера входит в состав топлива в виде сернистых солей – сульфатов (например, гипса $CaSO_4$), не способных гореть. Сульфатную серу принято относить к золе топлива. Присутствие серы значительно снижает качество топлива и крайне нежелательно, несмотря на то, что часть серы участвует в процессе горения и выделяет тепло. Объясняется это тем, что продукты сгорания серы в присутствии влаги могут образовывать сернистую и серные кислоты, разъедающие стальные стенки поверхностей нагрева котлоагрегатов. Кроме того, попадая в атмосферу и в рабочие помещения, сернистые газы оказывают вредное воздействие на живые организмы и растительность, могут вызвать отравление обслуживающего персонала.

Кислород находится в химических соединениях с горючими элементами. Связывая часть водорода, он тем самым обесценивает топливо. Содержание кислорода в органической массе топлива с его возрастом снижается с 41% для древесины до 2,2% для антрацита.

Азот – инертный газ, который снижает процентное содержание в топливе горючих элементов. Азот является вредным компонентом, поскольку при сгорании азотсодержащих соединений в высокотемпературных топках образуются очень токсичные оксиды NO и NO₂.

Зола – негорючий остаток, полученный после полного сгорания топлива. Это смесь различных минеральных веществ, находящихся в топливе: глины, кремнезема, окислов железа, извести и т. д. Каменный уголь содержит 4–25% золы, дрова – 0,6%. Зольность жидких топлив зависит от количества растворенных в них солей и наличия механических примесей. Газы сгорают без остатка.

Влага является вредной примесью топлива, так как уменьшает долю горючих веществ в 1 кг топлива. Часть тепла, выделяемого при сгорании топлива, тратится на испарение влаги. Влага топлива состоит из внешней и внутренней. И если первая зависит от условий добычи, транспортирования и хранения топлива, то внутренняя влага зависит только от свойств самого топлива. Она заполняет микроскопические поры топлива и не может быть удалена простым высушиванием. Чтобы удалить внутреннюю влагу топлива, его нагревают до температуры 103–110°C и выдерживают примерно 4 ч. Влага в топливах содержится обычно 5–60%.

Элементарный состав твердого и жидкого топлива дается в процентах к массе 1 кг топлива.

Подсчитывая тепловую ценность и проводя различные тепловые расчеты, обычно рассматривают три агрегатных состояния: рабочую, сухую и горючую массы топлива.

Рабочая масса – это та, которая поступает в топку котла или другой установки:

$$\%C^P + \%H^P + \%O^P + \%S^P + \%N^P + \%A^P + \%W^P = 100\%. \quad (9.1)$$

Сухая масса топлива не содержит воды:

$$\%C^c + \%H^c + \%O^c + \%S^c + \%N^c + \%A^c = 100\%. \quad (9.2)$$

Горючая масса – это топливо, не содержащее золы и воды:

$$\%C^r + \%H^r + \%O^r + \%S^r + \%N^r = 100\%. \quad (9.3)$$

Обычно в справочных материалах приводят состав горючей массы. Сухая масса от рабочей отличается количеством воды, содержащейся в топливе.

Все тепловые расчеты ведут на рабочую (реальную) массу топлива, но ее состав зависит от содержания воды и золы. Более стабилен состав сухого топлива, поэтому часто приходится прибегать к пересчетам с одной массы на другую.

Пересчет с одной массы топлива на другую выполняют с помощью коэффициентов (табл. 9.2).

Таблица 9.2

Пересчет массы топлива

Заданная масса топлива	Масса топлива, на которую делается пересчет		
	рабочая	сухая	горючая
Рабочая	1	$100 / (100 - W^P)$	$100 / (100 - W^P - A^P)$
Сухая	$(100 - W^P) / 100$	1	$100 / (100 - A^c)$
Горючая	$(100 - W^P - A^P) / 100$	$(100 - A^c) / 100$	1

Пересчет элементарного состава топлива с одной влажности (зольности) на другую проводится по следующим формулам:

$$X_1^P = \frac{X^P \cdot (100 - W_1^P)}{100 - W^P}, \quad (9.4)$$

$$X_1^P = \frac{X^P \cdot (100 - A_1^P)}{100 - A^P}, \quad (9.5)$$

где W_1^P и A_1^P – соответственно рабочая влажность и зольность топлива, для которого осуществляется пересчет, %.

Теплотой сгорания (Q) называют количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании единицы массы (кг) жидкого и твердого топлива или единицы объема (m^3) газообразного топлива, измеряемых при постоянных давлении и температуре.

В Международной системе (СИ) единицей измерения теплоты является **джоуль** (Дж). В качестве внесистемной единицы измерения количества теплоты используется **калория** (кал). Установлено следующее соотношение между ними: 1 кал = 4,1867 Дж, 1 ккал = 4,1867 кДж.

Различают два понятия теплоты сгорания: высшую и низшую.

Высшая теплота сгорания (Q_B) – это максимально возможное количество теплоты, полученное экспериментальным или расчетным способом, когда вода, содержащаяся в топливе, а также

получаемая от сгорания водорода, находящегося в топливе, остается в капельно-жидком состоянии.

Низшая теплота сгорания (Q_H) меньше высшей на количество тепла, затраченного на испарение воды.

Точным методом определения теплоты сгорания является сжигание топлива в специальных приборах, называемых калориметрами.

При экспериментальном определении теплоты сгорания основными являются три величины:

- 1) масса воды, участвующей в опыте;
- 2) температура, на которую нагрелась вода;
- 3) количество сгоревшего топлива.

Для аналитических расчетов теплоты сгорания всех видов твердых и жидких топлив наибольшее применение имеют формулы Д. И. Менделеева (1897 г.), кДж/кг:

$$Q_i^p = 339,13 \cdot \%C^p + 1029,95 \cdot \%H^p - 108,8 \cdot (\%O^p - \%S^p) - 25,12 \cdot \%W^p. \quad (9.6)$$

Теплоту сгорания природного газа (Q_H^p , кДж/м³) определяют по формуле

$$Q_H^p = 358,18 \cdot \%CH_4 + 637,48 \cdot \%C_2H_6 + 912,3 \cdot \%C_3H_8 + 1186,46 \cdot \%C_4H_{10} + 1460,77 \cdot \%C_5H_{12}. \quad (9.7)$$

В формулах коэффициенты при элементах показывают, какое количество теплоты они выделяют при полном сгорании. Состав топлива и влагу, когда она содержится, берут в процентах на *рабочую массу* топлива.

Если состав топлива дан в единицах массы (кг), то значение коэффициентов будет в 100 раз больше.

Связь между высшей и низшей теплотой сгорания выражается формулами:

– для твердых и жидких топлив, кДж/кг:

$$Q_B^p = Q_H^p \cdot 25,2 \cdot (\%W^p + 37,68 \cdot \%H^p), \quad (9.8)$$

где W^p – влажность рабочего топлива, %;

– для газообразного топлива, кДж/кг:

$$Q_B^p = Q_H^p \cdot 2512,1 \cdot \%W_k, \quad (9.9)$$

где W_k – количество влаги, сконденсированной из продуктов горения, %.

Каждый вид топлива имеет разные состав, физические и химические свойства, а следовательно, и различную теплоту сгорания. Для удобства сравнения отдельных видов топлива, составления заявок, подсчета запасов, замены одного топлива другим установлен эталон. В качестве эталона принято *условное топливо*, теплота сгорания которого для твердого и жидкого состояний принята равной 29 307 кДж/кг (7000 ккал/кг), а для газообразного – 29 307 кДж/м³ (7000 ккал/м³).

В настоящее время составление заявок на топливо, учет его расходов и запасов ведутся в единицах условного топлива. Для пересчета массы условного топлива в натуральное и наоборот применяют *тепловой эквивалент* (\mathcal{E}_T) (калорийный эквивалент), представляющий собой отношение низшей теплоты сгорания данного натурального топлива к теплоте сгорания условного топлива:

$$\mathcal{E}_T = \frac{Q_H^P}{Q_H^{y.T}} = \frac{Q_H^P}{29\,307}, \quad (9.10)$$

где Q_H^P – теплота сгорания топлива, кДж/кг; $Q_H^{y.T}$ – теплота сгорания условного топлива, кДж/кг.

В табл. 9.3 приведены значения теплоты сгорания и топливных эквивалентов для некоторых видов топлива.

Таблица 9.3

**Теплота сгорания и топливные эквиваленты
некоторых видов топлива**

Наименование топлива	Q_i^δ , ккал/кг (ккал/м ³)	Q_i^δ , кДж/кг (кДж/м ³)	\mathcal{E}_T
Условное топливо	7000	29 307	1,00
Бурый уголь	3400	14 235	0,47
Каменный уголь	7001	29 310	1,00
Антрацит	7220	30 230	1,03
Торф	3210	9864	0,34
Дрова	1889	7910	0,27
Нефть	10 000	41 867	1,43
Бензин	10 780	45 216	1,54
Мазут	9900	41 448	1,41
Природный газ	8480	35 586	1,21

Топливо в том виде, в котором оно сжигается, т. е. поступает в топку, называется рабочим. Перевод количества (расхода)

рабочего (натурального) топлива в условное топливо, осуществляется по следующей формуле:

$$B = \mathcal{E}_T \cdot V_H, \quad (9.11)$$

где B – условное топливо, т у. т.; \mathcal{E}_T – топливный эквивалент; V_H – количество (расход) рабочего (натурального) топлива, т.



ЗАДАНИЯ

Задание 1. За год предприятие потребило электрической энергии $\mathcal{E}_{эл} = 2,44 \cdot 10^6$ кВт · ч, газа в объеме 425,7 тыс. м³, угля массой 85,4 т, тепла в количестве 2800 Гкал. Теплота сгорания газа равна 41,3 МДж/м³, угля – 34,3 МДж/кг. Определить потребление каждого из видов энергетических ресурсов в следующих единицах: ГДж, Гкал, кВт · ч и т у. т. Установить общее потребление энергоресурсов в тоннах условного топлива (т у. т.).

Задание 2. При лабораторных испытаниях определили элементарный состав каменного угля на горючую массу, %: $C^r = 84$; $H^r = 4,5$; $O^r = 9$; $S^r = 0,5$; $N^r = 2$. Влажность и зольность топлива на рабочую массу при его анализе составили, %: $A^p = 11,4$; $W^p = 12$. Установить состав рабочей массы топлива.

Задание 3. Низшая теплота сгорания каменного угля на горючую массу равна $Q_H^r = 7332,2$ ккал/кг. Влажность и зольность топлива на рабочую массу при его анализе составляют, %: $A^p = 11,4$; $W^p = 12$. Рассчитать теплоту сгорания рабочей массы топлива в Международной системе единиц.

Задание 4. На сколько увеличится теплота сгорания бурого угля при переходе электростанции от замкнутой к разомкнутой системе сушки топлива с получением подсушенного топлива окончательной влажности $W^p = 10\%$? Исходная рабочая масса топлива имеет влажность $W^p = 39\%$ и низшую рабочую теплоту сгорания, равную 13,02 МДж/кг.

Задание 5. Какому количеству условного топлива эквивалентен 1 кг сырой нефти, если $Q_{н.нефть}^p = 42$ МДж/кг, 1 м³ (при нормальных условиях) природного газа при $Q_{н.газ}^p = 35$ МДж/м³, а также 1 кг каменного угля при $Q_{н.уголь}^p = 21$ МДж/кг?

Задание 6. Определить состав рабочей массы каменного угля, если состав горючей массы равен, %: $C^r = 71,1$; $H^r = 5,3$; $O^r = 20$; $S^r = 1,9$; $N^r = 1,7$. Зольность сухой массы топлива $A^c = 36\%$, а влажность угля на рабочую массу $W^p = 18\%$.

Задание 7. Установить состав горючей массы каменного угля и вычислить его низшую рабочую теплоту сгорания, если состав рабочей массы равен, %: $C^p = 58,7$; $H^p = 4,2$; $O^p = 9,7$; $S^p = 0,3$; $N^p = 1,9$. Зольность сухой массы топлива $A^c = 15\%$ и влажность угля на рабочую массу $W^p = 12\%$.

Задание 8. Определить низшую теплоту сгорания сухого природного газа, состав которого равен, %: $CO = 0,8$; $CH_4 = 84,5$; $C_2H_6 = 3,8$; $C_3H_8 = 1,9$; $C_4H_{10} = 1,2$; $H_2 = 7,8$.

Задание 9. На складе котельной имеется 120 250 кг каменного угля, состав которого по горючей массе равен, %: $C^r = 76,0$; $H^r = 3,8$; $S^r = 2,5$; $N^r = 0,4$; $O^r = 17,3$, зольность сухой массы $A^c = 20\%$ и влажность рабочая $W^p = 34,5\%$. Оценить запас угля на складе в тоннах условного топлива.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое топливо, условное топливо?
2. Каким основным требованиям должно отвечать топливо?
3. Перечислите основные химические элементы, которые входят в состав топлива.
4. Раскройте суть понятия «теплота сгорания топлива».

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергосбережение: учеб.-метод. пособие / А. С. Дмитриченко [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 90 с.
2. Андрижиевский, А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин. – Минск: Выш. шк., 2005. – 294 с.

10. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Цель работы: ознакомиться с экологическими проблемами традиционной энергетики.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Энергетика является важнейшей отраслью экономики страны. Темпы роста производства, его технический уровень, производительность труда, в конечном итоге уровень жизни населения в значительной степени зависят от развития энергетики.

Однако следует учитывать, что уровень экономического благосостояния в конкретной стране определяется уже не только объемом, но и эффективностью использования энергоресурсов. Большинство энергии, потребляемой человеком, превращается в бесполезное тепло из-за низкой эффективности применения имеющихся энергетических ресурсов. Особую роль в нарушении устойчивости биосферы играет непрерывный рост производства и потребления энергии, а любое ее использование в конечном итоге приводит к рассеиванию и появлению на поверхности Земли дополнительных источников тепла. В итоге глобальное тепловое загрязнение вызывает нарушение устойчивости биосферы Земли.

Проблема усугубляется еще тем, что большая часть энергии производится путем сжигания ископаемого органического топлива (уголь, нефть, газ) с образованием значительного количества парниковых газов (в основном CO_2), которые влияют на изменение климата планеты. Человечество еще по крайней мере 50 и более лет сможет обеспечить значительную часть своих потребностей в различных видах энергии за счет сжигания органического топлива. Ограничить чрезмерное их потребление могут два фактора: очевидная исчерпаемость запасов топлива и осознание неизбежности глобальной катастрофы из-за увеличения вредных выбросов, при-

водящих к загрязнению окружающей среды, изменению климата планеты и др.

В соответствии с этим на современном этапе развития энергетики очень важной становится проблема взаимодействия энергетики с окружающей средой.

Влияние традиционной энергетики (ТЭС, ГЭС, АЭС) на окружающую среду и здоровье человека. В настоящее время энергетические потребности обеспечиваются в основном за счет трех видов энергоресурсов: *органического топлива, воды и атомного ядра.*

Основным источником получения энергии в нашей стране и многих других странах мира является и будет оставаться в обозримом будущем тепловая энергия, получаемая традиционным способом от сгорания углеводородного (органического) топлива – угля, нефти, газа, торфа, горючих сланцев на тепловых электрических станциях (ТЭС). Непосредственно также используются человеком энергия воды после превращения ее в электрическую на гидроэлектростанциях (ГЭС) и ядерная энергия, преобразованная на атомных электростанциях (АЭС) в электрическую.

Электростанции являются крупнейшими загрязнителями среды. Каждый отдельный тип электростанций оказывает различное, по большей части негативное воздействие на окружающую среду.

Энергетике принадлежит первенство в следующих видах загрязнения: химическом, тепловом, аэрозольном, электромагнитном, радиоактивном.

Тепловые электрические станции (ТЭС). На ТЭС сжигается топливо, а выделяющееся при этом тепло генерирует перегретый пар, вращающий турбины. Значительное количество энергии, заключенной в органическом топливе, используется в виде тепловой и только часть ее превращается в электрическую. Однако и в том и в другом случае высвобождение энергии из органического топлива связано с его сжиганием, следовательно, и с поступлением продуктов горения в окружающую среду.

К основным экологическим проблемам тепловой энергетики относятся:

- выбросы парниковых газов;
- загрязнение воздуха частицами пыли, твердыми и жидкими отходами;
- тепловое загрязнение окружающей среды;
- изменение ландшафта.

Выбросы парниковых газов. Использование углеводородных источников энергии, увеличение объемов сжигания ископаемого топлива предопределило соответствующее увеличение выбросов основного парникового газа – углекислого газа (CO_2). Повышение концентрации парниковых газов является одной из причин глобального изменения климата, глобального потепления. Чтобы уменьшить вероятность глобального потепления, необходимо более широкое использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), которые обеспечивают значительное снижение выбросов парниковых газов в сравнении с углеводородными источниками.

Загрязнение воздуха частицами пыли, твердыми и жидкими отходами. Основными загрязнителями атмосферы на ТЭС являются диоксид серы, оксиды азота, соединения фтора и твердые частицы угольной золы и несгоревшего топлива. Соединения серы могут присутствовать в твердом топливе в виде включений сульфида железа (FeS) и серы, входящей в состав молекул органической массы топлива, или в виде сульфатов (обычно CaSO_4). При сгорании топлива в топках ТЭС сульфидная сера и сера, содержащаяся в органических соединениях, переходят в SO_2 и частично в SO_3 , выделяющиеся вместе с отходящими газами.

Серьезнейшую опасность для окружающей среды представляют оксиды азота, выбрасываемые с дымовыми газами ТЭС. Оксиды азота образуются за счет окисления содержащегося азота в топливе и воздухе, поэтому они содержатся в отходящих газах всех ТЭС независимо от природы используемого топлива.

Загрязняя атмосферу, диоксид серы и оксиды азота являются причиной кислотных дождей, которые, в свою очередь, подкисляют почву, снижая эффективность применения удобрений, изменяют кислотность вод, что сказывается на видовом многообразии водного сообщества, существенно влияют и на растительность.

В случае неполного сгорания топлива в топках могут образовываться оксид углерода (CO), углеводороды (CH_4 , C_2H_4 и др.), а также высокотоксичные канцерогенные полициклические ароматические вещества (ПАУ) и наиболее активное из них – бензапирен (с его действием связано увеличение онкологических заболеваний).

Максимальное количество бензапирена образуется при температуре $700\text{--}800^\circ\text{C}$ в условиях нехватки воздуха для полного сгорания топлива. Поэтому главным средством борьбы с загрязнением

атмосферного воздуха канцерогенными углеводородами является обеспечение максимальной полноты сгорания топлива.

Отходящие газы ТЭС – серьезный источник загрязнения атмосферы соединениями фтора. Присутствующий в углях фтор в результате процессов горения переходит во фтористый водород и четырехфтористый кремний, которые являются основными фторсодержащими соединениями в дымовых газах.

До настоящего времени специальных методов очистки дымовых газов ТЭС от фтористого водорода не разработано. Хотя, конечно, использование абсорбционных методов очистки газов ТЭС от оксидов серы и азота позволяет уменьшить и количество фтористых соединений, выбрасываемых с отходящими газами. Однако данные об эффективности такой очистки фтористых соединений практически отсутствуют.

В состав углей в виде микропримесей входит множество химических элементов, многие из которых токсичны. При сгорании топлива эти элементы в виде оксидов или солей переходят в несгоревшую неорганическую часть углей – угольную летучую золу.

Возможное поступление угольной золы вместе с отходящими газами в атмосферу представляет серьезную опасность для окружающей среды, поскольку в результате биологического накопления и последующего сжигания концентрация токсичных элементов в золе значительно превосходит их содержание в земной коре. Последние способны заметно изменить баланс солнечной радиации у земной поверхности. Они же являются ядрами конденсации для паров воды и формирования осадков; попадая в органы дыхания человека и других организмов, вызывают различные респираторные заболевания. Поэтому в настоящее время все ТЭС, работающие на твердом топливе, снабжены устройствами для улавливания золы из дымовых газов.

Наряду с газообразными выбросами теплоэнергетика является «производителем» огромных масс твердых отходов; к ним относятся хвосты углеобогащения, золы и шлаки. Отходы углеобогащительных фабрик содержат 55–60% SiO_2 , 22–26% Al_2O_3 , 5–12% Fe_2O_3 , 0,5–1,0% CaO , 4,0–4,5% K_2O и Na_2O и до 5% C . Они поступают в отвалы, которые также вызывают загрязнение воздуха, почвы и поверхностных вод вредными компонентами, требуют выведения земель из оборота.

Серьезную проблему вблизи ТЭС представляет складирование золы и шлаков. Для этого требуются значительные территории, которые долгое время не используются, а также являются очагами накопления тяжелых металлов и повышенной радиоактивности.

Локальное тепловое загрязнение окружающей среды. ТЭС – источник подогретых вод, которые используются как охлаждающий агент. Эти воды нередко попадают в реки и другие водоемы, обуславливая их тепловое загрязнение и сопутствующие ему цепные природные реакции (размножение водорослей, потерю кислорода, гибель гидробионтов, превращение типично водных экосистем в болотные и т. п.).

Основное количество тепловой энергии на ТЭС и ТЭЦ поступает в окружающую среду на стадии конденсации пара (около 50–55% от тепловой энергии, выделяемой при сгорании топлива). На АЭС эта величина еще больше и составляет для ВВЭР (водяной энергетический реактор) 65–68% от общей тепловой энергии, вырабатываемой в реакторе.

В настоящее время наиболее распространенным хладагентом при конденсации пара на ТЭС и АЭС является вода системы технического водоснабжения (СТВС). При прямоточной СТВС теплота конденсации передается проточной воде рек или озер. При организации замкнутых СТВС тепло передается циркуляционной воде, охлаждаемой в замкнутых прудах-охладителях или градирнях.

При организации прямоточных СТВС во избежание необратимых экологических изменений в водоемах и в соответствии с санитарными нормами повышение температуры водоемов не должно превышать 5°C в зимнее время и 3°C летом. Эти нормы могут быть выдержаны, если удельная нагрузка на водоем не будет превышать 12–17 кДж/м³ сбрасываемой тепловой энергии. Это накладывает серьезные ограничения на возможности использования прямоточных СТВС, которые являются с экономической точки зрения самыми дешевыми.

При организации оборотной СТВС с охлаждением воды в градирнях практически все тепло, забираемое водой при конденсации пара, передается атмосферному воздуху. Однако в связи со значительным испарением воды в градирнях эти системы нуждаются в постоянной подпитке свежей водой. На АЭС, имеющих оборотные СТВС с градирнями, на каждые 1000 МВт мощности станции требуется 0,8–1,2 м³ воды каждую секунду. Помимо этого, недоста-

точно изучено влияние градирен на микроклимат и атмосферные явления. Организация оборотных СТВС возможна и при естественном охлаждении воды в прудах-охладителях. В последнее время для этих целей на новых электростанциях широко применяются акватории существующих водохранилищ комплексного назначения. При этом в целях экономии земельных и водных ресурсов и предотвращения влияния сбросного тепла на гидробиологический режим водохранилища, акватория, используемая для охлаждения, отделяется от остального водохранилища ограждающей дамбой. В настоящее время около 80% действующих ТЭС и АЭС имеют оборотные СТВС, причем около 56% всех электростанций оборудованы системами с водохранилищами-охладителями, 22% – градирнями и только 22% электростанций имеют прямоточные СТВС.

Изменение ландшафта. Природные ландшафты являются важной частью человеческого наследия. Строительство электростанций, создание водохранилищ при строительстве гидроэлектростанций может привести к исчезновению исключительно ценных ландшафтов. Долгосрочные изменения ландшафта могут быть вызваны такими факторами, как эрозия почв, отложения и низкий уровень воды в водохранилищах, а также сопутствующее воздействие инфраструктуры (например, строительство новых дорог, линий электропередач). Поэтому важно принимать соответствующие меры для сохранения природной красоты в зоне реализации проектов по строительству объектов энергетики и защиты культурных ценностей с высокой исторической ценностью.

Глобальное тепловое загрязнение, вызывающее нарушение устойчивости биосферы Земли. Особую роль в нарушении устойчивости биосферы играет непрерывный рост производства и потребления энергии, а любое ее использование в конечном итоге приводит к рассеиванию и появлению на поверхности Земли дополнительных источников тепла. Тепловые электростанции в наибольшей степени «ответственны» за усиливающийся парниковый эффект и выпадение кислотных осадков. Они вместе с транспортом поставляют в атмосферу основную долю техногенного углерода (в основном в виде CO_2), около 50% диоксида серы, 35% оксидов азота и около 35% пыли. Имеются данные, что тепловые электростанции в 2–4 раза сильнее загрязняют среду радиоактивными веществами, чем АЭС такой же мощности.

В выбросах ТЭС содержится значительное количество металлов и их соединений. При пересчете на смертельные дозы в годовых выбросах ТЭС мощностью 1 млн кВт содержится алюминия и его соединений свыше 100 млн доз, железа – 400 млн доз, магния – 1,5 млн доз. Летальный эффект этих загрязнителей не проявляется только потому, что они попадают в организм в незначительных количествах. Это не исключает их отрицательного влияния через воду, почву и другие звенья экосистем.

Значительным экологическим загрязнением является поток *электромагнитных излучений*, возникающих при передаче электроэнергии на большие расстояния высоковольтными линиями электропередач. Эти излучения оказывают большое отрицательное влияние и на человека, и на животных. Нормальное функционирование ТЭС, АЭС, ГЭС связано с использованием *транспортных средств*, поэтому природная среда загрязняется и за счет работы этих средств. Предприятия энергетики вносят свой вклад и в шумовые, и в вибрационные загрязнения. Краткое рассмотрение влияния энергетики на окружающую природную среду показывает, что и для этой отрасли важна природоохранная деятельность, которая на современном этапе может быть рационально реализована путем принятия правильных экологических решений.

Основными направлениями решения экологических проблем тепловой энергетики являются:

1) *экологизация технологических процессов* – это в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ;

2) *оптимизация процесса сжигания топлива* – связывание и удаление сернистых соединений в процессах газификации и сжигания топлив. Предусматривает реконструкцию существующих и разработку новых котлов, обеспечивающих экологически безопасные технологии сжигания топлив ухудшенного качества и шламов (циркулирующий кипящий слой, внутрицикловая газификация);

3) *очистка топлива от элементов, образующих при сжигании загрязняющие вещества*;

4) *очистка газовых выбросов от вредных примесей* – сероочистка дымовых газов. Нынешний уровень технологий не позволяет добиться полного предотвращения поступления вредных примесей в атмосферу с газовыми выбросами.

Стоит задача полного улавливания отходящих газов ТЭС с целью утилизации оксидов азота и серы для получения из них соединений серы и азота для дальнейшего их применения в других отраслях хозяйства;

5) *рассеивание газовых выбросов в атмосфере* – это снижение их опасных концентраций до уровня, соответствующего ПДК, путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. К сожалению, этот метод позволяет снизить локальное загрязнение, но при этом проявляется региональное;

6) *соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ*;

7) *устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения* и др. *Санитарно-защитная зона (СЗЗ)* – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ. *Архитектурно-планировочные мероприятия* включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

Гидроэнергетика – получение энергии от текущей воды на гидроэлектростанции (ГЭС). ГЭС преобразуют энергию потока воды (как правило, крупной реки) в электроэнергию. Для этого служат турбины, вращающие электрические генераторы. Наибольший КПД таких машин достигается, когда поток падает на турбину сверху, поэтому основой ГЭС является плотина, поднимающая уровень реки и обеспечивающая напор над турбинами.

В ряде стран мира гидроэнергетика занимает ведущее место. Так, в Норвегии на долю ГЭС приходится около 100% всего производства электроэнергии, в Бразилии, Канаде, Швеции – более 50%. Развивается гидростроительство и в нашей стране.

К *положительным последствиям* работы ГЭС относят:

- экологически чистое производство энергии, так как гидроэлектростанции не дают вредных выбросов;
- снижение выбросов CO₂ (гидроэлектростанции не сжигают ископаемые виды топлива и непосредственно не производят углекислый газ);
- долгий срок эксплуатации гидроэлектростанции (некоторые ГЭС все еще дают электроэнергию после 50–100 лет работы);
- затраты на оперативное обслуживание небольшие (требуется немного специалистов для контроля работы ГЭС);
- пригодность для промышленного применения;
- другие виды использования водохранилища (возможности для занятий водными видами спорта, для разведения озерных пород рыб, для посещения туристов, полив сельскохозяйственных культур, предотвращение наводнения);
- возможность регулирования стока воды с помощью плотин и водохранилищ и др.

При этом необходимо учитывать, что строительство ГЭС деформирует окружающую среду, так как при этом создаются огромные водные бассейны, заливаются плодородные пойменные земли и лесные массивы, с поверхности водохранилищ происходит интенсивное испарение воды.

К *серьезным негативным экологическим последствиям* строительства ГЭС на равнинных реках относят:

- 1) отчуждение плодородных земель под водохранилища и уничтожение естественных экосистем (затопление заливных высокопродуктивных лугов, лесных массивов, населенных пунктов);
- 2) переселение (в 2000 г. Всемирная комиссия по плотинам подсчитала, что постройка плотин привела к переселению от 40 до 80 млн человек во всем мире);
- 3) ухудшение качества воды в водохранилищах (уменьшается содержание кислорода, накапливаются биогенные вещества, развиваются сине-зеленые водоросли, гибнут водные организмы);
- 4) нарушение путей миграции рыб, разрушение нерестилищ, сокращение стада ценных промысловых рыб;
- 5) изменение микроклимата окружающей территории, влияние на атмосферные процессы (повышенное испарение, понижение температуры воздуха, туманы, местные ветры – бризы, смена экосистем);

б) снижение скорости течения реки, замедление водообмена и самоочищения;

7) подтопление берегов, заболачивание, оползневые процессы и др.

Прежде чем приступить к реализации очередного гидротехнического проекта, необходимо просчитать все последствия, к которым приведет его введение в строй.

В перспективе эффективно создание малых ГЭС единичной мощности 30 кВт на небольших водоемах. Создавая малые ГЭС, можно получить электроэнергию, не влияя на природную среду так сильно, как при воздействии крупной ГЭС. Решить проблему «большой» энергетики они, конечно, не смогут, но вырабатывать энергию для отдельных хозяйств, населенных пунктов они в силах. К тому же их несомненным достоинством является минимальное воздействие на окружающую среду.

Атомная электростанция (АЭС) – это электростанция, на которой производство электроэнергии осуществляется с использованием внутренней энергии атома.

Ядерный реактор – это техническая установка для контролируемого преобразования ядерной энергии в тепловую в процессе цепной реакции деления ядер урана. Деление 1 г изотопов урана высвобождает 22 500 кВт · ч, что эквивалентно энергии 2,8 т условного топлива. Мировые запасы энергоресурсов оцениваются величиной в $13 \cdot 10^{12}$ т урана.

АЭС являются экологически более чистыми, чем ТЭС. Радиоактивные выбросы угольной ТЭС в атмосферу при существующей эффективности очистки отходящих газов в 5–40 раз больше, чем АЭС. Это объясняется тем, что в 1 т угля содержится 1,0–2,5 г урана и 2,5–5,0 г тория. При расходе угля до 6 млн т в год общее количество урана и тория и продуктов их радиоактивного распада, проходящее через топку котлов ТЭС вместе с углем, составляет от 1,0 до 2,5 т урана и от 2 до 5 т тория в год. Если на АЭС принимаются меры по локализации радиоактивных отходов, то на ТЭС и особенно вблизи золоотвалов наблюдается повышенный радиационный фон.

АЭС не вызывают нарушения экологических циклов кислорода, углекислого газа, серы и азота. Отсутствуют также выбросы в атмосферу вредных соединений серы и азота, потребляется меньше природных энергетических ресурсов.

Ядерная энергетика до недавнего времени рассматривалась как наиболее перспективная. Это связано как с относительно большими запасами ядерного топлива, так и со щадящим воздействием на окружающую среду. До середины 80-х гг. XX в. человечество в ядерной энергетике видело один из выходов из энергетического тупика.

К маю 1986 г. 400 энергоблоков, работавших в мире и дававших более 17% электроэнергии, увеличили природный фон радиоактивности не более чем на 0,02%. До Чернобыльской катастрофы никакая отрасль производства не имела меньшего уровня производственного травматизма, чем АЭС. После 1986 г. главную экологическую опасность АЭС стали связывать с возможностью аварий. Хотя вероятность их на современных АЭС и невелика, но она и не исключается. К наиболее крупным авариям такого плана относится случившаяся на четвертом блоке Чернобыльской АЭС.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглась территория в радиусе более 2 тыс. км, охватившая более 20 государств. В пределах бывшего СССР пострадало 11 областей, где на тот момент проживало 17 млн человек. Общая площадь загрязненных территорий превысила 8 млн га, или 80 тыс. км². 115–130 тыс. человек было эвакуировано из наиболее опасной (30-километровой) зоны сразу после аварии. Число жертв и количество эвакуированных жителей увеличилось, расширилась и зона загрязнения в результате перемещения радиоактивных веществ ветром, при пожарах, с транспортом и т. п. Последствия аварии будут сказываться на жизни нескольких поколений.

После аварии на Чернобыльской АЭС отдельные страны приняли решение о полном запрете на строительство АЭС (Швеция, Италия, Бразилия, Мексика). Резко замедлились темпы развития данного вида энергетике в других странах. Приняты меры по усилению защиты от аварий существующих, строящихся и планируемых к строительству АЭС. Вместе с тем человечество осознает, что без атомной энергетике на современном этапе развития не обойтись. Строительство и ввод в строй новых АЭС постепенно увеличивается. В настоящее время в мире действует более 500 атомных реакторов. Около 100 реакторов находится в стадии строительства.

В процессе ядерных реакций выгорает лишь 0,5–1,5% ядерного топлива. Ядерный реактор мощностью 1000 МВт за год работы дает около 60 т радиоактивных отходов. Решение проблемы радиоактивных отходов возможно двумя путями:

– сокращение отходов за счет совершенствования технологии и вторичная их переработка;

– совершенствование технологии захоронения в целях большей безопасности.

На атомных станциях образуются газообразные, жидкие и твердые радиоактивные отходы разного уровня радиоактивности. В некоторых странах производится переработка радиоактивных отходов. Например, во Франции отходы сначала хранятся на территории АЭС, затем на заводах растворяются в азотной кислоте, полученные азотнокислые соли урана или плутония выделяют в виде твердого вещества и в дальнейшем используют вновь.

Захоронение позволяет изолировать любые виды радиоактивных отходов, в том числе наиболее опасные – высокоактивные с большими периодами полураспада. Поэтому захоронение считается одним из принципиальных способов решения проблемы при современном технологическом уровне. Захоронить радиоактивные отходы – значит навечно поместить их в специальные пункты захоронения (могильники), где они были бы выведены из сферы человеческой деятельности и биологических процессов. Многолетние исследования показали, что вместилищами радиоактивных отходов могут служить три типа геологических формаций: глины (аллювий), скальные породы (гранит, базальт), каменная соль. Глины используются для создания приповерхностных пунктов захоронения, а скальные породы и каменная соль – для строительства глубинных могильников. Захоронение обычно проводится на глубинах не менее 500–600 м в шурфах. Последние располагаются друг от друга на таком расстоянии, чтобы исключалась возможность атомных реакций.

Неизбежный результат работы АЭС – тепловое загрязнение вод. На единицу получаемой энергии здесь оно в 2–2,5 раза больше, чем на ТЭС, где значительно больше тепла отводится в атмосферу. Выработка 1 млн кВт электроэнергии на ТЭС дает 1,5 км³ подогретых вод, на АЭС такой же мощности объем подогретых вод достигает 3,0–3,5 км³.

Следствием больших потерь тепла на АЭС является более низкий коэффициент их полезного действия по сравнению с ТЭС. На последних он равен 35–40%, а на АЭС – только 30–31%.

В целом можно выделить следующие *негативные воздействия* АЭС на среду:

1) разрушение экосистем и их элементов (почв, грунтов, водоносных структур и т. п.) в местах добычи руд (особенно при открытом способе);

2) изъятие земель под строительство самих АЭС. Особенно значительные территории отчуждаются под строительство сооружений для подачи, отвода и охлаждения подогретых вод. Для электростанции мощностью 1000 МВт требуется пруд-охладитель площадью около 800–900 га. Пруды могут заменяться гигантскими градирнями с диаметром у основания 100–120 м и высотой, равной 40-этажному зданию;

3) изъятие значительных объемов вод из различных источников и сброс подогретых вод. Если эти воды попадают в реки и другие источники, в них наблюдается потеря кислорода, увеличивается вероятность цветения, возрастают явления теплового стресса у гидробионтов;

4) не исключено радиоактивное загрязнение атмосферы, вод и почв в процессе добычи и транспортировки сырья, а также при работе АЭС, складировании и переработке отходов, их захоронениях.



ЗАДАНИЯ

Задание 1. Изучить и описать экологические проблемы ТЭС, ГЭС и АЭС, их воздействие на окружающую среду и здоровье человека, а также возможные пути решения проблемы.

Задание 2. Провести сравнительный анализ различных способов получения энергии и заполнить таблицу.

Характеристика традиционных источников энергии

Источники энергии	Сырье для производства	Преимущества	Недостатки	Страны – лидеры производства	Доля производства, %
Тепловые электростанции (ТЭС)					
Гидроэлектростанции (ГЭС)					
Атомные электростанции (АЭС)					

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под традиционной энергетикой?
2. Какое влияние оказывает традиционная энергетика на окружающую среду и здоровье человека?
3. Назовите основные экологические проблемы тепловой энергетики.
4. Перечислите основные направления решения экологических проблем тепловой энергетики.
5. Какие существуют экологические проблемы гидроэнергетики?
6. Назовите экологические проблемы ядерной энергетики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние топливно-энергетического комплекса на окружающую среду и здоровье человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://itexn.com/8701_vlijanie-toplivno-jenergeticheskogo-kompleksa-na-okruzhajushhuju-sredu-i-zdorove-cheloveka.html. – Дата доступа: 27.10.2022.
2. Технологические методы защиты окружающей среды от выбросов вредных соединений в энергетике и химическом производстве: учеб. пособие / А. В. Ефимов [и др.]. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2017. – 217 с.

11. ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ОСНОВНЫЕ ВИДЫ, ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ

Цель работы: изучить основные виды возобновляемой энергетики, их преимущества и недостатки.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Возобновляемая (регенеративная, «зеленая») энергия – энергия из энергетических ресурсов, которые являются возобновляемыми или неисчерпаемыми по человеческим масштабам. Основной принцип использования возобновляемой энергии заключается в ее извлечении из постоянно происходящих в окружающей среде процессов или возобновляемых органических ресурсов и предоставлении для технического применения.

В современной мировой практике к *возобновляемым источникам энергии (ВИЭ)* относят: солнечную, ветровую, геотермальную, гидравлическую энергии, энергию морских течений, волн, приливов, температурного градиента морской воды, разности температур между воздушной массой и океаном, тепло Земли, биомассу животного, растительного и бытового происхождения.

Основными характерными чертами возобновляемой энергетики являются: экологическая чистота, чрезвычайно большие затраты на капитальное строительство, малая единичная мощность.

Технологии использования возобновляемых источников считаются чистыми вследствие их ограниченного применения в сравнении с углеводородными источниками, что и минимизирует отрицательное воздействие на окружающую среду, производит минимальное количество вторичных отходов и является устойчивым с точки зрения текущих и будущих экономических и социальных потребностей общества. Однако даже в этом случае необходимо учитывать, что возобновляемая энергетика имеет свои достоин-

ства и недостатки и является пока перспективной, но не до конца освоенной сферой деятельности. До момента перехода на получение чистой энергии человечество должно обратиться к еще одному резерву – бережливому отношению к имеющимся ресурсам – энергосбережению, повышению энергоэффективности производства, позволяющих значительно уменьшить количество потребляемой электроэнергии.

Биоэнергетика – производство как энергии из твердых видов биотоплива (щепа, брикеты, гранулы или пеллеты из древесины, лузги, соломы и т. п.), так и биогаза.

Биоэнергетика включает использование растительных отходов, искусственное выращивание биомассы (водорослей, быстрорастущих деревьев) и получение биогаза.

Термин «биомасса» стал применяться в последние десятилетия. Под ним подразумевают все возобновляющиеся органические вещества растительного и животного происхождения.

Биомасса – органическое вещество, генерируемое растениями в процессе фотосинтеза, при подводе солнечной (световой) энергии. Биомасса является как бы аккумулятором солнечной энергии.

По существующим оценкам, энергосодержание ежегодного прироста биомассы на Земле в 10 раз превышает годовое потребление энергии человечеством.

Под термином «биомасса» подразумеваются любые материалы биологического происхождения, продукты жизнедеятельности и отходы органического происхождения.

Энергия биомассы является наиболее перспективной для Беларуси в качестве возобновляемых источников энергии.

Одно из перспективных направлений энергетического использования биомассы – производство из нее *биогаза*, который можно преобразовать в тепловую и электрическую энергию, применять в двигателях внутреннего сгорания.

В Республике Беларусь для производства биогаза планируется создание биогазовых установок на животноводческих комплексах, при производстве пищевых продуктов, на полигонах отходов в крупных городах.

К *достоинствам* биоэнергетики можно отнести:

- биомасса – возобновляемый источник энергии;
- при ответственной переработке биомассы в энергию диоксид углерода (CO₂) не загрязняет атмосферу, поскольку новые растения

в процессе роста поглощают весь диоксид углерода, выделяющийся во время сжигания топлива;

– выделение загрязняющих веществ в атмосферу (например, оксидов серы) при сжигании любого вида биотоплива ниже, чем при использовании традиционного природного топлива (угля, нефти, газа);

– крупные электростанции на биотопливе способны работать непрерывно, в отличие от солнечных и ветряных электростанций, которые зависят от солнца и ветра соответственно;

– метан можно производить на небольших компостных установках.

Недостатками биоэнергетики являются:

1) использование биомассы с экологической точки зрения связано с изъятием ежегодно возобновляющейся массы растений и животных и выделением углекислого газа при сжигании;

2) бесконтрольная заготовка топлива из биомассы для электростанций наносит вред природе;

3) производство биогаза путем компостирования может сопровождаться неприятными запахами;

4) контейнеры, в которых хранится биогаз, требуют регулярных проверок и сертификации, проводимой квалифицированным и лицензированным персоналом.

Современные методы конверсии биомассы в биотопливо, такие как пиролиз, газификация, аэробное разложение и ферментация, также позволяют уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Энергия малых гидроэлектростанций (ГЭС). В настоящее время крайне недостаточно используются энергетические ресурсы средних и малых рек (длина от 10 до 200 км). В прошлом именно малые и средние реки являлись важнейшим источником получения энергии. Небольшие плотины на реках не столько нарушают, сколько оптимизируют гидрологический режим рек и прилегающих территорий. Их можно рассматривать как пример экологически обусловленного природопользования, мягкого вмешательства в природные процессы. Имеются расчеты, что на мелких и средних реках можно получать такое же количество энергии, как и на современных крупных ГЭС. В настоящее время имеются турбины, позволяющие получать энергию, используя естественное течение рек, без строительства плотин, легко монтируемых на реках и при

необходимости перемещаемых в другие места. Хотя стоимость получаемой на таких установках энергии заметно выше, чем на крупных ГЭС, ТЭС или АЭС, но высокая экологичность делает целесообразным ее получение.

На сегодняшний день в мире широко эксплуатируются малые ГЭС во Франции, в Швеции, Японии, Австралии, Германии (свыше 30 тыс.) и 80 тыс. в Китае.

Существуют разные классификации малых ГЭС по мощности, напору, режиму работы, степени автоматизации, условиям создания. В Беларуси принято считать малыми гидростанции мощностью от 0,1 до 30,0 МВт, при этом введено ограничение по диаметру рабочего колеса гидротурбины до 2 м и по единичной мощности гидроагрегата до 10 МВт. ГЭС установленной мощностью менее 0,1 МВт выделены в категорию микроГЭС. Обычно это полностью автоматизированные стационарные установки, оборудованные гидротурбинами и гидрогенераторами традиционных типов, но малой мощности.

Использование гидравлической энергии с помощью микро- и малых ГЭС является одним из наиболее эффективных направлений развития нетрадиционной энергетики. Это объясняется значительным экономическим потенциалом малых рек при сравнительной простоте его использования. В свое время на территории нашей страны работало 176 малых ГЭС, сегодня же их число сократилось до 59. В гидроэнергетике предусматривается реконструкция и модернизация малых гидроэлектростанций, третий виток возрождения малых ГЭС происходит на новом техническом уровне основного энергетического оборудования, степени автоматизации и компьютеризации.

Малая гидроэнергетика обладает рядом *преимуществ*:

- доступностью локальной речной сети;
- малой стоимостью техобслуживания;
- управляемостью объемов получаемой энергии;
- наличием уже разработанных наборов стандартного оборудования;
- нет необходимости сооружать крупные водохранилища, выводящие из эксплуатации продуктивные земли;
- установки малой энергетики экологически нейтральны – возможное негативное воздействие на миграцию рыбы нейтрализуется сооружением обходных «рыбоводов».

Недостатками малой гидроэнергетики являются:

- 1) нарушение путей миграции рыб, разрушение нерестилищ, сокращение стада ценных промысловых рыб;
- 2) снижение скорости течения реки, замедление водообмена и самоочищения;
- 3) подтопление берегов, заболачивание, оползневые процессы и др.

Солнечная энергетика (гелиоэнергетика). Наибольшим потенциалом обладает солнечная энергия, среди *достоинств* которой неисчерпаемость и экологическая чистота. Однако поток солнечной радиации обладает малой плотностью, он рассеян. Для его концентрации требуется строительство гелиоустановок, которые далеки, конечно, от большой энергетики, но позволяют покрыть локальные потребности. Энергия получается посредством использования фотоэлементов, в которых солнечная энергия индуцируется в электрический ток безо всяких дополнительных устройств.

Гелиоустановки обеспечивают до 12% общего производства электроэнергии в европейских странах. Во многих странах мира (Японии, США, Франции, Алжире и др.) функционируют тысячи солнечных установок, обеспечивая теплом население и потребности хозяйства. В странах с большим количеством солнечной радиации имеются проекты полной электрификации отдельных отраслей хозяйства за счет солнечной энергии.

Преобразование солнечной энергии в электрическую возможно в тех случаях, когда требуется получение небольшого количества энергии. Так, использование фотоэлементов уже в настоящее время экономически целесообразно. В качестве примеров такого применения можно назвать калькуляторы, телефоны, кондиционеры, маяки, буи, небольшие оросительные системы и т. п.

С учетом климатических условий Республики Беларусь основными направлениями использования энергии солнца являются гелиоводонагреватели и различные гелиоустановки для интенсификации процессов сушки и для подогрева воды в сельскохозяйственном производстве и для бытовых целей, а также применение энергии солнца для выработки электроэнергии.

К основным *недостаткам* солнечной энергетики относятся:

- отчуждение значительных площадей земель, изменение ландшафтной структуры и характера ландшафта;

- зависимость от погоды, времени суток, интенсивности солнечного излучения;
- необходимость аккумуляции энергии;
- при промышленном производстве – необходимость дублирования солнечных электростанций маневренными электростанциями сопоставимой мощности;
- высокая стоимость конструкции, связанная с применением редких элементов (к примеру, индий и теллур);
- необходимость периодической очистки отражающей поверхности от пыли и утилизации отработанных солнечных модулей;
- нагрев атмосферы над электростанцией.

Ветроэнергетика связана с разработкой методов и средств преобразования энергии ветра в механическую, тепловую или электрическую энергию. Ветер, как и движущаяся вода, является наиболее древним источником энергии. Ветроэнергетические ресурсы приземного слоя атмосферы огромны и ранее широко применялись на ветряных мельницах. Энергию ветра можно успешно использовать при скорости ветра 5 м/с и более. Промышленная скорость ветра должна достигать 7–12 м/с.

Преимуществами ветроэнергетики являются:

- 1) низкая себестоимость электроэнергии (себестоимость электричества зависит от скорости ветра);
- 2) нулевая стоимость топливной составляющей (источник энергии неисчерпаем и присутствует в неограниченных количествах);
- 3) независимость от поставщика энергоресурсов и цен на топливо;
- 4) экологическая чистота (нет выбросов углекислого газа);
- 5) модульный дизайн и быстрый монтаж;
- 6) беспрепятственное ведение сельского хозяйства.

В ветроэнергетике Республики Беларусь планируется строительство ветропарков с крупными установками единичной мощностью не менее 1 МВт и поэтапной локализацией данного производства. На территории страны выявлено 1640 площадок для размещения ветроэнергетических установок с теоретически возможным энергетическим потенциалом более 1600 МВт. Большинство мест – возвышенности.

Среди экологических *проблем* ветроэнергетики можно выделить:

- ограниченность мест с ветром необходимой силы и постоянства;

- неравномерность выработки электроэнергии;
- сложность подключения ветроэнергетических установок к регулярным сетям снабжения;
- шумовое загрязнение окружающей среды;
- отчуждение земельных площадей;
- гибель птиц, летучих мышей;
- помехи в работе радаров, приеме телепередач, радиосигналов;
- неэстетичный пейзаж;
- массовое применение ветроэнергетических установок (ВЭУ)

может привести к ослаблению воздушных потоков, повлиять на климат.

Геотермальная энергия – направление энергетики, основанное на производстве электрической энергии за счет энергии, содержащейся в недрах Земли, на геотермальных станциях. Геотермальные электростанции преобразуют тепло недр в электричество. Можно восстановить это тепло в виде пара или горячей воды и использовать ее для обогрева зданий и выработки электроэнергии.

В центре Земли температура составляет около 6000°C – это достаточно горячо, чтобы с легкостью расплавить породы земной коры. Даже на несколько километров вглубь Земли температура может быть более 250°C , если слой земной коры является тонким. В целом повышение температуры идет на один градус каждые 30–50 м в зависимости от месторасположения.

Геотермальная энергетика считается самой перспективной в современной истории. Специалисты сходятся во мнении, что объемов энергии тепла Земли гораздо больше объемов энергии всех мировых запасов нефти и газа. Геотермальные станции целесообразно возводить там, где есть вулканические районы. Вследствие стыка вулканической лавы с водными ресурсами вода интенсивно нагревается, горячая вода выбивается на поверхность в виде гейзеров. Такие природные свойства позволяют возводить современные геотермальные электростанции.

Горячие ключи и гейзеры встречаются во многих районах мира. Они есть в Италии и Исландии, Мексике и Чили, США и Новой Зеландии. Подземное тепло превращается в электроэнергию на геотЭС в Японии, Италии, Мексике, США.

Достоинствами геотермальной энергетики являются:

- 1) практическая неиссякаемость;
- 2) постоянство поступления;

- 3) экологическая чистота;
- 4) отлаженность оборудования для улавливания;
- 5) независимость от погоды и климата, времени суток и года.

К *недостаткам* геотермальной энергетике относятся:

- неравномерность поступления тепла;
- низкие температуры;
- необходимость дополнения улавливающих установок аккумулярующими устройствами;
- возможность порождения землетрясений;
- выходящие из-под земли газы являются причиной сильного шума и могут содержать отравляющие вещества. При использовании этого вида энергии существует риск возможного выброса токсичных соединений из скважины (например, борной кислоты) или радиоактивного радона (непосредственно из термальной воды, пара);
- изменение характера ландшафта вследствие возведения требуемых сооружений.

Экологически чистым является применение тепловых насосов, в особенности при создании первичного контура с помощью скважин. Следует отметить, что геотермальные источники характеризуются высокой производительностью в постоянном режиме работы.

Будущее энергетике связывают с термоядерными электростанциями, вырабатывающими энергию за счет синтеза тяжелых изотопов водорода с образованием гелия. Такая реакция не дает газообразных и жидких радиоактивных отходов. Горючим для термоядерных станций будет дейтерий (изотоп водорода), который получают из обычной воды.

С помощью термоядерных электростанций человечество сможет обеспечить себя электроэнергией практически на неограниченное время. Реакция термоядерного синтеза требует очень высокой температуры. Изотопы при этом нужно еще и удерживать некоторое время в нагретом состоянии. Но рождающиеся в такой реакции атомы гелия и нейтроны несут энергию в тысячу раз большую, чем та, которая пошла на их нагрев.

Таким образом, имеющиеся и находящиеся в стадии разработок технологии дают основание для оптимистических прогнозов: человечеству не грозит тупиковая ситуация ни в отношении исчерпания энергетических ресурсов, ни в плане порождаемых энергетикой экологических проблем.



ЗАДАНИЕ

Изучить преимущества и недостатки основных видов возобновляемой энергетики (биоэнергия, энергия воды, солнца, ветра, геотермальная энергия).

❓ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под возобновляемой энергетикой?
2. Раскройте суть понятия «биоэнергетика». Перечислите основные достоинства и недостатки биоэнергетики.
3. Назовите основные преимущества и недостатки малой гидроэнергетики.
4. Что понимают под гелиоэнергетикой? Перечислите основные достоинства и недостатки гелиоэнергетики.
5. Раскройте суть понятия «ветроэнергетика». Приведите основные преимущества и недостатки ветроэнергетики.
6. Что понимают под геотермальной энергетикой? Назовите основные достоинства и недостатки геотермальной энергетики.



ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние топливно-энергетического комплекса на окружающую среду и здоровье человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://itexn.com/8701_vlijanie-toplivno-jenergeticheskogo-kompleksa-na-okruzhajushhuju-sredu-i-zdorove-cheloveka.html. – Дата доступа: 27.10.2022.
2. Технологические методы защиты окружающей среды от выбросов вредных соединений в энергетике и химическом производстве: учеб. пособие / А. В. Ефимов [и др.]. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2017. – 217 с.

12. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

Цель работы: ознакомиться с энергосберегающими мероприятиями в зданиях и сооружениях.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Энергосбережение в зданиях и сооружениях – одно из основных направлений энергосбережения. Более 30% всех энергоресурсов в мире тратится для поддержания оптимальных условий жизнедеятельности человека.

В Беларуси потребление энергии на отопление жилья составляет от 80 до 120 МДж/м² в год. В Финляндии, где климат более суровый, этот показатель равен 45–50 МДж/м² в год.

Причина относительно высокого энергопотребления в зданиях и сооружениях нашей страны по сравнению с Финляндией и другими зарубежными странами в том, что все существующие здания были построены в соответствии с имевшимися на момент строительства строительными нормами и стандартами, которыми было предусмотрено в 1954–1964 гг. термическое сопротивление стен 0,75 м² · К/Вт, в 1965–1993 гг. – 1,25 м² · К/Вт. С введением в 1994 г. новых норм по термическому сопротивлению стен (они составляют сейчас 2,25 м² · К/Вт) все ранее построенные здания попали в разряд не соответствующих современным техническим требованиям.

Основные потери тепла в зданиях обусловлены теплопередачей и инфильтрацией.

Теплопередача – это потери тепла через ограждающие конструкции (стены, пол, потолок, остекление).

Потери энергии через ограждающие конструкции распределяются следующим образом: через стены – до 40%, через окна – до 35%, подвальные и чердачные перекрытия – до 20%, через входные двери – до 15%.

Теплопотери через ограждающие конструкции зданий в Беларуси составляют до 80% всех общих потерь тепла, в развитых странах Западной Европы они равны 38–44%, т. е. в 2 раза меньше.

Инfiltrация – это потери тепла с воздухом, используемым для проветривания помещения.

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем является поиск и применение энергосберегающих мероприятий и инженерных решений по созданию ограждающих конструкций зданий и сооружений с минимальными тепловыми потерями.

12.1. Мероприятия по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

Применение экономически целесообразного сопротивления теплопередачи наружных ограждений при строительстве и дополнительного утепления наружных стен при реконструкции зданий. Мероприятие предназначено для увеличения сопротивления теплопередачи наружных стен и снижения тепловых потерь здания за счет улучшения его теплозащитных свойств и использования эффективных теплоизоляционных материалов.

Наиболее эффективна теплозащита стен с наружной стороны. Применяют, как правило, напыление какого-либо утеплителя (расствора пенопласта, пенополиуретана), либо наклейку плиточного утеплителя (пенополистирола), либо обивку теплоизоляционным материалом. Работа должна выполняться без нарушения функционирования здания.

Устройство вентилируемых наружных стен. Мероприятие предназначено для повышения уровня тепловой защиты наружных стен. В стенах вблизи наружной поверхности устраивают вертикальные щелевые каналы шириной 2–3 см, через которые под воздействием естественной тяги проходит наружный воздух. В холодный период воздух нагревается от внутренней стены и подается в помещение. В теплый период каналы перекрываются заслонками и превращаются в замкнутые воздушные прослойки, которые увеличивают термическое сопротивление стены и препятствуют нагреву ограждения. Высоту каналов обычно принимают в один этаж.

Энергосбережение достигается за счет возврата в помеще-ние части теряемой теплоты от наружных ограждений в зимнее

время и благодаря увеличению сопротивления теплопередачи наружного ограждения при устройстве замкнутых воздушных прослоек летом.

Тепловая защита наружной стены в месте установки отопительного прибора. Мероприятие предназначено для снижения тепловых потерь от наружных ограждений (стены), к которым прилегают отопительные приборы. Отопительные приборы обычно устанавливаются у наружных ограждающих стен. При этом температура внутренней поверхности стены за прибором выше, чем в остальной части, что приводит к увеличению теплового потока и является причиной повышенных тепловых потерь через ограждения. При установке отопительных приборов в нише стенка за прибором тоньше, а ее сопротивление теплопередачи меньше, чем у стены без ниши, что еще больше увеличивает потери теплоты через ограждающие конструкции.

Для снижения тепловых потерь за счет лучистого теплообмена необходимо установить защиту в виде экрана с низкой степенью черноты. С целью уменьшения тепловых потерь за счет теплопроводности следует установить теплоизоляционный слой с низким коэффициентом теплопроводности на участке всей ниши наружной стены. Теплоизоляцию желательно располагать ближе к поверхности стены.

Устройство вентилируемых окон. Мероприятие предназначено для сокращения воздухопроницаемости и увеличения сопротивления теплопередачи оконных блоков. Снижение потерь теплоты осуществляется при использовании тройных вентилируемых окон. Возможно два варианта таких окон: принудительное удаление воздуха, прошедшего через окна, в воздухопроводы вытяжной естественной вентиляции и удаление нагретого воздуха в атмосферу. Между стеклами могут располагаться солнцезащитные жалюзи. Воздухопроницаемость окна также сокращается.

В теплый период движущийся воздух охлаждает нагретые стекла и переплеты, уменьшая теплоступления снаружи внутрь помещения. В холодный период года через вентилируемое окно проходит удаляемый воздух из помещения, а окно служит теплоизолятором от холодного наружного воздуха. Температура стекла, обращенного в помещение, повышается, а тепловые потери через остекление снижаются. В холодный период года возможно образование конденсата на наружном стекле за счет эффекта точки

росы воздуха, поэтому для удаления конденсата предусматривают специальные устройства – конденсатоотводчики.

Энергосбережение достигается за счет увеличения сопротивления теплопередачи, которое прямо пропорционально зависит от удельного расхода воздуха, проходящего через вентилируемое окно.

Установка дополнительного (тройного) остекления. Мероприятие предназначено для сокращения воздухопроницаемости и увеличения сопротивления теплопередачи оконных блоков. Между стеклами возможно расположение солнцезащитных жалюзи, а на стекла наносят теплопоглощающие и теплоотражающие пленки.

Двойные окна в спаренных и отдельных переплетах, которые устанавливаются до сих пор в массовом строительстве, имеют малое сопротивление теплопередачи, что приводит к дискомфорту в помещении и большим тепловым потерям. При реконструкции здания такие окна могут быть заменены на трехслойные, а при отсутствии необходимости в замене переплетов может быть установлен дополнительно третий съемный переплет, закрепляющийся с помощью фиксаторов. При спаренных переплетах третий устанавливается со стороны помещения, а при отдельных – между рамами на внутреннем переплете.

Применение теплопоглощающего и теплоотражающего остекления. Мероприятие предназначено для сокращения теплопоступлений в помещения от солнечной радиации, что приводит к комфортным условиям в помещениях. Теплопоглощающие стекла в структуре имеют металлическую основу, которая поглощает лучи в инфракрасном диапазоне излучения (тепловые лучи). Коэффициент пропускания оконным стеклом тепловых лучей равен 0,30–0,75.

Теплоотражающие стекла покрывают селективными или полимерными пленками на металлической основе, которые отражают лучи в инфракрасном диапазоне излучения (тепловые лучи). Коэффициент пропускания такими стеклами тепловых лучей составляет 0,2–0,6. Стекло монтируют в одном пакете с простым стеклом так, чтобы отражающая пленка находилась внутри пакета.

Теплопоглощающие и теплоотражающие стекла следует устанавливать всегда снаружи оконного блока.

В вечернее время пленка отражает в помещение искусственный свет. В холодный период года отражающее стекло уменьшает тепловые потери через окна. Применение теплоотражающих сте-

кол позволяет снизить теплопоступления и затраты энергии на системы кондиционирования.

Устройство застекленных лоджий. Мероприятие предназначено для сокращения расхода проникающего в помещение наружного холодного воздуха в зимний период и повышения температуры в лоджии (за наружной стеной помещения).

Периодический режим работы системы отопления. Периодический режим работы системы отопления применяют в производственных, гражданских, учебных, спортивных, торговых, административных зданиях, используемых для отопления неполные сутки и дни недели, в которых допускается снижение температуры внутри помещений в нерабочее время.

Отопление помещений теплотой рециркуляционного воздуха. Теплоту рециркуляционного воздуха рекомендуется использовать для производств, в которых допускается рециркуляция воздуха, а также при температуре воздуха в верхней зоне более 30°C и подаче воздуха на расстояние не более 15 м. Нагретый воздух забирается из верхней зоны производственного помещения, очищается от пыли и вентилятором по воздуховодам нагнетается в приточный насадок (цилиндрической или щелевой формы). Энергосбережение обеспечивается за счет утилизации теплоты удаляемого воздуха.

Системы воздушного отопления. Системы воздушного отопления применяют для жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных зданий и сооружений, а также гостиниц, в которых функция отопления совмещается с вентиляцией. В системе воздушного отопления возможна полная или частичная рециркуляция воздуха.

Воздух для отопления нагревается в калориферах или воздухоподогревателях горячей водой, паром, горячим воздухом или другим теплоносителем.

Системы воздушного отопления фактически являются комбинированными системами отопления и вентиляции.

Преимуществами систем воздушного отопления являются: обеспечение равномерности температуры по объему помещения, возможность очистки и увлажнения воздуха, отсутствие отопительных приборов в помещении.

К недостаткам систем воздушного отопления относятся: большие поперечные сечения воздуховодов по сравнению с трубами

водяного и парового отопления, меньший радиус действия по сравнению с теми же системами, потери теплоты при недостаточной теплоизоляции воздуховодов.

В системах воздушного отопления сокращаются потери теплоты за счет отсутствия радиаторных ниш участков наружных ограждений, имеющих место в водяных и паровых системах отопления. Энергосбережение при применении воздушного отопления достигается также благодаря автоматизации системы при малой теплоемкости воздуха, а также за счет возможного поддержания в нерабочее время в помещении более низкой температуры воздуха и быстрого нагрева помещения перед началом рабочего дня.

Периодический режим работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Периодические режимы работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха применяют для стабилизации температуры, влагосодержания и газового состава воздуха. Они наиболее эффективны при обслуживании помещений большого объема в общественных зданиях с переменным заполнением (зрительные, торговые, спортивные залы, залы ожидания), где одновременно изменяются температура, влажность и состав воздуха (содержание углекислого газа и кислорода).

Снижение энергопотребления системами вентиляции и кондиционирования воздуха обеспечивается изменением расхода воздуха требуемых параметров, применением сложных и дорогостоящих воздухораспределителей, использованием совершенных методов регулирования работы вентилятора, сложной системы автоматизации. Альтернативным способом регулирования систем может служить периодическое вентилирование помещений в зависимости от состояния воздуха помещения, чем и обеспечивается экономия электрической и тепловой энергии. Продолжительность перерыва зависит от кратности воздухообмена, объема помещения, состава воздуха. Функциональные схемы автоматического управления контролируют концентрацию углекислого газа, изменения влажности и температуры воздуха.

В связи с резким ростом цен на энергоносители в Республике Беларусь проблема энергоэффективного строительства на данный момент является актуальной.

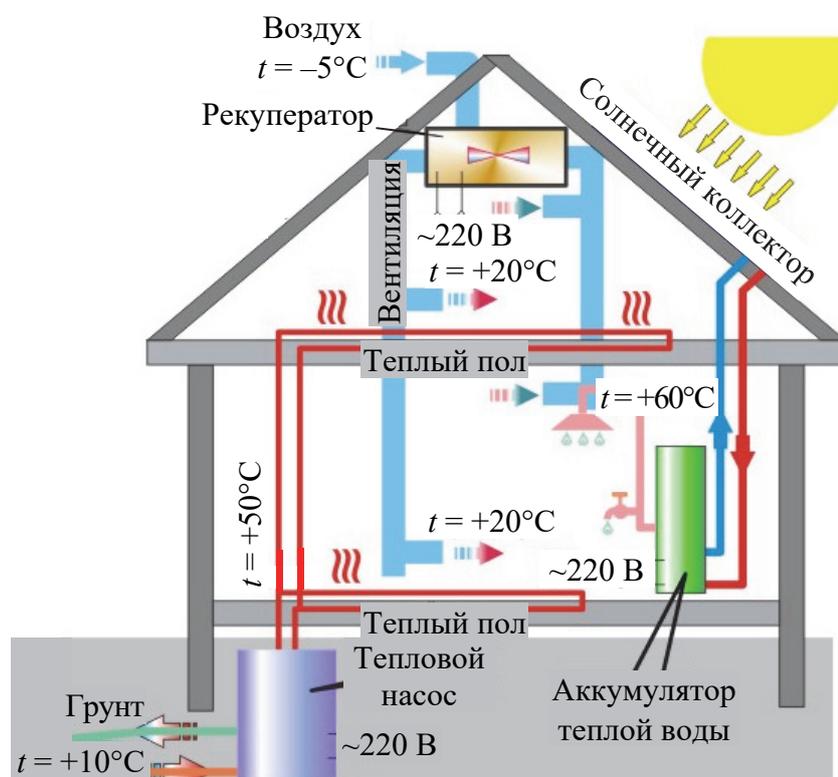
Энергоэффективный дом – это здание, в котором очень малое потребление энергии сочетается с комфортным микроклиматом. Экономия энергии в таких домах достигает 90%.

Годовая потребность в отоплении энергоэффективного дома может составлять менее $15 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ на 1 м^2 .

В странах ЕС принята следующая классификация домов.

Дома низкого энергопотребления используют как минимум на 50% энергии меньше, чем стандартные здания, построенные в соответствии с действующими нормами энергопотребления.

Дома ультранизкого энергопотребления расходуют на 70–90% энергии меньше, чем обычные здания. Примером является «пассивный» дом (рисунок).



Современные технологии, принятые в проектировании энергосберегающего «пассивного» дома

«Пассивный» дом – это дом с отличной теплоизоляцией, минимальным потреблением электроэнергии и тепловой энергии. В нем поддерживается комфортный микроклимат в основном за счет человеческого тепла, энергии солнца и бытовых электроприборов, таких как чайник, плита и т. д. Технологии «пассивного» дома (здания с ультранизким потреблением энергии, без традиционной системы отопления) эффективны и уже опробованы в суровом скандинавском климате. Такие дома практически не имеют тепловых потерь.

Дома, генерирующие энергию, – это здания, которые производят электричество для собственных нужд. В некоторых случаях излишки энергии летом могут быть проданы энергетической компании и куплены обратно в зимнее время. Хорошая теплоизоляция, инновационный дизайн и использование возобновляемых источников энергии (солнечные батареи, грунтовые тепловые насосы) делают эти дома авангардом современного домостроения.

Дома с нулевыми выбросами CO₂ не выделяют углекислый газ (CO₂). Это означает, что дом сам обеспечивает себя энергией из возобновляемых источников, включая энергию, расходуемую на отопление/охлаждение помещений, горячее водоснабжение, вентиляцию, освещение, приготовление пищи и электрические приборы. В Великобритании все новые дома с 2016 г. строятся в соответствии с этим стандартом.

12.2. Определение годового расхода электрической энергии энергопотребляющего оборудования

Годовой расход электроэнергии (W , кВт · ч) энергопотребляющего оборудования определяется по формуле

$$W = P_y \cdot K_n \cdot T \cdot n, \quad (12.1)$$

где P_y – установленная мощность электроприемника, кВт; K_n – коэффициент использования установленной мощности (табл. 12.1); T – число часов работы оборудования за расчетный период, ч; n – количество однотипного оборудования, шт.

Таблица 12.1

Коэффициент использования установленной мощности электрооборудования K_n

Оборудование	K_n
Электроплита	0,6
Транспортер	0,20–0,25
Вентиляция	0,6–0,8
Моечная машина витрин, промышленный пылесос	0,8
Кондиционер бытовой	0,7
Холодильное оборудование	0,6

12.3. Определение суточного и годового потребления электроэнергии

Суточное потребление электроэнергии ($W_{\text{сут}}$, кВт · ч) по предприятию (учреждению) на нужды освещения вычисляется по следующим формулам:

– с естественным освещением:

$$W_{\text{сут}} = w_i \cdot S_i \cdot K_o \cdot T; \quad (12.2)$$

– с искусственным освещением:

$$W_{\text{сут}} = w_i \cdot S_i \cdot K_o \cdot T \cdot K_c, \quad (12.3)$$

где w_i – удельная мощность освещения, зависящая от типа применяемого источника света по i -м помещениям, Вт/м²; S_i – площадь соответствующих помещений, м²; K_o – коэффициент одновременности включения приборов (табл. 12.2); T – продолжительность работы осветительных приборов, ч; K_c – коэффициент спроса осветительных нагрузок (табл. 12.3).

Таблица 12.2

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 12.3

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, конторские и 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

Годовое потребление электроэнергии ($W_{\text{год}}$, кВт · ч/год) на нужды освещения помещений учреждения определяется следующим образом:

$$W_{\text{год}} = W_{\text{сут}} \cdot K_3 \cdot n, \quad (12.4)$$

где $W_{\text{сут}}$ – суточное потребление электроэнергии, кВт · ч; K_3 – коэффициент запаса освещенности (табл. 12.4); n – количество рабочих дней учреждения в году.

Таблица 12.4

Коэффициент запаса освещенности K_3

Примеры помещений	K_3				
	при естественном освещении			при искусственном освещении	
	вертикально*	наклонно*	горизонтально*	газоразрядные лампы	лампы накаливания
Кабинеты и рабочие помещения общественных зданий, учебные помещения, лаборатории, читальные залы и залы для совещаний, торговые залы и т. д.	1,2	1,4	1,5	1,5	1,3

*Расположение светопропускающего материала.

12.4. Расчет потенциала годовой экономии электроэнергии в осветительных установках

Расчет потенциала годовой экономии электроэнергии (ΔQ_r , кВт · ч/год) осуществляется по формуле

$$\Delta Q_r = \sum_{i=1}^k k_{ni} \sum_{i=1}^k \Delta Q^{k_i}, \quad (12.5)$$

где k_{ni} – коэффициент приведения освещенности i -го помещения; n – количество модификаций источников света в рамках определенного типа; ΔQ^{k_i} – потенциал экономии электроэнергии для i -го помещения и k -го мероприятия, кВт · ч/год.

Коэффициент приведения освещенности (k_{ni}) определяется для учета отклонения фактической освещенности от нормативных значений:

$$k_{ni} = \frac{E_{\phi}}{E_n}, \quad (12.6)$$

где E_{ϕ} – фактическое значение освещенности в i -м помещении (СН 2.04.03-2020); E_n – нормируемое значение освещенности в i -м помещении по данным инструментального энергетического обследования.

12.5. Подбор нагревательного оборудования на отопление жилого дома

Расход теплоты на отопление ($Q_{от}$, кДж/ч или кВт) равен теплопотерям здания и рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_{от} = \alpha_{от} \cdot V \cdot (t_{вн} - t_{нар}), \quad (12.7)$$

где $\alpha_{от}$ – коэффициент (отопительная характеристика здания), кДж/(м³ · ч · °С); V – объем здания по наружным размерам, м³; $t_{вн}$, $t_{нар}$ – температура внутри и снаружи здания соответственно, °С.

Объем здания по наружному размеру (V , м³) находится по формуле

$$V = S \cdot H, \quad (12.8)$$

где S – площадь дома, м²; H – высота дома, м.

Площадь поверхности нагрева радиатора (F , м²) вычисляется по следующей формуле:

$$F = \frac{Q_{от}}{K \cdot \Delta t}, \quad (12.9)$$

где $Q_{от}$ – расход теплоты на отопление, кВт; K – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м² · °С); Δt – разница температур горячей воды в радиаторе и воздуха в квартирах, °С, определяемая по формуле

$$\Delta t = t_p - t_{вн}. \quad (12.10)$$

Число секций радиатора (N) рассчитывается по формуле

$$N = \frac{F}{S_{1секции}}. \quad (12.11)$$

Количество отапливаемых помещений находится как произведение количества квартир на количество этажей на сумму количества комнат и кухни.

Количество секций радиатора для каждого помещения определяется как отношение числа секций радиатора к количеству отапливаемых помещений.



ЗАДАНИЯ

Задание 1. Рассчитать годовой расход электроэнергии энергопотребляющим оборудованием по приведенным в табл. 12.5 данным.

Таблица 12.5

Исходные данные для задания 1

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 $K_{и} = 0,8$. Время работы осветительных установок составляет 2450 ч.

Задание 2. Определить суточное и годовое потребление электроэнергии на нужды освещения торгового зала площадью 28 м². Удельная мощность освещения составляет $w_i = 21,4$ Вт/м². Продолжительность работы осветительной установки в сутки равна $T = 8,5$ ч. Освещение – искусственное (лампы накаливания). Количество рабочих дней в году составляет 252 дня.

Задание 3. В производственном помещении была установлена пускорегулирующая аппаратура для сокращения расхода электроэнергии в осветительных установках.

Рассчитать потенциал годовой экономии электроэнергии в осветительных установках действующего помещения в результате данного мероприятия.

Фактическое значение освещенности по данным инструментального энергетического обследования составляет $E_{ф} = 320$ лк, нормируемое значение освещенности, согласно СН 2.04.03-2020,

равно $E_n = 300$ лк. В результате установки пускорегулирующей аппаратуры потенциал экономии электроэнергии составил $\Delta Q^{ki} = 200$ кВт · ч/год.

Задание 4. Рассчитать расход тепловой энергии на отопление дома и нужное число секций радиатора (площадь поверхности одной секции равна $0,3 \text{ м}^2$), используя данные табл. 12.6.

Таблица 12.6

Исходные данные для задания 4

Показатель	Значение показателя
Количество квартир	$n_{\text{кв}} = 4$
Количество этажей	$n_{\text{эт}} = 2$
Площадь дома, м^2	$S = 80$
Высота дома, м	$H = 6$
Количество комнат в квартирах	$n_{\text{ком}} = 2$
Температура горячей воды в радиаторе, $^{\circ}\text{C}$	$t_p = +70$
Коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$	$K = 8$
Температура воздуха в квартирах, $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{вн}} = +20$
Отопительная характеристика здания, $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C})$	$\alpha_{\text{от}} = 1,5$
Температура снаружи, $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{нар}} = -23$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое теплопередача, инфильтрация?
2. Перечислите основные пути потери тепла из дома.
3. Приведите примеры мероприятий по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и поясните их сущность.
4. Какие дома называют энергоэффективными? Дайте их классификацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергосбережение: учеб.-метод. пособие / А. С. Дмитриченко [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 90 с.

2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / В. Н. Босак, А. В. Домненкова. – Минск: Выш. шк., 2016. – 192 с.

3. О Государственной программе «Энергосбережение» на 2021–2025 гг. [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24 февр. 2021 г., № 103 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100103>. – Дата доступа: 18.11.2022.

4. Об энергосбережении [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь от 8 янв. 2015 г. № 239-З: с изм. и доп. от 24 мая 2021 г. № 111-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=N11500239&p1=1>. – Дата доступа: 16.11.2022.

5. Володин, В. И. Энергосбережение / В. И. Володин. – Минск: БГТУ, 2001. – 182 с.

6. Данилов, О. Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / О. Л. Данилов, А. Б. Горяев. – М.: Изд. дом МЭИ, 2011. – 422 с.

7. Естественное и искусственное освещение: СН 2.04.03-2020. – Введ. 24.03.2021. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2021. – 86 с.

13. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В БЫТУ

Цель работы: ознакомиться с основными мероприятиями по рациональному использованию энергоресурсов в быту, получить представление о важности применения энергосберегающих мероприятий и приобретения навыков по обеспечению экономного использования энергии.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В настоящее время проблема эффективного использования энергии становится все более актуальной во всех странах мира. Это связано прежде всего с ограниченными запасами углеводородного сырья и загрязнением окружающей среды при его применении в качестве топлива.

Энергосбережение – организационная, практическая, научная, информационная и другая деятельность субъектов отношений в сфере энергосбережения, направленная на более эффективное и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов. Энергосбережение является приоритетом государственной политики, важным направлением в деятельности всех без исключения субъектов хозяйствования.

Энергосберегающее мероприятие – мероприятие, результатом реализации которого является более эффективное и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов.

Мероприятия по внедрению энергосберегающих технологий не требуют больших финансовых затрат, так как расходы на производство единицы первичной энергии в 3–4 раза больше, чем на ее сбережение.

Существуют три основных направления энергосбережения:

1) малозатратные мероприятия по рационализации использования топлива и энергии, позволяющие сократить их потребность на 10–12%;

2) внедрение капиталоемких мероприятий: энергосберегающих технологий, процессов, аппаратов, оборудования, счетчиков, что способствует снижению потребности в энергии на 25–30%;

3) структурная перестройка экономики, связанная с увеличением доли неэнергоёмких отраслей в производстве.

Из всей потребляемой в быту энергии львиная доля – 79% идет на отопление помещений, 15% энергии расходуется на тепловые процессы (нагрев воды, приготовление пищи и т. д.), 5% энергии потребляет электрическая бытовая техника и 1% энергии расходуется на освещение, радио- и телевизионную технику.

13.1. Экономия энергоресурсов в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ)

Экономия энергоресурсов в жилищно-коммунальном секторе позволяет не вводить новые дополнительные энергетические мощности, высвобождая средства для инвестирования в новые технологии, модернизацию производства, повышение качества жизни населения, способствует сохранению окружающей среды.

Однако, несмотря на то, что энергосбережение дешевле дополнительного производства энергии, оно организационно сложнее ввиду необходимости мотивации практически всего населения и хозяйствующих субъектов.

В жилищно-коммунальном секторе республики также остро стоит проблема организации рационального расходования энергоресурсов, решение которой предусматривает комплекс социально-экономических и технических преобразований в системе энергообеспечения населения. Энергия, сбереженная за счет учета и регулирования потребления на уровне владельцев и пользователей жилых зданий, помещений, дает снижение коммунальных расходов на 40–50%.

Системы энергообеспечения определяются нуждами технологии и режимами производства или оказываемыми услугами. Поэтому возможности оптимизации энергопотребления в данном направлении лимитируются технологическими ограничениями или требуют реорганизации производства и совершенствования технологий.

В соответствии с Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 гг. в Республике Беларусь выявление

резервов экономии топливно-энергетических ресурсов будет осуществляться во всех организациях страны.

В жилищно-коммунальном хозяйстве планируется выполнить следующие *мероприятия*:

– повышение эффективности работы действующих энергетических мощностей на основе использования инновационных энергоэффективных технологий с выводом из эксплуатации физически и морально устаревшего оборудования с обязательным внедрением с учетом технической и экономической целесообразности систем утилизации теплоты уходящих дымовых газов;

– повышение эффективности теплоснабжения путем оптимизации схем теплоснабжения населенных пунктов с ликвидацией неэффективных теплоисточников или децентрализацией теплоснабжения с ликвидацией длинных и незагруженных паро- и теплотрасс, возможного внедрения с учетом технической и экономической целесообразности локальных современных автоматизированных электрических источников тепловой энергии, в том числе тепловых насосов, для нужд отопления и горячего водоснабжения;

– модернизация систем освещения мест общего пользования жилых домов с внедрением энергоэффективных осветительных устройств, в том числе светодиодных, и автоматических систем управления освещением;

– ввод в эксплуатацию только энергоэффективного котельного оборудования, работающего на природном газе, с удельным расходом условного топлива на отпуск тепловой энергии не более 155 кг у. т./Гкал, а также котельного оборудования, работающего на древесном топливе, с механизированной топливоподачей с удельным расходом условного топлива на отпуск тепловой энергии не более 170 кг у. т./Гкал;

– внедрение современных методов диагностики состояния сетей водоснабжения и водоотведения, автоматизированных систем управления технологическими процессами;

– оптимизация потребления тепловой энергии путем поэтапного проведения комплексной тепловой модернизации эксплуатируемого многоквартирного жилищного фонда с привлечением средств собственников жилья;

– повышение осведомленности общественности и дальнейшее вовлечение населения в процесс энергосбережения и повышения

эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в жилом комплексе.

Основные мероприятия по экономии энергоресурсов в ЖКХ. Начальный этап предусматривает оснащение центральных тепловых пунктов и тепловых узлов, подключенных непосредственно к тепломагистралям, *приборами учета и регулирования потребления тепловой энергии в системах отопления и горячего водоснабжения*. В республике выпускаются в достаточном ассортименте приборы группового и индивидуального учета расхода тепловой энергии и воды, отвечающие мировым стандартам.

Первичный приборный учет потребления энергоресурсов. Учет тепловой энергии производится с помощью теплосчетчиков горячей воды и пара. Современные конструкции теплосчетчиков позволяют осуществлять обработку, преобразование и регистрацию информации о количестве потребленной или отпущенной тепловой энергии, температуре, давлении, расходе теплоносителя и о времени работы в системах теплоснабжения отопления и горячего водоснабжения. Реальную экономию можно получить лишь при совместном применении учета теплопотребления с помощью счетчиков и его автоматического регулирования.

Для группового регулирования служат устанавливаемые на теплопунктах *регуляторы прямого действия и электронные регуляторы*. Регуляторы прямого действия поддерживают температурные и гидравлические параметры систем теплоснабжения на постоянном уровне, имеют более низкую стоимость, чем электронные, и более продолжительный срок службы.

Электронные регуляторы позволяют задавать временной 7-дневный график теплоснабжения, поддерживать по этому графику температуру воды на подаче в зависимости от наружной температуры и ограничивать температуру обратной воды. С их помощью можно осуществлять пофасадное регулирование теплопотребления жилых зданий.

Еще лучшим решением является поквартирное регулирование параметров теплоносителя, однако при существующей системе теплоснабжения его применение затруднительно.

Для регулирования состояния воздушной среды в отдельных помещениях и экономии энергоресурсов используются индивидуальные средства регулирования – ручные или термостатические вентили, устанавливаемые на радиаторах.

Децентрализация системы теплоснабжения. *Тепловой пункт* – это автоматизированная модульная установка, которая передает тепловую энергию от внешних тепловых сетей к системе отопления, вентиляции или горячего водоснабжения.

Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) – тепловой пункт, обслуживающий здание или его части. Индивидуальный тепловой пункт предназначен для обеспечения горячей водой, теплоснабжения и (или) вентиляции жилых домов различного типа. Для работы системы необходимо лишь подключение теплоносителя и водопроводной воды, а также подвод электроэнергии для циркуляционных насосов. Для многоквартирных домов предназначены большие индивидуальные тепловые пункты. Мощность ИТП может быть от 50 кВт до 2 МВт.

К типовым техническим мероприятиям по энергосбережению относятся:

1) совершенствование работы системы освещения (замена ламп накаливания на люминесцентные – *до 55–70% от потребляемой ими электроэнергии*; оптимизация системы освещения за счет установки нескольких выключателей и деления площади освещения на зоны – *10–15% и др.*);

2) модернизация котельного оборудования (применение за котлоагрегатами установок глубокой утилизации тепла, установок использования скрытой теплоты парообразования уходящих дымовых газов (контактный теплообменник) – *до 15%*; установка систем учета расходов топлива, электроэнергии, воды и отпуска тепла – *до 20%*; автоматизация управления работой котельной – *до 30%*; применение частотного привода для регулирования скорости вращения насосов, вентиляторов и дымососов – *до 30% от потребляемой ими электроэнергии и др.*);

3) совершенствование работы системы горячего водоснабжения (ГВС) (автоматизация регулирования системы ГВС – *15–30% от потребления тепловой энергии*; оснащение систем ГВС счетчиками расхода горячей воды – *15–30% от потребления горячей воды*; снижение потребления за счет оптимизации расходов и регулирования температуры – *10–20% от потребления горячей воды и др.*);

4) совершенствование работы системы кондиционирования (включение кондиционера только тогда, когда это необходимо, – *20–60% от потребляемой им электроэнергии*; исключение перегрева и переохлаждения воздуха в помещении – *до 5% и др.*);

5) совершенствование работы системы вентиляции (замена устаревших вентиляторов с низким КПД на современные с более высоким КПД – *20–30% от потребления ими электроэнергии*; отключение вентиляционных установок во время обеденных перерывов и в нерабочее время – *10–50%*; применение устройств автоматического регулирования и управления вентиляционными установками в зависимости от температуры наружного воздуха – *10–15%* и др.).

13.2. Рациональное использование энергетических ресурсов в быту

Простые правила экономии тепловой энергии. Для повышения теплоотдачи радиаторы должны быть чистыми снаружи и внутри. Радиаторы необходимо промывать. За это отвечает управляющая организация.

Полезно укрывать теплоотражающими материалами стену за радиатором отопления.

Укрытие радиаторов, отопительных приборов декоративными плитами, панелями и даже шторами снижает теплоотдачу на 10%. Окраска радиаторов масляными красками уменьшает теплоотдачу на 8%, а окраска цинковыми белилами увеличивает теплоотдачу на 3%.

На зиму оконные рамы можно заклеить бумагой. Однако лучше применять специальные уплотняющие материалы.

Установка низкоэмиссионной термоотражающей пленки на внутреннюю сторону оконного стекла снижает потери тепла через окна на 40%. Желательно заменить старые окна современными стеклопакетами.

Остекление балконов и лоджий позволяет снизить общие теплотери на 10%.

Двойные входные двери также помогут сберечь тепло в доме.

Тепловые насосы представляют собой один из самых перспективных классов экологически чистого энергосберегающего отопительного оборудования. Тепловой насос – это установка, которая сама не производит энергию, но позволяет использовать низкопотенциальное тепло (2–4°C) от грунта, подземных вод, воздуха и прочих источников для нагрева высокопотенциальных теплоносителей (60–70°C). Особенно удобен тепловой насос в сочетании с системой теплый пол и при применении теплового аккумулятора

(например, бойлер), запасящего и перераспределяющего тепловую энергию в течение суток.

Простые правила экономии электрической энергии. Домашняя техника относится к одним из основных потребителей электроэнергии. Следует применять технику класса энергоэффективности не ниже А, а лучше А+ или А++. Устаревшие бытовые устройства расходуют электроэнергии примерно на 50% больше, чем современные.

Лучше не оставлять компьютерную технику и телевизоры работать в режиме ожидания, так как они продолжают расходовать энергию. Выключение неиспользуемых приборов из сети (например, телевизор) позволит снизить потребление электроэнергии в среднем до 300 кВт · ч в год.

Зарядное устройство для мобильного телефона, оставленное включенным в розетку, нагревается, даже если там нет телефона. Это происходит потому, что устройство все равно потребляет электричество, при этом 95% энергии используется впустую, когда зарядное устройство подключено к розетке постоянно.

Экономия энергии при освещении. Огромное количество электроэнергии уходит на освещение. Выходя из комнаты, необходимо выключать свет.

Энергосберегающие лампы экономят расход электроэнергии и со временем окупают свою стоимость. Энергосберегающие лампы примерно в 4–5 раз эффективней обычных ламп накаливания (одна 20-ваттная энергосберегающая лампа обеспечивает такое же количество света, как и одна 100-ваттная лампа накаливания).

Следует использовать маломощные лампы там, где не требуется высокая яркость освещения.

Наиболее эффективно использовать местное, точечное освещение.

Важно протирать приборы освещения от пыли.

Следует держать окна в чистоте, так как это позволит впустить в жилье большее количество света, а значит, дольше использовать естественное освещение. Запыленные окна снижают естественную освещенность на 30%. Светлые шторы, светлые обои и потолок, умеренное количество цветов на подоконниках увеличат освещенность квартиры и сократят использование светильников.

Экономия электроэнергии при приготовлении пищи на электроплите. Электроплита – самый расточительный из бытовых

электроприборов. Если холодильник расходует за год примерно 450 кВт · ч, то электроплита – больше 1000 кВт · ч. Поэтому правильное обращение с электроплитой – один из главных способов экономии электроэнергии.

Электроплита должна быть исправна. Чем лучше изолирована духовая камера, тем меньше потерь тепла и энергозатрат.

Конфорки электрической плиты не должны быть деформированы и плотно прилегать к днищу нагреваемой посуды.

Следует использовать посуду с толстым дном. Диаметр дна конфорки не должен превышать диаметр дна посуды. Вся посуда должна быть с крышками. Без крышки необходимо в 3 раза больше энергии. Дно посуды для электроплит должно быть ровным и плотно ложиться на нагревательный элемент. Лучше применять для приготовления пищи скороварки.

Хранение пищи в холодильнике. Примерно 30–40% потребляемой в доме электрической энергии приходится на холодильник.

Холодильник надо ставить в самое прохладное место кухни, желательно возле наружной стены, но ни в коем случае не рядом с плитой. Если поставить холодильник в комнате, где температура достигает 30°C, то потребление энергии удвоится.

Самый экономичный режим для холодильника – это температура +5 и –18°C для морозильной камеры. Увеличение температурного режима на один градус приводит к росту расхода энергии на 5%. Частое открывание дверей холодильника и морозилки увеличивает расход электроэнергии на 15–20%, а в старых агрегатах – даже до 50%.

Ставить в холодильник горячие продукты недопустимо.

Обязательно следует размораживать морозильную камеру при образовании в ней льда. Толстый слой льда ухудшает охлаждение замороженных продуктов и увеличивает потребление электроэнергии.

Стиральные машины. Больше всего электроэнергии на подогрев воды использует стиральная машина. Вот как можно снизить расход.

Стирку белья лучше осуществлять большими объемами, что позволит сэкономить не только электроэнергию, но и воду. В то же время нельзя перегружать стиральную машину, так как это увеличит ее энергопотребление на 10%.

Следует выбирать оптимальный режим стирки. При неправильной программе стирки перерасход электроэнергии составляет до 30%.

Особенности подбора бытовой техники. Основным критерием для выбора бытовой техники является ее энергоэкономичность (наименьшее потребление энергии). Чем выше энергоэкономичность, тем экономнее расходуется энергия при включенном приборе.

В Беларуси, как и во всех странах Евросоюза, производителей обязывают указывать класс энергоэффективности всех бытовых приборов. Чтобы покупатель точно знал класс каждого прибора, на его панели наклеивается этикетка с необходимыми данными или прикладывается к паспорту изделия.

Каждый класс обозначается латинскими буквами от А до G, в порядке убывания – чем ниже класс, тем ниже по алфавиту буква. Класс G считается самой неэкономичной моделью, класс А – самой лучшей моделью.

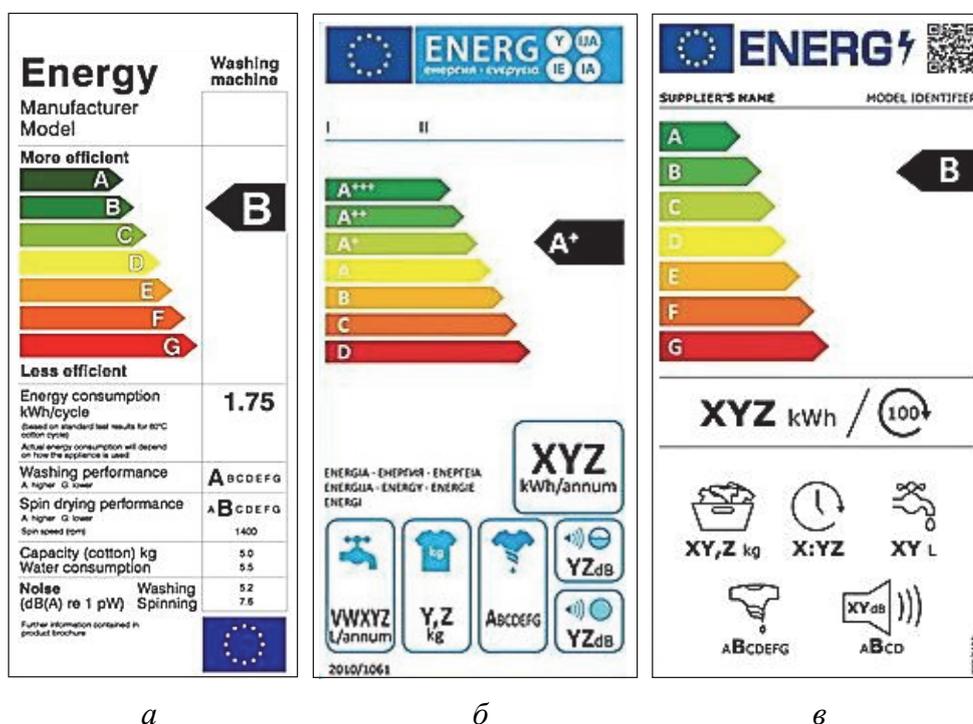
Кроме того, литеру выделяют и цветом – от зеленого до красного. Темно-зеленый цвет считается самым лучшим классом энергоэффективности.

Хотя стоимость бытовой техники класса А гораздо выше стоимости техники более низких классов, предпочтительно нужно отдавать свой выбор в ее пользу, так как, если посчитать экономию электроэнергии от высших классов, то стоимость бытовой техники не только сравняется, но и в разы упадет из-за самопокупаемости.

Существуют три поколения энергетической маркировки бытовой техники: образца 1995 г., образца 2010 г., образца 2021 г. На рисунке приведен пример энергетических маркировок стиральной машины. При сравнении наклейки образца 2021 г. с этикетками предыдущих поколений можно отметить, что она стала более наглядной, среднегодовые значения уступили место средним за 100 циклов. Важно и то, что базовым режимом для тестирования машины стала программа «Эко 40–60°C» – именно при ее выполнении должны достигаться те параметры, которые производитель выносит на этикетку.

Третья по счету система энергетической маркировки вступила в силу 1 марта 2021 г. Еврокомиссией утвержден формат новых наклеек. Особенностью новых наклеек является наличие QR-кода,

считывая который, потребитель может получить дополнительную информацию о продукте. Это позволило сделать этикетку более лаконичной, сохранив на ней только самую важную информацию в форме интуитивно понятных пиктограмм. В новой маркировке происходит возврат к классам от А до G, без всяких плюсов. Предполагается, что к классу D будет относиться более всего (около 30%) моделей парка бытовой техники, а дойти до класса энергоэффективности А станет очень непросто. Согласно новым требованиям, производители техники должны быть перемаркированы, условно говоря, понижены в классе с нынешнего А++ или А+ до D.



Три поколения энергетической наклейки стиральной машины:
a – образца 1995 г.; *б* – образца 2010 г.; *в* – образца 2021 г.

Ожидается, что такое ужесточение требований к энергопотреблению позволит к 2030 г. экономить до 38 ТВт электроэнергии в год, что эквивалентно потреблению такой страны, как Венгрия. Объем воды, потребляемой стиральными и стирально-сушильными машинами, в 2030 г. должен сократиться на 711 млн м³ в год, а посудомоечными машинами – на 16 млн м³ в год. А весь комплекс мер, утвержденных Еврокомиссией в рамках

концепции «экодизайна» (включая, например, увеличение ремонтнопригодности изделий), должен довести к 2030 г. объем сэкономленной электроэнергии до 94 ТВт в год, что сравнимо с энергопотреблением таких стран, как Бельгия и Люксембург.

ЗАДАНИЯ

Задание 1. Охарактеризовать основные мероприятия по экономии энергоресурсов в ЖКХ.

Задание 2. Описать простые правила экономии в быту тепловой, электрической энергии, воды, газа, а также рационального использования и выбора бытовой техники.

Задание 3. Создать проект «Анализ потребления электроэнергии в доме».

Порядок выполнения:

1. Измерить расходование электроэнергии в доме.

В течение нескольких дней (например, неделя) в табл. 13.1 вносить показания счетчика электрической энергии (снимать показания рекомендуется в одно и то же время суток).

Таблица 13.1

Показания счетчика электрической энергии за последние 24 ч, кВт · ч

Показания счетчика, кВт	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
До внедрения ЭСМ*							
После внедрения ЭСМ							

Примечание. ЭСМ – энергосберегающие мероприятия.

2. Разработать мероприятия по энергосбережению в доме (предлагается внедрить простейшие энергосберегающие мероприятия (ЭСМ) по снижению расходов электроэнергии в доме).

3. Записать показания счетчика электроэнергии после внедрения разработанных ЭСМ.

4. Провести анализ потребления электроэнергии в квартире до внедрения ЭСМ и после.

5. Оформить результаты. Оценить эффект от внедрения ЭСМ.

Задание 4. Разработать проект «Энергетический паспорт своего дома».

Порядок выполнения:

1. В табл. 13.2 внести бытовые приборы, имеющиеся в доме, и рассчитать потребляемую ими за сутки электрическую энергию.

Таблица 13.2

Характеристика электроприборов

Электроприбор	Количество, шт.	Суммарная мощность, кВт	Время работы за сутки, ч	Электрическая энергия, израсходованная за сутки, кВт · ч
Электрические лампочки				
Холодильник				
Стиральная машина				
Телевизор				
Компьютер				
Утюг				
Микроволновая печь				
Зарядка мобильного телефона				
Прочее				

Израсходованная электрическая энергия рассчитывается как произведение суммарной мощности на время работы приборов.

2. Заполнить табл. 13.3 данными о потреблении электрической энергии для каждого дня недели, по результатам составить диаграммы для потребления электрической энергии разными видами приборов.

Таблица 13.3

Потребление электроприборами электрической энергии за сутки

Электроприбор	Электрическая энергия, израсходованная за сутки, кВт · ч						
	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
Компьютер							
Холодильник							
Телевизор							
Прочее							

3. Предложить энергосберегающие мероприятия для эффективного использования электрической энергии.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое энергосбережение и энергосберегающие мероприятия?
2. Охарактеризуйте основные мероприятия по экономии энергоресурсов в ЖКХ.
3. Какова структура энерго- и ресурсопотребления в быту?
4. Назовите способы экономии тепловой и электрической энергии в быту, которые вы знаете.

ЛИТЕРАТУРА

1. О Государственной программе «Энергосбережение» на 2021–2025 гг. [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24 февр. 2021 г., № 103 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100103>. – Дата доступа: 20.12.2022.
2. Мансуров, В. А. Основы энергосбережения: учеб.-метод. пособие / В. А. Мансуров. – Минск: БГМУ, 2010. – 62 с.
3. Евросоюз меняет энергетическую маркировку [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gis-ee.ru/energoeffektivnost-evrosoyuz>. – Дата доступа: 22.11.2022.

14. ОБУЧЕНИЕ, ИНСТРУКТАЖ И ПРОВЕРКА ЗНАНИЙ РАБОТАЮЩИХ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Цель работы: ознакомиться с требованиями нормативных документов по обучению, инструктажу и проверке знаний по охране труда работающих.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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. 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 (утверждена постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 175); постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 июля 2011 г. № 954 «Об отдельных вопросах дополнительного образования взрослых»; Положением о комиссии республиканского органа государственного управления и иной государственной организации, подчиненной Правительству Республики Беларусь, для проверки знаний по вопросам охраны труда (утверждено постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 декабря 2008 г. № 210) и разработанными согласно им отраслевыми документами.

Обучение по вопросам охраны труда проводится при подготовке, переподготовке, повышении квалификации, на обучающих курсах, курсах целевого назначения в соответствии с Кодексом

Республики Беларусь об образовании, Инструкцией о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда, а также иными нормативными правовыми актами. Проведение обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда работников организует служба охраны труда (специалист по охране труда) или уполномоченное должностное лицо нанимателя, на которого возложены обязанности специалиста по охране труда, совместно со структурными подразделениями организации. Учебно-программная документация образовательной программы профессиональной подготовки рабочих (служащих), образовательных программ переподготовки рабочих (служащих) должна предусматривать теоретическое обучение по вопросам охраны труда и производственное обучение безопасным методам и приемам работы. Теоретическое обучение по вопросам охраны труда проводится в рамках учебной дисциплины «Охрана труда» и (или) соответствующих разделов специальных дисциплин в объеме не менее 10 ч. При обучении по профессиям рабочих, занятых на работах с повышенной опасностью, учебная дисциплина «Охрана труда» преподается в объеме не менее 60 ч при реализации образовательных программ профессионально-технического образования в учреждениях профессионально-технического образования и не менее 20 ч при реализации образовательной программы профессиональной подготовки рабочих (служащих), образовательной программы переподготовки рабочих (служащих) в организации.

Стажировка по вопросам охраны труда. Рабочие, принятые или переведенные на работы с повышенной опасностью, опасные производственные объекты и (или) потенциально опасные объекты либо имеющие перерыв в выполнении указанных работ более одного года, к самостоятельной работе допускаются после прохождения стажировки по вопросам охраны труда и последующей первичной проверки знаний по вопросам охраны труда. Во время стажировки рабочие выполняют работу под руководством лица, уполномоченного работодателем, из числа руководителей соответствующих подразделений либо других высококвалифицированных работников, имеющих стаж практической работы по данной профессии или виду работ не менее трех лет. За руководителем стажировки может быть закреплено не более двух рабочих. При необходимости специалисты, принятые или переведенные на

работы, связанные с ведением технологических процессов, эксплуатацией, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования производственного оборудования, инженерных коммуникаций капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений, а также занятые на подземных работах, перед допуском к самостоятельной работе проходят стажировку.

Руководитель организации с учетом требований соответствующих технических нормативных правовых актов, локальных правовых актов устанавливает перечень должностей служащих (профессий рабочих), которые должны проходить стажировку, и определяет ее продолжительность в зависимости от квалификации рабочих и видов выполняемых ими работ не менее двух рабочих дней (смен). По решению нанимателя стажировка может быть продлена. При невозможности обеспечить в организациях прохождение рабочими, специалистами стажировки допускается ее прохождение в другой организации, где имеются аналогичные должности служащих (профессии рабочих), выполняются аналогичные виды работ. Результаты проведения стажировки регистрируются в журнале регистрации инструктажа по охране труда или личной карточке по охране труда (в случае ее применения).

В случае, если рабочий проходил производственное обучение в организации на оборудовании, на котором он будет впоследствии работать, непосредственно перед допуском к самостоятельной работе, стажировка по решению руководителя организации может не проводиться.

Проверка знаний по вопросам охраны труда. Работающие проходят проверку знаний по вопросам охраны труда в комиссиях для проверки знаний работающих по вопросам охраны труда, которые создаются работодателями. Руководители и специалисты, являющиеся членами комиссии для проверки знаний по вопросам охраны труда, проходят проверку знаний по вопросам охраны труда не позднее одного месяца со дня включения в состав комиссии, а также периодически, не реже одного раза в три года в соответствующей комиссии для проверки знаний по вопросам охраны труда. Также прохождение работающими проверки знаний по вопросам охраны труда допускается в соответствующих комиссиях учреждений образования после их обучения по вопросам охраны труда.

Перед проверкой знаний по вопросам охраны труда с работающими работодателем при необходимости организуются семина-

ры, лекции, консультации и другие занятия. О дате и месте проведения периодической проверки знаний по вопросам охраны труда работающие уведомляются не позднее чем за 15 дней.

По итогам прохождения проверки знаний работающих по вопросам охраны труда составляется протокол проверки знаний по вопросам охраны труда, а также вносится запись в личную карточку по охране труда (если она применяется).

Работающим, прошедшим первичную проверку знаний по вопросам охраны труда, выдается удостоверение по охране труда.

Рабочие, занятые на работах с повышенной опасностью, а также на опасных производственных объектах и (или) потенциально опасных объектах, проходят периодическую проверку знаний по вопросам охраны труда не реже одного раза в 12 месяцев.

Лица, не прошедшие первичную или периодическую проверку знаний по вопросам охраны труда в соответствующих комиссиях, проходят проверки знаний по вопросам охраны труда повторно не позднее одного месяца со дня принятия решения о повторной проверке знаний по вопросам охраны труда.

Проверка знаний по вопросам охраны труда работающих, не прошедших первичную, периодическую проверку знаний по вопросам охраны труда в установленный срок вследствие болезни, отпуска или по другой уважительной причине, осуществляется в течение месяца со дня их 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.

Внеочередная проверка знаний по вопросам охраны труда рабочих независимо от срока проведения первичной, периодической проверки знаний по вопросам охраны труда проводится:

1) по требованию контролирующих (надзорных) органов – в сроки, установленные указанными органами;

2) по решению (распоряжению) руководителя организации (структурного подразделения) или уполномоченного должностного лица организации, ответственного за организацию охраны труда, – в сроки, установленные указанными лицами;

3) по требованию работников службы охраны труда (специалиста по охране труда) либо уполномоченного должностного лица нанимателя, на которого возложены обязанности специалиста по охране труда, – в сроки, установленные указанными лицами;

4) по письменному требованию республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, областных и Минского городского исполнительных комитетов, вышестоящих организаций в отношении подчиненных (входящих в состав (систему)) организаций – в сроки, установленные указанными органами и организациями.

Внеочередная проверка знаний руководителей и специалистов по вопросам охраны труда независимо от срока проведения первичной или периодической проверки знаний по вопросам охраны труда проводится:

– при переводе руководителя или специалиста на другое место работы, где требуются дополнительные знания по охране труда, – в течение месяца с даты перевода;

– при принятии нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, локальных правовых актов, содержащих требования по охране труда, соблюдение которых входит в должностные обязанности руководителей и специалистов и влечет изменение подходов к реализации этих обязанностей, – в течение месяца со дня их вступления в силу. При этом осуществляется проверка знаний по вопросам охраны труда только данных актов законодательства;

– по требованию контролирующих (надзорных) органов при выявлении нарушений требований нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, недостатков в организации работы по охране труда, обнаружении недостаточных знаний руководителей и специалистов – в сроки, установленные указанными органами;

– по письменному требованию республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, областных и Минского городского исполнительных комитетов, вышестоящих организаций в отношении подчиненных (входящих в состав (систему)) организаций при выявлении нарушений требований нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, недостатков в организации работы по охране труда – в сроки, установленные указанными органами и организациями;

– по решению (распоряжению) руководителя организации либо уполномоченных им должностных лиц или должностных

лиц, которые ответственны за организацию охраны труда в организации (структурных подразделениях), при выявлении нарушений требований по охране труда или незнании норм нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, локальных правовых актов, которые могут привести или привели к аварии, несчастному случаю на производстве и другим происшествиям, – в сроки, установленные указанными лицами;

– при перерыве в работе в данной должности более одного года – в течение месяца после выхода на работу.

Инструктаж по охране труда. По характеру и времени проведения инструктаж по охране труда подразделяется:

- 1) на вводный;
- 2) первичный на рабочем месте;
- 3) повторный;
- 4) внеплановый;
- 5) целевой.

Вводный инструктаж по охране труда проводится с работниками:

- при приеме их на работу в организацию;
- временном переводе их к другому нанимателю.

Вводный инструктаж проводится с работающими при участии их в производственном процессе, привлечении к работам (оказанию услуг) в организации или на ее территории, выполнении работ (оказании услуг) по заданию организации (по заключенному с организацией договору).

Вводный инструктаж проводится с обучающимися, проходящими в организации производственную практику, работниками других организаций, в том числе командированными, при участии их в производственном процессе или выполнении работ на территории организации.

Вводный инструктаж проводится по программе вводного инструктажа по охране труда (инструкции для проведения вводного инструктажа по охране труда), разработанной с учетом специфики деятельности организации на основании типового перечня вопросов программы вводного инструктажа по охране труда. Программа вводного инструктажа по охране труда (инструкция для проведения вводного инструктажа по охране труда) утверждается руководителем организации.

Вводный инструктаж проводит специалист по охране труда или уполномоченное должностное лицо нанимателя, на которое возложены обязанности специалиста по охране труда. В микроорганизациях вводный инструктаж может проводиться руководителем организации. При территориальной удаленности структурного подразделения и объектов организации руководителем организации могут возлагаться обязанности по проведению вводного инструктажа на уполномоченное должностное лицо нанимателя. Регистрация вводного инструктажа в этом случае осуществляется по месту его проведения. Регистрация вводного инструктажа осуществляется в журнале регистрации вводного инструктажа по охране труда. В микроорганизациях регистрацию вводного инструктажа допускается осуществлять в журнале регистрации инструктажа.

Первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте проводится до начала самостоятельной работы с работниками:

- 1) принятыми на работу;
- 2) при переводе или перемещении из одного структурного подразделения в другое либо которым поручается выполнение новой для них работы;
- 3) при временном переводе их к другому нанимателю.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала самостоятельной работы с работниками-надомниками при эксплуатации оборудования, инструментов, механизмов и приспособлений, предоставленных им в бесплатное пользование, а также с работающими, участвующими в технологическом процессе, привлеченными к работам (оказанию услуг) в организации или выполняющими работы (оказывающими услуги) по заданию организации (по заключенному с организацией договору).

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов работы. Первичный инструктаж на рабочем месте допускается проводить с группой лиц, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места. Первичный инструктаж на рабочем месте проводится по инструкциям по охране труда для профессий рабочих и (или) отдельных видов работ (услуг) или утвержденной руководителем организации программе первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте, составленной с учетом требований нормативных правовых актов, регулирующих

отношения в области охраны труда, в том числе технических нормативных правовых актов, являющихся в соответствии с законодательными актами и постановлениями Правительства Республики Беларусь обязательными для соблюдения, а также локальных правовых актов, соблюдение которых входит в трудовые обязанности работающих.

Повторный инструктаж по охране труда проводится с работающими не реже одного раза в 6 месяцев по инструкциям по охране труда для профессий рабочих и (или) видов работ (услуг) или программе первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Первичный инструктаж на рабочем месте и повторный инструктаж по решению нанимателя могут не проводиться с лицами, которые используют по назначению офисное оборудование (персональные электронные вычислительные машины, копировально-множительная техника, сканирующие устройства), не занятые 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 должностей служащих, освобождаемых от первичного инструктажа на рабочем месте и повторного инструктажа, составляется службой охраны труда (специалистом по охране труда либо уполномоченным должностным лицом нанимателя, на которое возложены обязанности специалиста по охране труда) с участием профессиональных союзов, при их наличии, и утверждается руководителем организации.

С работниками, выполняющими дистанционную работу, первичный инструктаж на рабочем месте, повторный инструктаж не проводятся.

Внеплановый инструктаж по охране труда проводится:

- при принятии новых нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, локальных правовых актов или внесении в них изменений;
- изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приборов и инструмента, сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- нарушении работающими требований нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов,

локальных правовых актов, которое привело или могло привести к аварии, несчастному случаю на производстве и другим тяжелым последствиям, происшествиям;

– перерывах в работе по профессии рабочего (в должности служащего) более 6 месяцев;

– поступлении информации об авариях и несчастных случаях, происшедших в однопрофильных организациях.

Внеплановый инструктаж проводится также по требованию контролирующих (надзорных) органов, вышестоящих республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, областных и Минского городского исполнительных комитетов, вышестоящих организаций в отношении подчиненных (входящих в состав (систему)) организаций, должностного лица организации, на которого возложены обязанности по организации охраны труда, при нарушении требований нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, локальных правовых актов.

Внеплановый инструктаж проводится индивидуально или с группой лиц, работающих по одной профессии рабочего (должности служащего), выполняющих один вид работ (услуг). Объем и содержание внепланового инструктажа определяются в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

Целевой инструктаж по охране труда проводят:

1) при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по профессии рабочего либо должности служащего;

2) ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;

3) производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск на выполнение работ с повышенной опасностью (далее – наряд-допуск);

4) проведении экскурсий в организации.

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктаж *проводит непосредственный руководитель работ* (начальник производства, цеха, участка, мастер, прораб, инструктор и другие уполномоченные должностные лица). Инструктаж по охране труда завершается проверкой усвоенных знаний по вопросам охраны труда, содержащимся в инструкциях по охране труда для профессий рабочих и (или) отдель-

ных видов работ (услуг) или программе первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте, устным опросом или с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных методов и приемов работы лицом, проводившим инструктаж по охране труда.

Результаты проведения первичного инструктажа на рабочем месте, повторного, внепланового, целевого инструктажа, стажировки отдельно по каждому работающему регистрируются в журнале регистрации инструктажа по охране труда, в хронологическом порядке или личной карточке по охране труда (в случае ее применения). 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 и целевого инструктажа в журнале регистрации инструктажа по охране труда указывается причина их проведения. Журналы регистрации вводного инструктажа по охране труда, регистрации инструктажа по охране труда, регистрации целевого инструктажа по охране труда, оформленные на бумажном носителе, должны быть пронумерованы, прошнурованы и заверены подписью руководителя организации либо уполномоченного должностного лица нанимателя. При этом указывается количество страниц в журнале (цифрами и прописью).

Допускается регистрация вводного инструктажа, первичного инструктажа на рабочем месте, повторного, внепланового, целевого инструктажа и стажировки в электронном виде. При этом программные средства, используемые для ведения названных документов по охране труда в электронном виде, должны позволять однозначно идентифицировать работников и момент времени внесения записей, а также быть защищены от несанкционированного доступа и внесения изменений в них.

Срок хранения названных журналов – 10 лет с даты внесения последней записи.



ЗАДАНИЕ

Ознакомиться с требованиями нормативных документов по обучению, инструктажу и проверке знаний по охране труда работающих.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие нормативные документы определяют организацию обучения, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда?

2. Как часто должны проходить проверку знаний по вопросам охраны труда руководители и специалисты?

3. В каких случаях проводится внеочередная проверка знаний руководителей и специалистов по охране труда?

4. Какие существуют виды инструктажа по охране труда?

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон «Об охране труда» и документы, принятые в целях его реализации [Электронный ресурс] / Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь. – Режим доступа: https://mintrud.gov.by/system/extensions/spaw/uploads/flash_files/zakon-ob-ohrane-truda.pdf. – Дата доступа: 18.11.2022.

2. О порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда [Электронный ресурс]: постановление Министерства труда и социальной защиты Респ. Беларусь, 28 нояб. 2008 г., № 175 (в ред. от 14.07.2022 № 45) // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://mintrud.gov.by/system/extensions/spaw/uploads/files/proekt-postanovlenija-175-1.pdf>. – Дата доступа: 01.10.2022.

3. Охрана труда: учебник: в 2 ч. / А. К. Гармаза [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – Ч. 1. – 299 с.

4. Положение о комиссиях для проверки знаний по вопросам охраны труда [Электронный ресурс]: постановление Министерства труда и социальной защиты Респ. Беларусь, 30 дек. 2008 г., № 210 (в ред. от 29.05.2020 № 55) // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://mintrud.gov.by/system/extensions/spaw/uploads/files/proekt-postanovlenija-210.pdf>. – Дата доступа: 01.10.2022.

15. АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПЛАТ ЗА УСЛОВИЯ ТРУДА

Цель работы: ознакомиться с порядком проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, определением доплат за условия труда.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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:

1. Санитарные нормы и правила «Гигиеническая классификация условий труда», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 211.

2. Положение о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 февраля 2008 г. № 253.

3. Инструкция по оценке условий труда при аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденная постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 22 февраля 2008 г. № 35 (далее – Инструкция № 35).

4. Инструкция о порядке проведения оценки качества проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденная постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 23 июля 2019 г. № 41.

5. Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 7 июля 2014 г. № 57 «О предоставлении

компенсации в виде сокращенной продолжительности рабочего времени» (далее – постановление № 57).

6. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19 января 2008 г. № 73 «О дополнительных отпусках за работу с вредными и (или) опасными условиями труда и особый характер работы» (далее – постановление № 73).

7. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14 июня 2014 г. № 575 «О некоторых вопросах предоставления компенсаций по условиям труда» (далее – постановление № 575).

8. Правила бесплатного обеспечения работников молоком или равноценными пищевыми продуктами при работе с вредными веществами, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 27 февраля 2002 г. № 260.

9. Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 19 марта 2002 г. № 34/12 «Об утверждении перечня вредных веществ, при работе с которыми в профилактических целях показано употребление молока или равноценных пищевых продуктов».

10. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 4 апреля 2022 г. № 205 «Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь от 27 февраля 2002 г. № 260 и от 28 октября 2011 г. № 1446».

15.1. 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 от 5 января 2008 г. «О профессиональном пенсионном страховании».

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, руководители структурных подразделений организации, медицинские работники, представители профсоюза.

При этом аттестационная комиссия:

- 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, которые имеют 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 подлежат оценке 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 для аттестации проводятся испытательными лабораториями, аккредитованными в соответствии с требованиями системы аккредитации Республики Беларусь.

Измерения уровней вредных и опасных факторов производственной среды проводятся 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:

1) карта фотографии рабочего времени, протоколы измерений и исследований уровней вредных и опасных факторов производственной среды для аттестации;

2) 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 (перееаттестация) проводится:

1) в случае изменения законодательства, требующего ее проведения;

2) при изменении условий труда в связи с заменой либо модернизацией производственного оборудования, заменой сырья и материалов, изменением технологического процесса и средств коллективной защиты;

3) по требованию органов государственной экспертизы условий труда Республики Беларусь;

4) по инициативе нанимателя (при улучшении условий труда), профсоюза.

Аттестация проводится один раз в 5 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.

15.2. Гигиеническая классификация условий труда

В основу аттестации рабочих мест положены гигиенические критерии оценки условий труда, которые установлены в санитарных нормах и правилах «Гигиеническая классификация условий труда», утвержденных 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) – это такие 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) характеризуются 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.

Наличие вредных (опасных) условий труда выявляется в ходе аттестации рабочих мест по условиям труда, которая проводится в соответствии с Положением о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 февраля 2008 г. № 253.

Оценка фактического состояния условий труда на рабочем месте при аттестации производится в порядке, определяемом Инструкцией по оценке условий труда при аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 22 февраля 2008 г. № 35. Данной инструкцией установлен порядок проведения оценки условий труда при аттестации рабочих мест по условиям труда, а также порядок оформления результатов оценки условий труда при аттестации в организациях независимо от их организационно-правовых форм.

15.3. Оценка условий труда при аттестации рабочих мест

Оценка условий труда при аттестации – это проведение оценок 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 осуществляется путем сопоставления полученных в результате измерений и исследований их фактических величин с гигиеническими нормативами и последующим

соотнесением величин отклонения каждого фактора производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса с критериями, на основании которых устанавливается класс условий труда.

Оценка факторов производственной среды проводится с учетом времени их воздействия в течение рабочего времени. Если влияние вредного и (или) опасного фактора производственной среды на работника составляет менее 50 и 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 менее 10% 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 оцениваются условия труда по химическому фактору, по биологическому фактору, в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны пылей и аэрозолей, по виброакустическим факторам, по фактору электромагнитного поля и неионизирующих излучений, по микроклиматическим условиям, по параметрам освещения рабочих мест, при воздействии аэроионизации, по тяжести трудового процесса, по напряженности трудового процесса в соответствии с Инструкцией № 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 и 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 и 3.4, условия труда оцениваются соответственно на одну степень выше.

Классы условий труда в зависимости от некоторых факторов производственной среды представлены в табл. 15.1.

Таблица 15.1

**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	4
<i>Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ химической природы (превышение ПДК, раз)</i>					
Содержание вредных веществ 1–4 класса опасности, за исключением перечисленных ниже	1,1–3,0	3,1–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	Более 20,0
	1,1–3,0	3,1–10,0	10,1–15,0	Более 15,0	–
вещества, опасные для развития остро-направленные	1,1–2,0	2,1–4,0	4,1–6,0	6,1–10,0	Более 10,0
	1,1–2,0	2,1–5,0	5,1–10,0	10,1–50,0	Более 50,0
Особенности действия на организм	1,1–2,0	2,1–4,0	4,1–10,0	Более 10,0	–
	–	1,1–3,0	3,1–15,0	15,1–20,0	Более 20,0
аллергены	–	–	–	Оценивается	–
	–	Оценивается	–	–	–
<i>Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны пыли, аэрозолей (превышение ПДК, раз)</i>					
Содержание в воздухе рабочей зоны пыли, аэрозолей	Ниже ПДК	1,1–2,0	2,1–5,0	5,1–10,0	Более 10,0
					–

Окончание табл. 15.1

Фактор	Классы условий труда				опасный
	допустимый	вредный			
2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
<i>Классы условий труда в зависимости от уровня шума, локальной и общей вибрации на рабочем месте (превышение ПДУ до... (включительно))</i>					
Шум. Уровни звука и уровни звукового давления, эквивалентный уровень звука, дБА, дБ	5	15	25	35	Более 35
Вибрация локальная. Уровни виброскорости (виброускорения), эквивалентный корретированный уровень виброскорости (виброускорения), дБ	3	6	9	12	Более 12
Вибрация общая. Уровни виброскорости (виброускорения), эквивалентный корретированный уровень виброскорости (виброускорения), дБ	6	12	18	24	Более 24
<i>Классы условий труда по показателям микроклимата (отклонения от допустимых норм)</i>					
Температура воздуха, °С	До 4	4,1–8,0	Более 8	–	–
Относительная влажность, %	До 25	Более 25	–	–	–
Скорость движения воздуха, м/с	До 3	Более 3	–	–	–
<i>Классы условий труда в зависимости от параметров искусственного освещения</i>					
Освещенность рабочей поверхности	Ен1	–	–	–	–

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.

15.4. Компенсации, предоставляемые работникам по результатам аттестации

По результатам аттестации с учетом оценки условий труда работникам предоставляются следующие виды компенсаций:

- 1) пенсия по возрасту за работу с особыми условиями труда;
- 2) сокращенная продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- 3) дополнительные отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- 4) оплата труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.

В табл. 15.2–15.5 представлены компенсации, предоставляемые работникам по результатам аттестации.

Пенсия по возрасту за работу с особыми условиями труда. При оценке условий труда, соответствующих 3-му классу 3-й 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 2-й 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) (табл. 15.2).

При оценке условий труда, соответствующих 3-му классу 2-й степени вредности (3.2) и выше, подтверждаются особые условия труда на рабочих местах работников, профессии, должности, показатели работ которых предусмотрены списком № 2.

Таблица 15.2

Пенсия по возрасту за работу с особыми условиями труда

Виды компенсаций		Классы условий труда					
		допус- тимый	вредный				опасный
			2	3.1	3.2	3.3	
Пенсия по возрасту за работу с особыми условиями труда	Список № 1	–	–	–	+	+	+
	Список № 2	–	–	+	+	+	+

Сокращенная продолжительность рабочего времени для работников на работах с вредными и (или) опасными условиями труда. В соответствии со статьей 113 Трудового кодекса Республики Беларусь для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, на основании аттестации рабочих мест по условиям труда устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени – не более 35 ч в неделю (табл. 15.3).

Таблица 15.3

Норма продолжительности рабочей недели

Виды компенсаций		Классы условий труда					
		допус- тимый	вредный				опасный
			2	3.1	3.2	3.3	
Норма продолжительности рабочей недели, ч		–	35	35	35	35	35

Список производств, цехов, профессий рабочих и должностей служащих с вредными и (или) опасными условиями труда, работа в которых дает право на сокращенную продолжительность рабочего времени, содержится в приложении к постановлению № 57.

Сокращенная продолжительность рабочего времени устанавливается в соответствии с Инструкцией о порядке предоставления работникам компенсации в виде сокращенной продолжительности рабочего времени, утвержденной постановлением № 57.

Дополнительные отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда. Предоставление дополнительного

отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, на основании аттестации рабочих мест по условиям труда осуществляется в соответствии со статьей 157 Трудового кодекса Республики Беларусь.

Периоды, включаемые в рабочий год, за который предоставляются дополнительные отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, а также порядок и условия их предоставления установлены постановлением № 73.

В приложении 1 к постановлению № 73 определена продолжительность дополнительного отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда в зависимости от установленно-го по результатам аттестации класса (степени) вредности или опасности условий труда (табл. 15.4).

Таблица 15.4

Продолжительность дополнительного отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда

Виды компенсаций	Классы условий труда					
	допус- тимый	вредный				опасный
		2	3.1	3.2	3.3	
Продолжительность дополнительного отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, календарные дни	0	4	7	14	21	28

Право на предоставление дополнительного отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда установленной продолжительности имеют работники, которые в течение всего рабочего года были заняты на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

При этом не допускается замена дополнительных отпусков за работу с вредными и (или) опасными условиями труда денежной компенсацией (статья 161 Трудового кодекса Республики Беларусь).

Доплата за работу с вредными и (или) опасными условиями труда. Работники, занятые полный рабочий день на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, подтвержденными

результатами аттестации рабочих мест по условиям труда, имеют право на компенсацию в виде оплаты труда в повышенном размере (статья 62 Трудового кодекса Республики Беларусь).

Такая компенсация устанавливается в виде доплаты за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, размеры которой определены в зависимости от класса и степени вредности этих условий труда, установленных при аттестации, и приведены в приложении к постановлению № 575.

При этом указанная компенсация предоставляется работникам за дни занятости выполнением этих работ в течение не менее 80% ежедневной продолжительности работы (смены), установленной в соответствии с законодательством.

Размер доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда определяется согласно приложению к постановлению № 575 в зависимости от класса и степени вредности этих условий труда, установленных при аттестации (табл. 15.5).

Таблица 15.5

Доплата за работу с вредными и (или) опасными условиями труда

Доплата за 1 ч работы в условиях труда, соответствующих классу, %	Классы условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
		2	3.1	3.2	3.3	
Доплата тарифной ставки 1-го разряда или фиксированной денежной величины, установленной нанимателем	–	0,10	0,14	0,20	0,25	0,31
Доплата базовой ставки, устанавливаемой для оплаты труда работников бюджетных организаций	–	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07

Размер доплат, рассчитанных нанимателем на основании коллективного договора, соглашения, иного локального правового акта, не может быть ниже размера доплат, рассчитанных от базовой ставки, которая устанавливается Правительством для оплаты труда работников бюджетных организаций (подп. 2.3 постановления № 575).



ЗАДАНИЕ

Порядок выполнения:

1. Изучить требования нормативных документов и данные общие положения.

2. Провести оценку условий труда на основе данных, приведенных в характеристике условий труда, по заданному варианту (табл. 15.6). Заполнить выдержки из карты аттестации рабочего места по условиям труда (табл. 15.7 и 15.8). Для этого необходимо:

– по своему варианту (табл. 15.6) записать фактические значения величин факторов производственной среды в табл. 15.7;

– установить класс (степень) условий труда (см. табл. 15.1 на с. 197–198) 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; нормативная освещенность (табл. 15.9–15.14);

– определить класс (степень) условий труда с учетом времени воздействия фактора (табл. 15.7);

– дать общую оценку условий труда на рабочем месте (табл. 15.8).

3. По результатам выдержки из карты аттестации рабочего места по условиям труда установить размеры доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда согласно табл. 15.5.

4. Предложить мероприятия по улучшению условий труда на производстве.

❓ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие нормативные документы определяют порядок аттестации рабочих мест по условиям труда?

2. Перечислите, кто входит в состав аттестационной комиссии организации.

3. Опишите порядок работ по аттестации рабочих мест по условиям труда.

4. Приведите размеры компенсаций, предоставляемых по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда.

Таблица 15.6

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 ³ :												
– 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, % р. с.	40	55	40	50	50	50	55	40	60	50	10	20
2. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны, мг/м ³ :												
– 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, % р. с.	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	80
15	11	25	30	20	10	25	35	16	30	35	25	25
4. Общая транспортно-технологическая вибрация:												
– виброскорость, дБ	110	115	112	108	109	115	116	110	112	115	118	109
– среднегеометрическая полоса частот, Гц	16	31,5	63	16	31,5	63	16	31,5	63	16	31,5	63
Продолжительность действия, % р. с.	40	35	40	20	30	10	25	40	50	50	10	60

Окончание табл. 15.6

Факторы условий труда	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5. Локальная вибрация: – виброскорость, дБ	116	110	108	111	110	107	109	110	111	109	112	107
– среднегеометрическая частота по- лосы, Гц	8	16	31,5	63	125	8	16	31,5	63	125	63	125
Продолжительность действия, % р. с.	40	35	40	20	30	10	25	40	50	50	10	60
6. Микроклимат в помещении (хо- лодный 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, % р. с.	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	св	т	ср	ср	т	св	т	св	ср	т	т	ср
Контраст объекта с фоном	м	ср	м	б	м	б	м	ср	м	б	ср	м
Продолжительность действия, % р. с.	30	21	34	12	15	18	19	21	16	25	14	11

Примечание. Здесь р.с. – рабочая смена; св – светлый; т – темный; ср – средний; м – малый; б – большой.

Таблица 15.7

**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 ³ :					
– аммиак					
– бензин топливный					
– сероводород					
– оксид углерода					
Итоговая оценка фактора					
2. Пыль, аэрозоль, мг/м ³ :					
– зерновая					
– цементная					
– древесная					
– поликарбонатная					
Итоговая оценка фактора					
3. Шум, дБА, дБ					
4. Общая вибрация, дБ					
5. Локальная вибрация, дБ					
6. Микроклимат:					
– температура, °С					
– скорость движения воздуха, м/с					
– относительная влажность воздуха, %					
Итоговая оценка фактора					
7. Освещенность, лк					

Таблица 15.8

**Показатели оценки условий труда на рабочем месте
(выдержка из карты аттестации рабочего
места по условиям труда)**

Фактор	Классы условий труда						
	опти- мальный	допус- тимый	вредный				опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Химический							
Пыли, аэрозоли							
Шум							
Общая вибрация							
Локальная виб- рация							
Микроклимат							
Освещение							
Общая оценка условий труда							

Таблица 15.9

**Предельно допустимые концентрации вредных веществ
в воздухе рабочей зоны**

Наименование вещества	Величина предельно допустимой концентрации, мг/м ³	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

Таблица 15.10

Предельно допустимые концентрации пыли

Наименование вещества	Величина предельно допустимой концентрации, мг/м ³
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 15.11

Предельно допустимые значения производственной локальной и общей транспортно-технологической вибрации

Вид вибрации	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Уровни виброскорости, дБ
Локальная вибрация	8	115
	16	109
	31,5	
	63	
	125	
	250	
	500	
	1000	
Транспортно-технологическая вибрация	2	117
	4	108
	8	102
	16	101
	31,5	
	63	

Таблица 15.12

**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
1. Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, обучение и воспитание, медицинская деятельность. Рабочие места в проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, для приема пациентов в здравпунктах	50
2. 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
3. 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, в кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, в машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах	65
4. Работа, требующая сосредоточенности, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами. Рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления, без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	75
5. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	75

Таблица 15.13

**Извлечение из норм проектирования освещения
производственных помещений (СН 2.04.03-2020)**

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.

Таблица 15.14

**Допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах
производственных и офисных помещений**

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая (Ia)	20,0–25,0	15–75	0,1
	Легкая (Iб)	19,0–24,0	15–75	0,1–0,2
	Средней тяжести (IIa)	17,0–23,0	15–75	0,1–0,4
		Средней тяжести (IIб)	15,0–22,0	15–75
	Тяжелая (III)	13,0–21,0	15–75	0,2–0,4
Теплый	Легкая (Ia)	21,0–28,0	15–75	0,1–0,2
	Легкая (Iб)	20,0–28,0	15–75	0,1–0,3
	Средней тяжести (IIa)	18,0–27,0	15–75	0,1–0,4
		Средней тяжести (IIб)	16,0–27,0	15–75
	Тяжелая (III)	15,0–26,0	15–75	0,2–0,5

Примечание. При температуре воздуха на рабочих местах 25°С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за 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.



ЛИТЕРАТУРА

1. Закон «Об охране труда» и документы, принятые в целях его реализации [Электронный ресурс] / Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь. – Режим доступа: https://mintrud.gov.by/system/extensions/spaw/uploads/flash_files/zakon-ob-ohrane-truda.pdf. – Дата доступа: 18.11.2022.

2. Трудовой кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 26 июля 1999 г., № 425-З: принят Палатой представителей 8 июня 1999 г.: одобр. Советом Респ. 30 июня 1999 г.: в ред. Закона Респ. Беларусь от 30.12.2022 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

3. О пенсионном обеспечении: Закон Респ. Беларусь от апр. 1992 г. № 1596-ХП: с изм и доп. от 30 дек. 2022 г. № 229-З // Ведамасці Вярхоўнага Савета Рэсп. Беларусь. – 1992. – № 17. – Ст. 275.

4. Охрана труда: учебник / В. Г. Андруш [и др.]. – Минск: РИПО, 2021. – 334 с.

5. Охрана труда: учебник: в 2 ч. / А. К. Гармаза [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – Ч. 1. – 299 с.

16. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАБОТЕ ОФИСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Цель работы: изучить требования по охране труда при использовании в работе офисного оборудования.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Требования по охране труда при использовании в работе офисного оборудования изложены в Типовой инструкции по охране труда при использовании в работе офисного оборудования, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 14 апреля 2021 г. № 25.

Под *офисным оборудованием* понимаются персональные электронные вычислительные машины (далее – ПЭВМ), копировально-множительная техника, сканирующие устройства, которые анализируя какой-либо объект (изображение, текст), создают цифровую копию изображения объекта (далее, если не установлено иное, – офисное оборудование).

К выполнению работ с использованием офисного оборудования допускаются работающие, прошедшие в установленном законодательством порядке инструктаж по охране труда (вводный, первичный на рабочем месте и повторный) (далее – работающие).

Следует учитывать, что условия труда пользователя, работающего с ПЭВМ, определяются:

- особенностями организации рабочего места;
- условиями производственной среды (освещением, микроклиматом, шумом, электромагнитными и электростатическими полями, визуальными эргономическими параметрами дисплея и т. д.);
- характеристиками информационного взаимодействия человека и персональных электронно-вычислительных машин.

Работа на ПЭВМ сопровождается постоянным и значительным напряжением функций зрительного анализатора. Одной из основных особенностей является иной принцип чтения информации, чем при обычном чтении. При обычном чтении текст на бумаге, расположенный горизонтально на столе, считывается работником с наклоненной головой при падении светового потока на текст.

При работе на ПЭВМ оператор считывает текст, почти не наклоняя голову, глаза смотрят прямо или почти прямо вперед, текст (источник – люминесцирующее вещество экрана) формируется по другую сторону экрана, поэтому пользователь не считывает отраженный текст, а смотрит непосредственно на источник света, что вынуждает глаза и орган зрения в целом работать в несвойственном ему стрессовом режиме длительное время.

Расстройство органов зрения резко увеличивается при работе более 4 ч в день. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) ввела такое понятие, как «компьютерный зрительный синдром» (КЗС), типовыми симптомами которого являются жжение в глазах, покраснение век и конъюнктивы, чувство инородного тела или песка под веками, боли в области глазниц и лба, затуманивание зрения, замедленная перефокусировка с ближних объектов на дальние.

Нервно-эмоциональное напряжение при работе на ПЭВМ возникает вследствие дефицита времени, большого объема и плотности информации, особенностей диалогового режима общения человека и ПЭВМ, ответственности за безошибочность информации. Продолжительная работа на дисплее, особенно в диалоговом режиме, может привести к нервно-эмоциональному перенапряжению, нарушению сна, ухудшению состояния, снижению концентрации внимания и работоспособности, хронической головной боли, повышенной возбудимости нервной системы, депрессии.

Кроме того, при повышенных нервно-психических нагрузках в сочетании с другими вредными факторами происходит «выброс» из организма витаминов и минеральных веществ. При работе в условиях повышенных нервно-эмоциональных и физических нагрузок наблюдается гиповитаминоз, а недостаток микроэлементов и минеральных веществ (особенно железа, магния, селена) ускоряет и обостряет восприимчивость к воздействию вредных

факторов окружающей и производственной среды, нарушает обмен веществ, ведет к изнашиванию и старению организма.

Поэтому при постоянной работе на ПЭВМ для повышения работоспособности и сохранения здоровья к мерам безопасности относится защита организма с помощью витаминно-минеральных комплексов, которые рекомендуется применять всем, даже практически здоровым пользователям ПЭВМ.

Повышенные статические и динамические нагрузки у пользователей ПЭВМ приводят к жалобам на боли в спине, шейном отделе позвоночника и руках. Из всех недугов, обусловленных работой на компьютерах, чаще встречаются те, которые связаны с использованием клавиатуры. В период выполнения операций ввода данных количество мелких стереотипных движений кистей и пальцев рук за смену может превысить 60 тысяч, что в соответствии с гигиенической классификацией труда относится к категории вредных и опасных.

Поскольку каждое нажатие на клавишу сопряжено с сокращением мышц, сухожилия непрерывно скользят вдоль костей и соприкасаются с тканями, вследствие чего могут развиваться болезненные воспалительные процессы. Воспалительные процессы тканей сухожилий (тендениты) получили общее название «травма повторяющихся нагрузок».

Большинство работающих рано или поздно начинают предъявлять жалобы на боли в шее и спине. Эти недомогания накапливаются постепенно и получили название «синдром длительных статических нагрузок» (СДСН). Другой причиной возникновения СДСН может быть длительное пребывание в положении сидя, которое приводит к сильному перенапряжению мышц спины и ног, в результате чего возникают боли и неприятные ощущения в нижней части спины. Основными причинами перенапряжения мышц спины и ног являются нерациональная высота рабочей поверхности стола и сиденья, отсутствие опорной спинки и подлокотников, неудобное размещение монитора, клавиатуры и документов, отсутствие подставки для ног.

Для существенного уменьшения боли и неприятных ощущений, возникающих у пользователей ПЭВМ, необходимы частые перерывы в работе и эргономические усовершенствования, в том числе оборудование рабочего места так, чтобы исключать неудобные позы и длительные напряжения.

16.1. Вредные и (или) опасные производственные факторы, которые воздействуют на работающих, использующих офисное оборудование

Опасным производственным фактором является такой фактор производственного процесса, воздействие которого на работающего приводит к травме или резкому ухудшению здоровья.

Вредные производственные факторы – это неблагоприятные факторы трудового процесса или условий окружающей среды, которые могут оказать вредное воздействие на здоровье и работоспособность человека. Длительное воздействие на человека вредного производственного фактора приводит к профессиональному заболеванию.

В процессе использования в работе офисного оборудования на работающих возможно воздействие следующих вредных и (или) опасных производственных факторов:

- 1) повышенный уровень электромагнитных излучений;
- 2) повышенный уровень ионизирующих излучений;
- 3) повышенный уровень статического электричества;
- 4) повышенная напряженность электростатического поля;
- 5) повышенная или пониженная ионизация воздуха;
- 6) повышенная яркость света;
- 7) прямая и отраженная блесккость;
- 8) повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- 9) статические перегрузки костно-мышечного аппарата и динамические локальные перегрузки мышц кистей рук;
- 10) перенапряжение зрительного анализатора.

В зависимости от условий труда, в которых применяется офисное оборудование, и характера работы на работающих могут воздействовать другие вредные и (или) опасные производственные факторы.

16.2. Обязанности работающих при использовании офисного оборудования

При использовании в работе офисного оборудования по назначению работающие *обязаны*:

- соблюдать требования по охране труда;
- проходить в установленном законодательством порядке инструктаж по охране труда;

– поддерживать свое рабочее место (место для выполнения работы (оказания услуги)), офисное оборудование в исправном состоянии, порядке и чистоте;

– заботиться о личной безопасности и личном здоровье, а также о безопасности окружающих в процессе выполнения работ либо во время нахождения на территории организации;

– немедленно сообщать работодателю о любой ситуации, угрожающей жизни или здоровью работающих и окружающих, несчастном случае, произошедшем на производстве, оказывать содействие работодателю в принятии мер по оказанию необходимой помощи потерпевшим и доставке их в организацию здравоохранения;

– исполнять другие обязанности, предусмотренные законодательством об охране труда;

– выполнять нормы и обязательства по охране труда, предусмотренные коллективным договором, соглашением, трудовым договором, правилами внутреннего трудового распорядка, функциональными (должностными) обязанностями;

– оказывать содействие и сотрудничать с нанимателем в деле обеспечения здоровых и безопасных условий труда, немедленно извещать своего непосредственного руководителя или иного уполномоченного должностного лица нанимателя о неисправности офисного оборудования, об ухудшении состояния своего здоровья.

При использовании в работе офисного оборудования работающим *необходимо*:

1) пользоваться исправными выключателями, розетками, штепсельными вилками и другой электроарматурой;

2) знать и соблюдать требования эксплуатационных документов организаций – изготовителей используемого офисного оборудования;

3) соблюдать правила личной гигиены;

4) производить чистку офисного оборудования после отключения его от электрической сети.

Работник *имеет право* отказаться от выполнения порученной работы с использованием офисного оборудования в случае возникновения непосредственной опасности для жизни и здоровья его и окружающих до устранения этой опасности. При отказе от выполнения порученной работы по указанному основанию

работник обязан незамедлительно письменно сообщить нанимателю либо уполномоченному должностному лицу нанимателя о мотивах такого отказа, подчиняться правилам внутреннего трудового распорядка, за исключением выполнения вышеуказанной работы.

Не допускается появление работающих в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, а также распитие спиртных напитков, употребление наркотических средств, психотропных веществ, их аналогов, токсических веществ в рабочее время и по месту работы.

16.3. Типовая инструкция по охране труда при использовании в работе офисного оборудования

Требования по охране труда перед началом работы. Перед началом работы с использованием офисного оборудования работающему *следует*:

– убедиться в достаточном освещении места, где расположено офисное оборудование, при необходимости включить местное освещение;

– проверить целостность питающих и соединительных кабелей, разъемов и штепсельных соединений, защитного заземления (зануления);

– проверить оснащенность рабочего места (места для выполнения работы (оказания услуги)) и убедиться в устойчивости положения офисного оборудования на рабочей поверхности;

– проверить отсутствие видимых повреждений офисного оборудования;

– протереть при необходимости поверхность экрана видеомонитора сухой мягкой тканевой салфеткой;

– отрегулировать подъемно-поворотный стул (кресло) по высоте сиденья и углам наклона спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, с учетом роста. Регулировка каждого параметра подъемно-поворотного стула (кресла) должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию;

– отрегулировать положение подставки для ног (в случае ее использования);

- включить офисное оборудование в электрическую сеть;
- расположить клавиатуру ПЭВМ на поверхности рабочего стола на расстоянии 100–300 мм от края, обращенного к работающему, или на специальной, регулируемой по высоте поверхности, отделенной от основной столешницы;

- разместить экран видеомонитора на расстоянии 600–700 мм от глаз, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов (далее – оптимальное расстояние от экрана видеомонитора до глаз) так, чтобы уровень глаз при вертикально расположенном экране видеомонитора приходился на центр или $\frac{2}{3}$ высоты экрана;

- убедиться в отсутствии бликов (отражений) на экране видеомонитора, встречного светового потока. Возможные мешающие отражения и отблески на экране видеомонитора и другом оборудовании устраняются путем соответствующего их размещения, расположения светильников местного освещения. Для снижения яркости в поле зрения при естественном освещении необходимо применить регулируемые жалюзи, плотные шторы.

Перед началом работы с использованием офисного оборудования *не допускается*:

- 1) включать охлажденное (принесенное с улицы в зимнее время) офисное оборудование;

- 2) использовать для подключения офисного оборудования розетки, удлинители, не оснащенные заземляющим контактом (шиной);

- 3) устанавливать системный блок в закрытых нишах мебели, непосредственно на полу;

- 4) располагать экраны видеомониторов навстречу друг другу при рядном размещении рабочих столов в целях исключения их взаимного отражения;

- 5) приступать к работе с ПЭВМ:

- при мелькании изображения на экране видеомонитора;

- обнаружении неисправности офисного оборудования, кабелей или проводов, разъемов, штепсельных соединений;

- отсутствии или неисправности защитного заземления (зануления) офисного оборудования.

Требования по охране труда при выполнении работы. Работающему необходимо выполнять только ту работу, которая ему поручена.

При выполнении работы с использованием офисного оборудования работающий *должен*:

- 1) поддерживать в порядке и чистоте офисное оборудование и свое рабочее место (место для выполнения работы (оказания услуги));
- 2) использовать офисное оборудование исключительно по назначению;
- 3) держать открытыми вентиляционные отверстия офисного оборудования;
- 4) соблюдать оптимальное расстояние от экрана видеомонитора до глаз;
- 5) поддерживать рациональную рабочую позу и оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого офисного оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы;
- 6) вынимать застрявшую бумагу при отключенном офисном оборудовании от электрической сети;
- 7) осуществлять проветривание помещения.

Работающий вправе периодически прерывать работу за экраном видеомонитора на регламентированные перерывы, в случае их установления, для обеспечения работоспособности и сохранения здоровья, или заменять другой работой с целью сокращения рабочей нагрузки у экрана.

Во время регламентированных перерывов, в случае их установления, с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, предупреждения утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития статического утомления работающему необходимо выполнять физические упражнения и упражнения для глаз.

При выполнении работы с использованием офисного оборудования работающему *не допускается*:

- работать мокрыми руками и способствовать попаданию влаги на поверхность офисного оборудования;
- качаться на стуле;
- прикасаться к панелям с разъемами офисного оборудования, разъемам питающих и соединительных кабелей, экрану видеомонитора при включенном питании;
- ставить на кабель предметы, натягивать, перекручивать и перегибать его;
- касаться кабеля (шнура) горячими предметами;

- загромождать установленные для перемещения проходы и рабочее место (место для выполнения работы (оказания услуги));
- производить переключения и отключение питания во время выполнения активной задачи, а также частые переключения питания;
- осуществлять самостоятельно вскрытие и ремонт офисного оборудования;
- вытирать пыль на включенном офисном оборудовании.

Требования по охране труда по окончании работы. По окончании работы с использованием офисного оборудования работающему *следует*:

- 1) корректно закрыть все активные задачи;
- 2) отключить офисное оборудование от электрической сети;
- 3) осмотреть и привести в порядок рабочее место (место для выполнения работы (оказания услуги));
- 4) при необходимости протереть поверхности периферийных устройств (клавиатуру, манипулятор «мышь», принтер, сканер и др.) и вымыть с мылом руки. Протирание периферийных устройств производить мягкой ветошью с применением специальных чистящих средств.

Требования по охране труда в аварийных ситуациях. При повреждении офисного оборудования, проводов, кабелей, неисправности заземления (зануления), появлении запаха гари, возникновении необычного и других неисправностях работающему *необходимо*:

- немедленно отключить офисное оборудование от электрической сети;
- сообщить о случившемся непосредственному руководителю или иному уполномоченному должностному лицу работодателя.

При несчастном случае на производстве работающему *необходимо*:

- 1) быстро принять меры по предотвращению воздействия на потерпевшего травмирующих факторов;
- 2) оказать потерпевшему первую помощь;
- 3) вызвать на место происшествия медицинских работников или доставить потерпевшего в организацию здравоохранения;
- 4) немедленно сообщить о несчастном случае работодателю.

При авариях и несчастных случаях на производстве работающему следует обеспечить до начала расследования сохранность обстановки, если это не представляет опасность для жизни и здоровья работающих.

16.4. Комплексы упражнений для обеспечения работоспособности и сохранения здоровья при работе с ПЭВМ

Комплекс упражнений, снимающих утомление органов зрения:

1. Смотрите вдаль прямо перед собой 2–3 с. Поставьте палец на расстоянии 25–30 см от глаз, смотрите на него 3–5 с. Опустите руку, снова посмотрите вдаль. Повторите 10–12 раз.

2. Перемещайте карандаш от расстояния вытянутой руки к кончику носа и обратно, следя за его движением. Повторите 10–12 раз.

3. Прикрепите на оконном стекле на уровне глаз круглую метку диаметром 3–5 мм. Переводите взгляд с удаленных предметов за окном на метку и обратно. Повторите 10–12 раз.

4. Открытыми глазами медленно, в такт дыханию, плавно рисуйте глазами «восьмерку» в пространстве: по горизонтали, по вертикали, по диагонали. Повторите 5–7 раз в каждом направлении.

5. Поставьте большой палец руки на расстоянии 20–30 см от глаз, смотрите двумя глазами на конец пальца 3–5 с, закройте один глаз на 3–5 с, затем снова смотрите двумя глазами, закройте другой глаз. Повторите 10–12 раз.

6. Смотрите 5–6 с на большой палец вытянутой на уровне глаз правой руки. Медленно отводите руку вправо, следите взглядом за пальцем, не поворачивая головы. То же выполните левой рукой. Повторите 5–7 раз в каждом направлении.

7. Не поворачивая головы, переведите взгляд в левый нижний угол, затем в правый верхний, потом в правый нижний, а затем в левый верхний. Повторите 5–7 раз, потом – в обратном порядке.

Комплекс упражнений для улучшения мозгового кровообращения:

1. Правую руку наложите на височную часть головы, при надавливании рукой удерживайте голову в вертикальном положении в течение 3 с, затем расслабьтесь на 4 с. Повторите с левой стороны (по 3 раза).

2. Сомкните руки под подбородком в замке, надавливайте руками вверх, а подбородком вниз, удерживайте голову в вертикальном положении 3 с, потом расслабьтесь на 4 с. Повторите 3 раза.

3. Положите руки на затылок, отведите локти назад; надавливая на затылок, удерживайте голову в вертикальном положении 3 с, после чего расслабьтесь на 4 с. Повторите 3 раза.

4. Руки сложите в замок, надавите ими на лоб, удерживайте голову в вертикальном положении 3 с, затем расслабьтесь на 4 с. Повторите 3 раза.

5. Руки сомкните в замок, надавливайте ими в течение 3 с на теменную часть головы, удерживая голову в вертикальном положении, потом расслабьтесь на 4 с. Повторите 3 раза.

6. Выполните 5 круговых движений прямыми руками вперед, затем назад.

7. Поднимите руки вверх – вдох, опустите – выдох.

Комплекс упражнений производственной гимнастики статического характера в положении сидя:

1. Приподнимите ступни ног над полом, напрягая мышцы. Выполните движения ступнями в различных направлениях.

2. Прижмите пятки к ножкам стула и напрягите мышцы.

3. Выпрямите ноги в коленях и напрягите мышцы ног. Если условия не позволяют выпрямлять ноги, обхватите носками ножки стула и напрягите мышцы.

4. Напрягая мышцы плечевого пояса, выполните движения плечами в различных направлениях.

5. Напрягая мышцы спины, прогнитесь.

6. Выполните движения животом: вперед – вдох, назад – выдох.

7. Напрягите ягодичные мышцы и мышцы тазового дна.

8. Напрягая мышцы туловища, выполните наклоны и повороты в различных направлениях.

9. Напрягая мышцы шеи, выполните движения головой.

10. Напрягите все мышцы тела.

При выполнении статических упражнений мышцы, сухожилия и связки напряжены, но не сокращаются – они натягиваются, усиливая поток импульсов в кору головного мозга.

Особенно ценны статические упражнения тем, что, не меняя рабочей позы, можно воздействовать на любые группы мышц.

Успешным применение статического напряжения может быть при формировании правильной осанки. Например, выпрямив плечи, втянув живот и напрягая мышцы живота, эффективным будет действие не только для улучшения осанки, но и для усиления двигательной функции кишечника, что особенно важно для тех, кто работает в положении сидя.

Комплекс упражнений для укрепления и разработки суставов кисти:

1. Выполните тыльное разгибание и сгибание в лучезапястном суставе, способствуя растягиванию ладони.
2. Сомкните руки в замке, сделайте волну руками.
3. Выполните круговые движения пальцами, способствуя подвижности в пястно-фаланговых суставах.
4. Выполните круговые движения кистей рук.
5. Сожмите и разожмите пальцы руки в кулак с последующим расслаблением кисти.
6. Силой сгибайте и разгибайте пальцы кисти.
7. Выполните самомассаж кистей рук, лучезапястных суставов, суставов фаланг пальцев. Для удобства массируемую руку положите предплечьем на стол и массаж начните с растирания пальцев и далее лучезапястного сустава.

Комплексы гимнастических упражнений для снятия общего утомления включают такие классические двигательные упражнения, как наклоны головы в разные стороны, вращение головы; потягивание; наклоны, повороты корпуса; поднятие на носки; приседания; поднятие и опускание рук, махи руками; прогибания; поднятие ног (прямых и согнутых); прыжки на одной и двух ногах; ходьбу на месте.



ЗАДАНИЕ

Порядок выполнения:

1. Изучить вредные и (или) опасные производственные факторы, которые воздействуют на работающих, использующих офисное оборудование.
2. Ознакомиться с инструкцией по охране труда при использовании в работе офисного оборудования.
3. Выполнить комплекс упражнений на выбор.

❓ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что относится к офисному оборудованию?
2. Какие вредные и (или) опасные производственные факторы воздействуют на работающих, использующих офисное оборудование?

3. Перечислите требования по охране труда перед началом работы с использованием офисного оборудования.

4. Какие требования по охране труда предъявляются при выполнении работы с использованием офисного оборудования?

5. Опишите требования по охране труда по окончании работы с использованием офисного оборудования.

6. Какие требования по охране труда предъявляются при выполнении работы с использованием офисного оборудования в аварийных ситуациях?



ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Типовой инструкции по охране труда при использовании в работе офисного оборудования [Электронный ресурс]: постановление Министерства труда и социальной защиты Респ. Беларусь, 14 апр. 2021 г., № 25 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22136578p&p1=1>. – Дата доступа: 22.10.2022.

2. Григорович, Е. С. Производственная гимнастика для работников основных групп умственного труда: метод. рекомендации / Е. С. Григорович, А. М. Трофименко, И. Н. Малуха. – Минск: МГМИ, 2000. – 39 с.

17. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Цель работы: ознакомиться с методами изучения причин травматизма и профессиональных заболеваний.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сокращение производственного травматизма в Беларуси считается важнейшей задачей системы управления охраной труда, поэтому изучение причин травматизма и профессионального заболевания является одним из путей решения имеющихся проблем. В этих целях Беларусью ратифицированы Конвенции Международной организации труда (МОТ), одной из основных задач которых стоит защита здоровья работников и обеспечение охраны труда путем внедрения системы управления профессиональными рисками на каждом рабочем месте и вовлечения в управление этими рисками основных сторон социального партнерства – государства, работодателей и работников.

К основным *причинам* травматизма и профессиональных заболеваний работников относятся:

– *технические причины* – несовершенство технологических процессов, конструктивные недостатки оборудования, инструментов и приспособлений, недостаточная механизация тяжелых работ, отсутствие средств сигнализации и блокировок, специальных защитных устройств, недостаточная прочность и надежность машин, вредные свойства обрабатываемого материала и т. п.;

– *организационные причины* – нарушение законодательных и нормативно-правовых актов по охране труда, некачественное обучение рабочих безопасным методам работы, отсутствие или неиспользование средств индивидуальной защиты, нарушение правил эксплуатации оборудования и транспортных средств, несвоевременный ремонт или замена неисправного и устаревшего

оборудования, неудовлетворительное состояние территории, проездов, проходов и т. п.;

– *санитарно-гигиенические причины* – неблагоприятные метеорологические условия на рабочем месте, недостаточное или нерациональное освещение, повышенный уровень шума и вибрации, наличие различных излучений выше допустимых значений, нарушение правил личной гигиены и т. п.;

– *психофизиологические причины* – ошибочные действия работника вследствие усталости (физической или психической), чрезмерной тяжести и напряженности работы, болезненного состояния и т. п.

Методы анализа травматизма и профессиональных заболеваний работников. Наиболее распространенными методами анализа травматизма являются статистический, монографический, экономический, эргономический и прогностический.

Статистический метод базируется на анализе статистической документации по травматизму и профессиональным заболеваниям. Исходными данными для анализа являются материалы, содержащиеся в актах по форме Н-1, Н-1АС и ПЗ-1, а также в отчетах предприятий, учреждений, организаций. Перечисленные документы содержат следующие данные: Н – количество несчастных случаев за отчетный период, которые вызвали утрату трудоспособности; Д – общее число дней нетрудоспособности, вызванных несчастными случаями за отчетный период; Р – среднесписочная численность работающих на предприятии за отчетный период; З – общее число случаев заболеваний за отчетный период, которые вызвали утрату трудоспособности; Д_з – количество дней нетрудоспособности, вызванных случаями заболеваний за отчетный период.

По этим данным определяют следующие коэффициенты, используемые для оценки уровня травматизма и профессиональных заболеваний:

1) коэффициент частоты травматизма:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I \cdot 1000}{\text{Д}}; \quad (17.1)$$

2) коэффициент тяжести травматизма:

$$K_{\text{т}} = \frac{Д}{\text{Н}}; \quad (17.2)$$

3) коэффициент нетрудоспособности:

$$K_n = \frac{Д \cdot 1000}{P}; \quad (17.3)$$

4) коэффициент частоты заболеваемости:

$$K_{ч.з} = \frac{З \cdot 1000}{P}; \quad (17.4)$$

5) коэффициент тяжести заболеваний:

$$K_{т.з} = \frac{Д_з}{З}. \quad (17.5)$$

Статистический метод дает возможность анализировать случаи травматизма и профессиональных заболеваний по различным показателям: по профессии, возрасту, стажу работы, характеру полученных травм и заболеваний и т. д., что позволяет выделить наиболее характерные виды травм и заболеваний для отдельных предприятий, определить основные причины их появления и применить эффективные меры, направленные на снижение вероятности их возникновения.

Разновидностями статистического метода являются групповой и топографический методы анализа травматизма.

С помощью *группового метода* исследуются травмы конкретной группы по определенным однородным признакам: времени травмирования, квалификации, специальности, числу пострадавших, видам работ, причинам несчастных случаев и т. д. Это дает возможность выявить наиболее неблагоприятные обстоятельства в организации труда и фактическое состояние условий труда на предприятии или в его подразделениях.

При *топографическом методе* несчастные случаи изучаются на территории предприятия, на плане расположения оборудования в цехе и т. д. Скопление знаков, обозначающих места несчастных случаев, в определенной зоне означает ее повышенную опасность и, следовательно, необходимость проведения соответствующих профилактических мер по улучшению обстановки.

Монографический метод базируется на анализе опасных и вредных производственных факторов, присущих тому или иному элементу производственного процесса (оборудованию, технологическому процессу, индивидуальным средствам защиты и т. д.).

На основании этого метода углубленно изучают обстоятельства несчастных случаев, а если возникает необходимость, то проводят специальные исследования и эксперименты. Вследствие изучения значительного числа производственных факторов выясняются реальные причины несчастных случаев на рабочем месте, на участке или на одной группе технологического оборудования. Монографический метод можно использовать и для разработки мероприятий по охране труда при проектировании новых производств.

Экономический метод заключается в оценке экономических потерь от производственного травматизма с целью определения экономической целесообразности разработки и внедрения мероприятий по охране труда. Однако этот метод не позволяет установить причины травматизма, поэтому его считают дополнительным.

Эргономический метод базируется на комплексном изучении системы «человек – техника – среда» (ЧТС). Решение эргономических проблем, возникающих в процессе эксплуатации системы ЧТС, целесообразно проводить в направлении обработки методов объективного прогноза изменений качества деятельности человека под влиянием различных неблагоприятных факторов и условий внешней среды (активность Солнца, гравитация Луны, магнитные и гравитационные поля Земли и т. п.), совершенствования моделей индивидуальной и групповой деятельности людей в различных условиях.

Эргономический метод позволяет исследовать причины несчастных случаев в зависимости от индивидуальных особенностей человека и санитарно-гигиенических условий, психофизиологической структуры деятельности, вида системы ЧТС и т. д.

Прогностический метод базируется на прогнозировании несчастных случаев на основе изучения и выявления потенциальной опасности. Анализируются все учетные и отчетные материалы о несчастных случаях, общие и профессиональные заболевания, материалы всех видов контроля состояния охраны труда; данные санитарно-технических паспортов объектов, рабочих мест, участков и цехов; материалы специальных обследований зданий, объектов, помещений, оборудования и т. д.

Прогностический метод включает три подметода:

– **морфологический подметод** базируется на детальном изучении конструкции оборудования, выявлении его недостатков, характера технологических операций и прогнозировании возможных несчастных случаев;

– *экстраполяционный подметод* основан на выборе математической функции, которая бы достоверно описала явление травматизма;

– *подметод экспертных оценок* базируется на изучении мнений квалифицированных специалистов в области охраны труда путем анкетирования.

Сложность применения подметодов при прогнозировании условий труда определяется не только комплексным характером жизнедеятельности, но и большим количеством научно-технических, производственных, гигиенических, организационных, социальных и других факторов, обеспечивающих эффективность всех усилий, которые объединяются с целью обеспечения жизнедеятельности.



ЗАДАНИЕ

Порядок выполнения:

1. Ознакомиться с основными причинами травматизма и профессиональных заболеваний работников.
2. Изучить методы анализа травматизма и профессиональных заболеваний работников.
3. Определить показатели травматизма статистическим методом согласно данным таблицы.

Отчетные данные по травматизму и профессиональным заболеваниям

Вариант	Количество несчастных случаев	Общее число дней нетрудоспособности, вызванных несчастными случаями	Среднесписочная численность работающих на предприятии	Общее число случаев заболеваний за отчетный период, которые вызвали утрату трудоспособности	Количество дней нетрудоспособности, вызванных случаями заболеваний
2020 г.					
1	3	41	143	41	631
2	2	37	276	37	366
3	6	109	169	28	400
4	4	57	113	41	451

Окончание таблицы

Вариант	Количество несчастных случаев	Общее число дней нетрудоспособности, вызванных несчастными случаями	Среднесписочная численность работающих на предприятии	Общее число случаев заболеваний за отчетный период, которые вызвали утрату трудоспособности	Количество дней нетрудоспособности, вызванных случаями заболеваний
5	4	41	375	97	1174
6	2	19	149	67	663
7	1	34	347	117	1030
8	1	28	28	14	293
2021 г.					
1	1	20	157	47	738
2	4	74	304	42	428
3	2	41	186	32	468
4	1	22	124	47	528
5	3	33	386	111	1374
6	3	47	153	76	776
7	1	12	357	133	1205
8	3	27	29	16	343
2022 г.					
1	2	34	148	40	453
2	5	91	285	36	273
3	–	–	175	27	284
4	2	31	117	40	378
5	1	14	363	94	1251
6	1	9	144	65	617
7	2	22	336	113	1509
8	2	19	27	14	168

4. Показать графически динамику частоты и тяжести травматизма. Проанализировать результаты, сделать выводы.

5. Определить показатели профессиональных заболеваний статистическим методом, используя данные таблицы.

6. Показать графически динамику частоты и тяжести профессиональных заболеваний. Проанализировать результаты, сделать выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего проводится анализ травматизма и профессиональных заболеваний?
2. Какие особенности у топографического метода анализа травматизма?
3. В чем заключается монографический метод анализа травматизма?
4. Какие показатели используются в статистическом методе?

ЛИТЕРАТУРА

1. О расследовании и учете несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 янв. 2004 г., № 30: с изм. и доп. от 29.08.2019 № 575 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C20400030>. – Дата доступа: 10.10.2022.
2. Охрана труда: учебник / В. Г. Андруш [и др.]. – Минск: РИПО, 2021. – 334 с.
3. Охрана труда: учебник: в 2 ч. / А. К. Гармаза [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – Ч. 1. – 299 с.
4. Дипломное проектирование: мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности: учеб.-метод. пособие / А. К. Гармаза [и др.]. – Минск: БГТУ, 2021. – 182 с.

18. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПО ТРАВМАТИЗМУ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ И ОХРАНЕ ТРУДА

Цель работы: изучить методику определения экономических потерь от травматизма и заболеваемости на предприятии, методику определения экономии денежных средств от внедрения мероприятий по охране труда.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Производственная травма – это внезапное повреждение здоровья работающего при исполнении им трудовых обязанностей (или при выполнении работы по поручению нанимателя) в результате несчастного случая на производстве, которое влечет за собой нарушение целостности тканей, правильного функционирования отдельных органов и потерю трудоспособности на какое-то время.

Профессиональное заболевание – заболевание, развивающееся вследствие воздействия на работающего производственных факторов, обусловленных трудовой деятельностью.

Временные потери трудоспособности, вызванные производственным травматизмом, профессиональными заболеваниями и несовершенством условий труда, наносят 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 профессиональных заболеваний. По-

этому каждый специалист должен уметь определять потери от травматизма и заболеваемости и эффективность проведения мероприятий по улучшению условий и охране труда.

18.1. 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.). Поэтому при экономическом анализе следует изучать и учитывать как причины травматизма, так и заболеваемости.

Суммарные экономические потери предприятия (Π_z , руб.), связанные с производственным травматизмом и заболеваемостью, определяются по формуле

$$\Pi_z = \sum \Pi_T + \sum \Pi_3, \quad (18.1)$$

где $\sum \Pi_T$ – сумма потерь, связанных с производственными травмами, руб.; $\sum \Pi_3$ – сумма потерь, обусловленных заболеваемостью из-за неудовлетворительных условий труда, руб.

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 ($\sum \Pi_T$, руб.), связанных с травмами, складывается из множества составляющих:

$$\sum \Pi_T = C_a + C_k + C_{3п} + C_n + C_б + C_p + C_o + C_{в.п}, \quad (18.2)$$

где C_a – стоимость амбулаторного лечения, руб.; C_k – стоимость клинического лечения, руб.; $C_{3п}$ – сумма недопроизведенной

заработной платы за период лечения, руб.; C_n – убытки из-за недополученной суммы налогов с необлагаемой части дохода (выплат по больничному листку), руб.; C_b – сумма выплат по больничному листку, руб.; C_p – стоимость расследования несчастного случая, руб.; C_o – стоимость испорченного оборудования или затраты на его ремонт, руб.; $C_{в.п}$ – стоимость валовой продукции, недополученной хозяйством вследствие травмы или заболевания, руб.

Стоимость амбулаторного (C_a , руб.) и клинического (C_k , руб.) лечения определяют соответственно из выражений

$$C_a = c_{ам} \cdot D_{ам}, \quad (18.3)$$

$$C_k = c_{кл} \cdot D_{кл}, \quad (18.4)$$

где $c_{ам}$ и $c_{кл}$ – соответственно стоимость одного посещения лечебного заведения и одного койко-места в сутки в больнице, руб.; $D_{ам}$ – число посещений поликлиники, раз; $D_{кл}$ – продолжительность лечения в стационаре, дней.

Сумма недопроизведенной заработной платы ($C_{зп}$, руб.) находится, исходя из среднего дневного заработка ($c_з$, руб.):

$$C_{зп} = c_з \cdot D_t, \quad (18.5)$$

где D_t – число дней нетрудоспособности вследствие травм.

Убытки от недополучения налога (C_n , руб.) рассчитываются по формуле

$$C_n = \frac{C_{зп}}{100} \cdot (A + B), \quad (18.6)$$

где A – процент отчисления на социальное страхование (34%); B – обязательные страховые взносы (1%).

Сумма выплат по больничному листку (C_b , руб.) вычисляется по следующей формуле:

$$C_b = c_b \cdot D_t, \quad (18.7)$$

где c_b – стоимость одного дня по больничному листку, руб.; D_t – число дней нетрудоспособности вследствие травм.

Стоимость расследования несчастных случаев (C_p , руб.) складывается из суммарного дневного заработка (c_d , руб.) лиц, участвующих в расследовании (инженер по охране труда, технический инспектор и др.), умноженного на число дней расследования (D_p):

$$C_p = c_d \cdot D_p. \quad (18.8)$$

Стоимость восстановления испорченного оборудования, зданий, инструмента принимают по данным бухгалтерии.

Стоимость валовой продукции ($C_{в.п}$, руб.), недополученной из-за травмы, находится из соотношения

$$C_{в.п} = \frac{C_{в} \cdot D_{т}}{n \cdot D}, \quad (18.9)$$

где $C_{в}$ – стоимость валовой продукции, произведенной в хозяйстве за год, руб.; $D_{т}$ – число дней нетрудоспособности вследствие травм; n – среднесписочное число работающих в течение года; D – число рабочих дней (смен) в году.

Потери от заболеваний ($\sum \Pi_{з}$, руб.), являющиеся следствием неудовлетворительных условий труда, определяются суммой следующих слагаемых:

$$\sum \Pi_{з} = C_{зп}^* + C_{в.п}^* + C_{б}^* + C_{н}^*, \quad (18.10)$$

где $C_{зп}^*$ – сумма недопроизведенной заработной платы за период заболевания, руб.; $C_{в.п}^*$ – стоимость валовой продукции, недополученной хозяйством вследствие заболевания, руб.; $C_{б}^*$ – сумма выплат по больничному листку, руб.; $C_{н}^*$ – убытки из-за недополученной суммы налогов с необлагаемой части дохода (выплат по больничному), руб.

Сумма недопроизведенной заработной платы ($C_{зп}^*$, руб.) рассчитывается, исходя из среднего дневного заработка ($c_{з}$, руб.):

$$C_{зп}^* = c_{з} \cdot D_{з}, \quad (18.11)$$

где $D_{з}$ – число дней нетрудоспособности вследствие заболеваемости.

Стоимость валовой продукции ($C_{в.п}^*$, руб.) недополученной из-за заболевания, вычисляется из соотношения

$$C_{в.п}^* = \frac{C_{в} \cdot D_{з}}{n \cdot D}. \quad (18.12)$$

Сумма выплат по больничному листку ($C_{б}^*$, руб.) находится по следующей формуле:

$$C_{б}^* = c_{б} \cdot D_{з}. \quad (18.13)$$

Убытки от недополучения налога на заработную плату (\tilde{N}_i^* , руб.) определяются по формуле

$$C_n^* = \frac{C_{зп}^*}{100} \cdot (A + B). \quad (18.14)$$

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_b , $C_{в.п}$). 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) лечение могут быть отнесены непосредственно на предприятие, если травма или профессиональное заболевание произошло по вине предприятия.

18.2. 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:

- 1) для экономического обоснования планируемых мероприятий, в том числе выбора оптимального варианта проектных решений;
- 2) определения фактической эффективности осуществленных мероприятий;
- 3) оценки результатов деятельности производственных объединений (предприятий), министерств и ведомств по улучшению условий и охране труда;

4) расчета нормативов необходимых затрат на приведение условий труда на рабочих местах в соответствие с требованиями технических нормативных правовых актов.

Общая экономия от внедрения мероприятий по охране труда (\mathcal{E}_o , руб.) определяется по зависимости

$$\mathcal{E}_o = \Pi_{д.м} - \Pi_{п.м} - \mathcal{Z}_м, \quad (18.15)$$

где $\Pi_{д.м}$ и $\Pi_{п.м}$ – потери хозяйства от травматизма, заболеваний соответственно до и после внедрения мероприятий по охране труда, руб.; $\mathcal{Z}_м$ – затраты на мероприятия по улучшению условий и охране труда, руб.

Потери из-за травм и заболеваемости в базисном году ($\Pi_{д.м}$) необходимо взять из предыдущего расчета.

Потери вследствие травм и заболеваемости после внедрения мероприятий по охране труда ($\Pi_{п.м}$, руб.) рассчитываются на основании зависимости

$$\Pi_{п.м} = \frac{100 - K}{100} \cdot \Pi_{д.м}, \quad (18.16)$$

где K – коэффициент эффективности технологии и санитарно-гигиенических мероприятий по охране труда, %.

Показатель эффективности затрат ($K_э$) характеризует денежную отдачу с каждого рубля, вложенного в мероприятия по улучшению условий и охраны труда, и определяется следующим образом:

$$K_э = \frac{\Pi_{д.м} - \Pi_{п.м}}{\mathcal{Z}_м}. \quad (18.17)$$

Окупаемость единовременных затрат в годах (T) вычисляется по формуле

$$T = \frac{\mathcal{Z}_м}{\Pi_{д.м} - \Pi_{п.м}}. \quad (18.18)$$

Если полученный срок окупаемости (T) меньше нормативного ($T_n = 12,5$ лет), то мероприятия считаются экономически эффективными.

На основании проведенных расчетов необходимо сделать заключение о целесообразности проведения мероприятий по улучшению условий и охраны труда.

Таблица 18.1

**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. Среднесписочное 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_3	1181	1215	2110	983	1130	2854	1130	915	1010	574	1516	817
4. Число дней нетрудоспособности из-за травм $D_т$	67	28	115	91	87	211	212	121	117	89	173	71
5. Стоимость всей валовой продукции, произведенной в хозяйстве за год $C_в$, тыс. руб.	405	513	623	371	484	514	423	675	473	391	681	282
6. Число дней расследования $D_р$	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2
7. Суммарный дневной заработок лиц, участвующих в расследовании $c_л$, руб.	160	181	248	150	221	205	201	179	183	190	184	182
8. Стоимость одного дня по больничному листку $c_б$, руб.	69	61	82	65	73	67	64	63	70	61	59	70
9. Средний дневной заработок $c_з$, руб.	70	62	83	67	75	68	69	65	72	63	60	71
10. Суммарная продолжительность лечения $D_{кл}$, дней	511	610	612	510	715	1100	500	415	618	312	810	318
11. Стоимость одного койко-места в больнице $c_{кл}$, руб.	163	150	145	155	150	159	158	163	172	178	125	155
12. Количество посещений лечебного заведения $D_{ам}$	87	93	54	88	73	78	84	115	117	43	87	63
13. Стоимость одного посещения лечебного заведения $c_{ам}$, руб.	13,8	15,2	14,9	14,1	17,1	15,7	13,6	14,5	18,3	16,6	14,2	17,0

Кроме приведенной, имеются другие методики определения социальной и экономической эффективности осуществления мероприятий по улучшению условий и охраны труда.



ЗАДАНИЕ

Порядок выполнения:

1. Изучить методики определения потерь (ущерба) на предприятии от травматизма и заболеваемости; экономии денежных средств от внедрения мероприятий по охране труда.

2. Определить суммарные потери денежных средств, связанные с травматизмом и заболеваемостью, согласно варианту, заданному преподавателем (табл. 18.1), и заполнить приложение. Стоимость амбулаторного (C_a) и клинического (C_k) лечения следует рассчитать один раз, т. е. при определении потерь от травматизма ($\sum P_T$) или потерь от заболеваемости ($\sum P_3$). Остальные составляющие потерь необходимо вычислять отдельно для травматизма и отдельно для заболеваемости.

3. Определить общую экономию денежных средств от проведения мероприятий по охране труда в соответствии с вариантом, заданным преподавателем (табл. 18.2), дать заключение о целесообразности внедрения мероприятий по охране труда.

Таблица 18.2

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. руб.
1, 6	Внедрение физиологически обоснованного режима труда и отдыха	20	240
2, 7	Упорядочение режима труда с учетом психофизиологических особенностей человека	8	400
3, 8	Рационализация рабочих мест на основании физиологических данных	11	500
4, 9	Правильная планировка и окраска помещений и оборудования	12	550

Окончание табл. 18.2

Вариант	Мероприятия	Коэффициент эффективности мероприятий K , %	Затраты на мероприятия Z_m , тыс. руб.
5, 10	Выбор рационального освещения	7	670
11	Уменьшение шума до требуемых нормативов	7	700
12	Снижение высокой температуры	14	540

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как рассчитываются суммарные экономические потери организации, связанные с травматизмом и заболеваемостью?
2. Что относится к мероприятиям по улучшению условий и охраны труда?
3. Как определить общую экономию от проведения мероприятий по охране труда?
4. Назовите основные составляющие экономических потерь от травматизма и заболеваемости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дипломное проектирование: мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности: учеб.-метод. пособие / А. К. Гармаза [и др.]. – Минск: БГТУ, 2021. – 182 с.
2. Охрана труда. Определение эффективности мероприятий по улучшению условий труда: учеб.-метод. пособие / И. Т. Ермак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2005. – 58 с.

19. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

.....

.....

Цель работы: ознакомиться с требованиями по обеспечению пожарной безопасности производственных объектов.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В Республике Беларусь в среднем ежегодно возникает 5–7 тысяч пожаров и аварий, погибает 500–600 человек и около 800–1000 травмируется, что делает весьма актуальным проведение противопожарных мероприятий.

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 04.01.2021 № 74-3);

– Специфические требования по обеспечению пожарной безопасности взрывопожароопасных и пожароопасных производств, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 20 ноября 2019 г. № 779;

– ТКП 474-2013 (02300) «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности», введенный 15 апреля 2013 г., и др.

Руководство в области пожарной безопасности в Республике Беларусь осуществляется Министерством по чрезвычайным ситуациям (МЧС). На МЧС возложены функции республиканского органа государственного управления, осуществляющего управление деятельностью по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечению пожарной, промышленной и радиационной безопасности.

Для субъектов хозяйствования, организаций и учреждений общие требования пожарной безопасности утверждены Декретом Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 г. № 7, а также

постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 декабря 2021 г. № 82 «Об обеспечении пожарной безопасности».

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности на предприятии возлагается на руководителя предприятия и руководителей структурных подразделений. Руководители предприятия обязаны: 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.

Система пожарной безопасности в Республике Беларусь состоит из комплекса экономических, социальных, организационных, научно-технических и правовых мер, а также сил и средств, направленных на предупреждение и тушение пожаров.

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

Окислителем в процессах горения обычно является газообразный 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. Горючие системы бывают однородными (горючее вещество и воздух перемешаны друг с другом) и неоднородными.

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее обществу материальный и социальный ущерб.

К опасным факторам пожара относятся: 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, В1–В4, Г1, Г2, Д; здания – на категории А, Б, В, Г, Д; наружные установки – на категории А_н, Б_н, В_н, Г_н, Д_н (ТКП 474-2013 (02300) «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»), из которых наиболее опасными являются категории А и Б.

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.

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 и огнестойкостью.

На каждом предприятии приказом должен быть установлен соответствующий противопожарный режим.

При обнаружении пожара *необходимо*:

- 1) немедленно сообщить в пожарную службу по телефону 101 (112);
- 2) задействовать систему оповещения о пожаре;

3) принять меры к эвакуации людей;

4) организовать встречу пожарных подразделений, а также 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 водопоступающих, 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. Пожарная сигнализация должна соответствовать требованиям СТБ 11.16.04-2009 «Системы пожарной сигнализации адресные. Общие технические условия».

В качестве огнегасительных веществ применяется вода (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)), химические 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, немеханизированный ручной инструмент (ломы, топоры, лопаты и т. д.), емкости с запасом воды, полотнища противопожарные и др.

Нормы оснащения различных объектов первичными средствами пожаротушения в настоящее время установлены согласно Инструкции о нормах оснащения объектов первичными средствами пожаротушения (постановление МЧС Республики Беларусь от 21 декабря 2021 г. № 82 «Об обеспечении пожарной безопасности»).

Средства пожаротушения располагают на видных местах и окрашивают в соответствующие цвета по ГОСТ 12.4.026–2015 «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная».

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.).

Эвакуация людей из производственных помещений. 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, регламентируемого строительными нормами и правилами в зависимости от категории производства и объема помещения.

Эвакуация людей при пожарах осуществляется в соответствии с Декретом Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 г. № 7 и СН 2.02.05-2020 «Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования». Пути эвакуации и эвакуационные выходы должны быть обозначены указательными знаками пожарной безопасности, которые должны

содержаться в исправном состоянии. На объектах должны быть разработаны планы эвакуации людей при пожаре для всех этажей зданий при одновременном нахождении на этаже более 10 человек (Форма плана эвакуации людей при пожаре: постановление МЧС Республики Беларусь от 21 декабря 2021 г. № 82 «Об обеспечении пожарной безопасности»).



ЗАДАНИЯ

Задание 1. Изучить требования нормативных документов и данные общие положения.

Задание 2. Определить время эвакуации людей из помещения цеха по переработке плодоовощной продукции, который находится на втором этаже здания согласно заданному преподавателем варианту (табл. 19.1): объем помещения (V , м³), число рабочих мест (N). Эвакуация производится по двум лестницам, расположенным в боковых сторонах здания. Ширина марша каждой лестницы равна 2,4 м. Перед каждой лестницей есть фойе и дверь шириной $b = 1,2$ м, такой же ширины наружная дверь. Наиболее удаленное рабочее место от выхода из цеха расположено на расстоянии L (м). Расстояние от двери фойе до лестницы $L_1 = 15$ м. Протяженность пути по лестнице $L_2 = 10$ м. Сравнить рассчитанное время эвакуации людей с нормативным, сделать выводы.

Таблица 19.1

Параметры производственных помещений

Параметр	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Объем помещения $V \cdot 10^3$, м ³	12	14	16	18	20	21	20,5	18,2
Число рабочих мест N	210	220	260	300	310	340	330	290
Расстояние от наиболее удаленного места до двери L , м	45	48	52	54	58	60	59	54

Порядок выполнения:

1. Определить категорию помещения цеха по переработке плодоовощной продукции по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с табл. 19.2.

Таблица 19.2

**Категории помещений по взрывопожарной
и пожарной опасности**

Категория производства	Характеристика
А (взрывопожароопасная)	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 (взрывопожароопасная)	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
В (пожароопасная)	Пожароопасные производства, в которых используются горючие и трудногорючие жидкости, твердые трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли 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

2. Установить нормативное время эвакуации людей из помещения цеха (T_n , мин) согласно табл. 19.3.

Таблица 19.3

**Необходимое время для эвакуации людей
из производственных зданий, мин**

Категория производства	Объем помещения, тыс. м ³				
	до 15	30	40	50	60 и более
А, Б	0,50	0,75	1,00	1,50	1,75
В, Г, Д	1,25	2,00	2,00	2,50	3,00

3. Рассчитать время предельного расстояния до выхода из цеха по следующему соотношению:

$$T_1 = \frac{L}{V}, \quad (19.1)$$

где L – расстояние от наиболее отдаленного места до двери, м; V – средняя скорость движения потока людей, м/мин (принимается 16 м/мин).

4. Вычислить время на преодоление дверей по формуле

$$T_2 = \frac{N}{2 \cdot b \cdot n_0}, \quad (19.2)$$

где N – число рабочих мест; b – ширина двери, м; n_0 – расчетная удельная пропускная способность 1 м дверей, чел./(м · мин) (принимается 60 чел./(м · мин)).

5. Найти полное время эвакуации людей по следующей формуле:

$$T = T_1 + T_2 + \frac{L_1}{V} + \frac{L_2}{V_2}, \quad (19.3)$$

где L_1 – расстояние от двери фойе до лестницы, м; L_2 – протяженность пути по лестнице, м; V_2 – скорость движения потока людей по лестнице вниз, м/мин (принимается 10 м/мин).

6. Сравнить полное время эвакуации (T , мин) с нормативным (T_n , мин). В случае, если $T > T_n$, разработать мероприятия по обеспечению времени эвакуации в соответствии с нормативными требованиями.

7. Предложить рекомендации по усовершенствованию системы пожарной безопасности объекта.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На кого возложена ответственность за обеспечение пожарной безопасности в организации? Каковы их обязанности?
2. Что такое горение, пожар?
3. Охарактеризуйте теоретические основы горения.
4. Раскройте суть понятия «пожарная безопасность объекта».
5. Назовите обязанности персонала и администрации организации при возникновении пожара.
6. Дайте характеристику основным средствам пожаротушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. О пожарной безопасности: Закон Респ. Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2403-ХІІ // Ведамасці Вярхоўнага Савета Рэсп. Беларусь. – 1993. – № 23. – Ст. 282.
2. Пожарная безопасность зданий и сооружений: СН 2.02.05-2020. – Введ. 04.04.2021. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2021. – 70 с.
3. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: ТКП 474-2013 (02300). – Введ. 15.04.2013. – Минск: М-во по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 2013. – 58 с.
4. Специфические требования по обеспечению пожарной безопасности взрывопожароопасных и пожароопасных производств [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 20 нояб. 2019 г., № 779 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.pravo.by/document/?guid=3961&p0=C21900779>. – Дата доступа: 10.02.2021.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	4
2. ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	17
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТА ЭКОНОМИКИ И НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	30
4. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ.....	42
5. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: ВИДЫ, ИСТОЧНИКИ, ПРОБЛЕМЫ.....	59
6. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В МИРЕ И РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	75
7. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ	82
8. ВЛИЯНИЕ БИОРИТМОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА	109
9. ТОПЛИВО. ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ ТОПЛИВА.....	118
10. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	126
11. ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ОСНОВНЫЕ ВИДЫ, ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ	140
12. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ	149
13. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В БЫТУ	163
14. ОБУЧЕНИЕ, ИНСТРУКТАЖ И ПРОВЕРКА ЗНАНИЙ РАБОТАЮЩИХ ПО ОХРАНЕ ТРУДА.	176

Содержание _____	251
15. АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПЛАТ ЗА УСЛОВИЯ ТРУДА.....	187
16. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАБОТЕ ОФИСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	212
17. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	225
18. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПО ТРАВМАТИЗМУ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ И ОХРАНЕ ТРУДА.....	232
19. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	241

Учебное издание

Домненкова Алеся Владимировна
Веремейчик Лариса Антоновна
Азовская Наталья Олеговна
Балакир Михаил Викторович

**БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА
ПРАКТИКУМ**

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. С. Ватеичкина*
Компьютерная верстка *О. А. Солодкевич*
Дизайн обложки *Е. А. Матейко*
Корректор *Е. С. Ватеичкина*

Подписано в печать 11.10.2023. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 14,6. Уч.-изд. л. 15,1.
Тираж 100 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.